

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

---

# ДОКЛАДЫ ТСХА

Выпуск 287

Том II  
(Часть I)

Москва  
Грин Эра 2  
2015

УДК 63(051.2)  
ББК 40  
Д 63

Д63 Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 287. Том II. Часть I. — М.: Грин Эра 2: ООО «Сам полиграфист», 2015 — 426 с.

ISBN 978-5-00077-329-1 (т. 2, ч. 1)

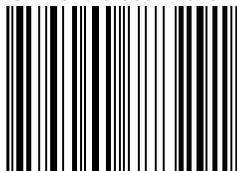
ISBN 978-5-00077-328-4 (т. 2)

В сборник включены статьи по материалам докладов ученых РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, других вузов и научно-исследовательских учреждений на Международной научной конференции «Научное и кадровое обеспечение продовольственной безопасности России». Материалы представлены по актуальным проблемам почвоведения, агрохимии и экологии, технологии хранения и переработки продукции сельского хозяйства, природообустройства и водопользования, гидротехническому, агропромышленному и гражданскому строительству, технологиям и средствам механизации природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях и др.

Ответственность за содержание публикаций несет авторский коллектив.

Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей, научных работников, специалистов сельскохозяйственного производства.

ISBN 978-5-00077-329-1



9 785000 773291 >

ISBN 978-5-00077-329-1 (т. 2, ч. 1)  
ISBN 978-5-00077-328-4 (т. 2)

© Коллектив авторов, 2015  
© Грин Эра 2

# ОБЪЕДИНЕННОЕ ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

---

УДК 57.016.5

## ГЕННО-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ, ПОЛУЧЕННАЯ С ИХ ПРИМЕНЕНИЕМ

**А.Ф. Валихов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассматриваются вопросы безопасности пищевой продукции, изготовленной с использованием генно-модифицированных организмов, правила государственной регистрации такой продукции и порядок ее маркировки.*

***Ключевые слова:** пищевая продукция, безопасность, маркировка, ГМО, ГММ.*

Коммерческое использование генетически модифицированных культур в сельском хозяйстве началось в 1990-х годах некоторыми транснациональными корпорациями США, которые уже обладали новыми технологиями. Генетически модифицированные растения (ГМ-растения) создаются в лабораторных условиях путем изменения их генетического строения для получения желаемого качества, обычно – за счет вставки или удаления генов из генома растения с помощью методов генетической инженерии. Эти новые организмы, содержащие рекомбинантную ДНК, обычно и называют генетически модифицированными организмами (ГМО). Первый коммерческий ГМ-продукт был выведен на рынок США в 1994 году. У помидора Flavr Savr был удален ген, ответственный за процесс созревания после сбора урожая. Однако вскоре он был отозван с рынка из-за сильной конкуренции с сортами традиционной селекции с увеличенным сроком хранения и лучшим вкусом. В 1996 году получают одобрение ГМ-сорта кукурузы и сои, а вскоре в розничных мага-

зинах США и Канады начинают появляться продукты переработки, содержащие ГМО.

Новые культуры с измененным геномом, такие как соя, кукуруза, рапс, хлопок успешно продаются по всему миру. Они имеют большие преимущества. У них повышена резистентность к конкретным гербицидам или к определенным болезням и вредителям. В настоящее время потенциал новой технологии можно использовать и для улучшения продуктов питания. Например, для изменения состава белков, содержания аминокислот, различных композиций жирных кислот, усиления синтеза витаминов, как это сделано с «Золотым Рисом», семена которого содержат  $\beta$ -каротин. На рынке нет ГМ-животных, используемых для получения продуктов питания, большая часть современных ГМ-продуктов растительного происхождения [1]. Коммерциализировано и допущено к выращиванию 33 вида трансгенных растений, на рассмотрении находится еще около 90, в т.ч. картофель, слива, люцерна, фасоль, пшеница, земляной орех, горчица, цветная капуста, перец чили. Большинство ученых считают, что пища на рынке, полученная из генетически модифицированных сельскохозяйственных культур представляет собой не большой риск для здоровья человека, чем обычные продукты питания [2].

Растительный продукт напрямую употребляется в пищу, но чаще ГМ-культуры продаются как товары, которые в дальнейшем перерабатываются в пищевые ингредиенты. Уже в течение многих лет пищевая промышленность использует ГМ-микроорганизмы (ГММ), которые вырабатывают ферменты, пищевые добавки, эмульгаторы. Это витамин В<sub>2</sub>, и С, ксантановая камедь, регулятор кислотности – лимонная кислота, аминокислоты, в т.ч. глутамат, ферменты, используемые в производстве сыров, хлебобулочных изделий, ферментированных напитков и глюкозы. Выделяют следующие виды ГМ-продуктов: продукты, содержащие белок или ДНК ГМО; продукты высокой степени обработки, свободные или с низким уровнем белка или ДНК ГМО; продовольствие, полученное с использованием генно-инженерных продуктов; продукты из сырья ГМ-животных, или животных, которых кормили ГМ-зерном или обрабатывали бычьим гормоном роста.

Уместно остановиться на вопросах, связанных с применением рекомбинантного гормона роста крупного рогатого скота. Бычий соматотропин (БСТ) – гормон гипофиза КРС – инициирует процесс лактации у коров после отела. Если БСТ вводить сухостойной корове, то у нее можно вызвать лактацию без длительного периода стельности. Если вводить гормон лактирующим коровам после отела, то удои значительно повышаются (на 10-25%). Давно разработана технология получения рекомбинантного БСТ (рБСТ), продуцируемого *E.coli*. США является единственной страной, где в 20% стад используют рБСТ. Хотя страны ЕС не разрешают использование рБСТ, молоко, произведенное с использованием этой технологии, может быть импортировано и может продаваться без маркировки. Есть различные аргументы против рБСТ, такие как неопределенность относительно его безопасности, экономические причины, связанные с перепроизводством молока и снижением цены, опасения потребителя и вредное влияние на здоровье животных (маститы, снижение репродуктивной функции, хромота). Комиссия Кодекс Алиментариус не смогла достичь консенсуса по рБСТ, особенно в Канаде и ЕС, где его использование запрещено из соображения вредного воздействия на здоровье животных.

Что касается ГМ-продуктов питания, то их разработка и продажа постоянно находятся под пристальным вниманием общественных организаций в связи с вопросами безопасности, а также по экономическим и экологическим основаниям. Установить 100%-ную безопасность ГМ-пищевых продуктов научно невозможно. Аргументировать безопасность ГМ-еды только исходя из принципа *Argumentum ad ignorantiam* – ошибочно. Поэтому ГМ-продукты тщательно анализируются на основе современных научных знаний. При оценке безопасности ГМ-продукта требуется показать его основную питательную эквивалентность по сравнению с немодифицированным аналогом. Кроме того, отдельно проводится исследование ГМ-продукта на отсутствие новых белков или повышенный уровень известного белка. Этот показатель используется для оценки способности продукта вызывать аллергические реакции. Тем не менее, основными вопросами для маркетинга генетически модифицированных продуктов остаются экологические проблемы и марки-

ровка. Противники ГМ-продуктов требуют более строгой экологической экспертизы до их официального утверждения.

Как правило, уровень осведомленности общественности о ГМ-технологиях и ГМ-продуктах очень низкий, поэтому реакция потребителя на эти технологии сильно варьирует. Так в Канаде, Китае и США для многих ГМ-продуктов не требуется специальная маркировка. В странах ЕС, Японии, Малайзии, Австралии и ряде других стран практикуется осторожный подход, требующий маркировки и отслеживания ГМ-продуктов. Эти требования диктуют физическое разделение продуктов на «содержащие» и «не содержащие» ГМО по всей цепочке процессов, обеспечивающих выпуск и сбыт продукции. По состоянию на 2013 год 64 страны требуют маркировку ГМО, большая часть из которых – страны ЕС.

Долгое время наличие ГМО в продукте определялось по принципу «есть» или «нет». В настоящее время доступны количественные методы определения – ПЦР в режиме реального времени, когда аплифицированный продукт маркируется флуоресцентным красителем и интенсивность излучения сравнивается с откалиброванными стандартами. Однако даже самые лучшие устройства все ещё демонстрируют серьёзную погрешность. Современные аналитические методы способны обнаружить около 1% ГМ-продуктов в смеси, и это используется в качестве юридического лимита в большинстве законодательных актов. Если превышен лимит, то маркировка считается несоответствующей, а к продукту применяют санкцию регулятивного органа даже если он не представляет никакой опасности. Существует еще одна проблема маркировки: есть опасения, что маркировка «Не содержит ГМО» будет использоваться как маркетинговый ход и будет вызывать дополнительное необоснованное беспокойство и страх общественности к генетически модифицированным продуктам.

В нашей стране продолжают действовать правила государственной регистрации ГМО от 10.02.2001 г. В 2013 году разработаны и утверждены новые правила, однако вступление их в силу было отложено до 2017 года [3]. Порядок маркировки ГМ-продуктов определяется техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 022/2011 [4]:

1. Для пищевой продукции, полученной с применением ГМО, в т.ч. не содержащей ДНК и белок, должна быть приведена информация: «генетически модифицированная продукция» или «продукция, полученная из генно-модифицированных организмов», или «продукция содержит компоненты генно-модифицированных организмов»:

- в случае, если изготовитель при производстве пищевой продукции не использовал генно-модифицированные организмы или содержание в пищевой продукции 0,9% и менее, либо ГМО является случайной или технически неустранимой примесью, то такая пищевая продукция не относится к пищевой продукции, содержащей ГМО. При маркировке такой пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указывается.

2. Для пищевой продукции, полученной из ГММ (бактерий, дрожжей и мицелиальных грибов, генетический материал которых изменен с применением методов генной инженерии) или с их использованием, обязательна информация:

- для содержащих живые ГММ - «Продукт содержит живые генно-модифицированные микроорганизмы»;

- для содержащих нежизнеспособные ГММ - «Продукт получен с использованием генно-модифицированных микроорганизмов»;

- для освобожденных от технологических ГММ или для полученных с использованием компонентов, освобожденных от ГММ - «Продукт содержит компоненты, полученные с использованием генно-модифицированных микроорганизмов».

3. В маркировке пищевой продукции сведения о наличии ГМО не указываются в отношении использованных технологических вспомогательных средств, изготовленных из (или с использованием) ГМО.

### **Библиографический список**

1. <http://www.fda.gov> U.S. Food and Drug Administration: Consumer Q&AQ: Will food from GE animals be in the food supply?

2. <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en/> World Health Organization: 20 questions on genetically modified foods.

3. <http://www.pravo.gov.ru>. Портал ГСПИ Постановление Правительства РФ от 23.09.2013 № 839 О государственной регистрации

генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы.

4. [www.eurasiancommission.org/ru](http://www.eurasiancommission.org/ru). Евразийская Экономическая Комиссия Решение от 9.12.2011 г. № 881 О принятии технического регламента Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», п. 4.11, с. 96.

**Abstract.** *The issues of food safety, made using genetically modified organisms, the rules of state registration of such products and the procedure for labeling.*

**Keywords:** *food production, safety, labeling, GMO GMM.*

УДК 658.528

## ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ

**Н.И. Дунченко**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В тезисах дано определение продовольственной безопасности, приводятся данные о современном состоянии продовольственной безопасности в мире и в России, представлены критические показатели продовольственной безопасности и минимальный уровень их собственного производства, перечислены угрозы продовольственной безопасности.*

**Ключевые слова:** *продовольственная безопасность, продовольствие, продукты питания.*

Понятие продовольственной безопасности было впервые сформулировано в середине 70-х годов применительно к сложившейся в мире парадоксальной ситуации, когда абсолютное переизобилие продовольствия стало сопровождаться его катастрофической нехваткой в ряде развивающихся стран «третьего мира»,

массовым голодом и голодными смертями десятков тысяч людей. Исходный английский термин «food security», впервые введённый в широкое употребление на состоявшейся в 1974 г. в Риме Всемирной конференции по проблемам продовольствия, которую организовала Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). В настоящее время под продовольственной безопасностью, как правило, понимают обеспечение всех людей и социальных групп населения той или иной страны мира, физической и экономической доступностью к безопасной, достаточной в количественном и качественном отношении пище, необходимой для ведения активной и здоровой жизни. Несмотря на множество появившихся с тех пор научных исследований и политических деклараций, посвящённых данной проблеме, включая Римскую декларацию о всемирной продовольственной безопасности 1996 года, ситуация продолжает оставаться напряжённой в «зоне недоедания и голода». По итогам 2012 года, согласно данным Всемирной продовольственной программы ООН, в мире находятся около 925 миллионов человек, которые не получают пищи, достаточной для обеспечения здорового образа жизни, то есть каждый седьмой человек на Земле голодает. Голод представляет собой самую большую угрозу здоровью человечества. Ежегодно голод убивает больше людей, чем СПИД, малярия и туберкулёз, вместе взятые [1]. К 2050 году изменения климата и непредсказуемые погодные условия приведут к тому, что еще 24 миллиона человек будут голодать [2]. В то же время во многих развитых странах мира действуют специальные программы, ограничивающие производство продовольствия по экономическим причинам.

Россия располагает 20% воспроизводимых плодородных земель мира с 55% мировых природных запасов чернозёма, 20% запасов пресной воды и т.д., которые по своей ценности превосходят невозпроизводимые запасы наших углеводородов. Соответственно, в конкретных условиях Россия может больше и дешевле производить и продавать продовольствия, чем углеводородов, что в условиях происходящего роста цен на продукцию сельского хозяйства и падения цен на углеводороды даст ей громадные преимущества на мировых рынках.

В Доктрине продовольственной безопасности перечислены критичные для России продукты и минимальный уровень их соб-

ственного производства. Это зерно (95 %), сахар (80 %), растительное масло (80 %), мясо (85 %), молоко (90 %), рыба (80 %), картофель (95 %) и пищевая соль (85 %).

Россия в настоящее время удовлетворительно обеспечивает себя продуктами питания. Так, в конце 2013 года министр сельского хозяйства РФ Николай Фёдоров сообщил, что по главным продуктам – зерну, картофелю, растительному маслу и сахару – мы уже обеспечиваем себя полностью. По мясу Россия почти достигла безопасного уровня производства, прежде всего за счёт мяса птицы. Некоторые проблемы остаются с молоком.

Россия занимает первое место в мире по сбору ржи и овса, третье место (после Китая и Индии) по сбору пшеницы. Урожай всех зерновых в России в 2013 году составил 91 миллион тонн. Мы находимся на третьем месте (после США и Евросоюза) по экспорту зерновых. Также Россия импортирует незначительное количество высококачественного зерна. Объём этого импорта не превышает одного процента от общего объёма сбора. В 2011 году Россия собрала 46,2 млн. тонн свёклы и вышла на первое место в мире по этому показателю. В 2013 году урожай сахарной свёклы был ниже, в конце ноября 2013 года сбор ожидался на уровне 39,5 млн. тонн. Таким образом, объёмы собственного производства позволят нам в ближайшее время закрывать 75-80% нашей потребности в сахаре. Это значит, что безопасный уровень производства сахара в России практически достигнут. Россия производит 3,5-4 млн. тонн растительного масла в год, в основном подсолнечного. Тем самым мы практически полностью закрываем свои потребности в растительном масле. Доля импорта на рынке составляет не более 3%. Экспорт растительного масла, напротив, весьма внушителен и составляет примерно 25% от объёмов производства. Ситуация по мясу продолжает оставаться достаточно сложной. С одной стороны, с 2000 года в России растёт производство мяса, и мясом птицы, например, мы себя обеспечиваем почти полностью. С другой стороны, мы по-прежнему импортируем около 30% мяса и мясopодуlктов, экспорт же мяса из России незначителен. Так, в 2011 году мы произвели 7 460 тыс. тонн мясной продукции и импортировали 2 687 тыс. тонн, а потребили 10 041 тыс. тонн. Это означает, что уровень собственного производства мяса примерно

равен 75 %, что несколько меньше прописанных в Доктрине продовольственной безопасности 85 %. К 2013 году динамика следующая – производство мяса птицы увеличилось с 767 тыс. тонн в 2000 году до 3,830 млн тонн в 2013 году (то есть в 5 раз), свинина – с 1,578 млн. тонн до 2,816 млн тонн (то есть в 1,78 раза). Сложнее всего с расширением собственных объёмов производства мяса КРС, в первую очередь говядины. Так как крупный рогатый скот растёт гораздо медленнее птицы и свиней, инвестиции в производство мяса КРС несколько сложнее и рассчитаны на более долгий срок, порядка 10 лет и более. Однако на этом направлении в России уже ведётся работа – в 2014 г. в Брянской области был открыт крупнейший в России комплекс по переработке говядины, который заместит 7 % импорта этого мяса. Завод стоимостью 6 млрд рублей является частью большого проекта в Брянской области стоимостью 25 млрд рублей, и это далеко не единственный проект такого рода, так что объёмы производства будут расти и далее. Производство молока тесно завязано на поголовье коров, которое в девяностые годы было сильно сокращено. Также надо учесть, что крупный рогатый скот подразделяется на мясное и молочное направление, при этом конкретно на производство молока задействовано 8% от общего количества животных. Производство сырого молока составляет около 30 млн тонн и вот уже несколько лет держится примерно на одном уровне – равно как и производство молокопродуктов. В 2012 году в Россию было импортировано 8,52 млн. тонн молока и молокопродуктов – при собственном производстве в 31,92 млн. тонн. Большая часть импорта идёт из Белоруссии. Таким образом, уровень собственного производства молока составляет около 80 %, что меньше целевых 90 %. По объёму вылова рыбы Россия занимает пятое место в мире, что обеспечивает нам надёжную сырьевую базу в этой отрасли. Минимальная физиологическая норма потребления рыбы составляет 15,6 кг в год на человека. Таким образом, общий уровень потребления рыбы в стране не должен быть ниже 2,2 млн. тонн. Реально в России потребляется около 28 кг рыбы в год. Производство рыбопродукции превышает 3,7 млн. тонн. Таким образом, уровень продовольственной безопасности по рыбе обеспечивается с большим запасом. В 2012 году Россия собрала 29,5 млн. тонн картофеля. Это не очень высокий урожай: так, в 2006 году он

был равен 38,5 млн. тонн. Тем не менее, даже с таким урожаем Россия заняла по сбору картофеля третье место в мире, после Китая и Индии. Потребление картофеля в России снижается – более высокие доходы побуждают жителей России предпочитать картофелю более дорогие продукты. Экспорт картофеля из России незначителен. Импорт картофеля не превышает 1,5 млн. тонн в год: это, в основном, высококачественный картофель, который торговые сети закупают для ассортимента. Норма потребления картофеля, по разным источникам, составляет от 100 до 130 килограмм на человека в год: таким образом, потребности России в этом продукте составляют от 14 до 18 миллионов тонн. Наше собственное производство с большим запасом перекрывает эти потребности. Общий объем российского рынка моркови в 2012 году составил 1768,9 тыс. тонн. Доля импорта на рынке равнялась 11,5%. Обеспеченность морковью на душу населения находилась на отметках в 12,4 кг, что выше медицинской нормы, составляющей 6-10 кг. Данные по российскому рынку пищевой соли противоречивы, однако исследования сходятся в нескольких выводах: Россия импортирует около 30 % потребляемой соли, преимущественно из Украины и Белоруссии; большая доля потребления соли приходится на промышленность, прежде всего, на химическую; физиологическая потребность россиян в соли – 260 тыс. тонн в год – что значительно меньше объемов собственного производства. Если учесть, что запасы соли в месторождениях на территории России исчисляются миллиардами тонн, можно сделать вывод о том, что дефицит поваренной соли не грозит России ни при каких обстоятельствах.

Среди угроз продовольственной безопасности следует отметить чрезмерную зависимость страны от импорта продовольствия; низкий уровень платежеспособного спроса населения на пищевые продукты; ценовые диспропорции на рынке сельскохозяйственной и рыбной продукции, сырья и продовольствия; недостаточный уровень развития инфраструктуры внутреннего рынка; моральное и физическое старение материально-технической базы агропромышленного комплекса; отставание в инновационной сфере; сокращение национальных генетических ресурсов; возможное расширение производства биотоплива из сельскохозяйственной продукции и сырья; падение престижа сельскохозяйственного труда; дефицит квалифи-

цированных кадров; рост мировых цен на продовольствие; растущий вывод земли из сельскохозяйственного оборота под промышленное строительство; более непредсказуемые изменения климата.

### **Библиографический список**

1. Глобальный отчет UNAIDS, 2010.
2. Статистический отчет ВОЗ о бедности и голоде, 2011.
3. «Изменение климата и голод: меры реагирования на кризис», ВПП ООН, 2009.

**Abstract.** *In the thesis defined food security, provides data on the current state of food security in the world and in Russia, presented the critical indicators of food security and the minimum level of their own production, food security threats listed.*

**Keywords:** *food security, food.*

УДК 641.1

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, РЕАЛИЗАЦИИ И ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН-ЧЛЕНОВ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА**

**И.А. Макеева**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Подготовка российских предприятий к производству продукции по требованиям технических регламентов Таможенного союза. Пересмотр технических документов на пищевые продукты.*

**Ключевые слова:** *технические регламенты Таможенного союза, технические документы, переходный период.*

На территории государств-членов Таможенного союза (далее ТС) – России, Казахстана и Белоруссии – внедряются технические

регламенты (далее – ТР ТС), а также межгосударственные стандарты на продукты и МВИ, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований данных регламентов. Такое одновременное внедрение целой системы документов международного уровня происходит впервые. В связи с этим у производителей пищевой продукции возникает несколько важных вопросов: когда необходимо пересматривать технические документы (технические условия и т.п.) на продукты, можно ли реализовать продукцию после введения в действие ТР ТС, каким образом маркировать продукцию и упаковку для нее и пр. Также много вопросов возникает и у компаний, реализующих продукцию из-за рубежа.

Для того чтобы ответить на все вопросы, рассмотрим системы документов на примере молочной продукции, действующие в настоящее время, и документы ТС, которые будут введены в действие. В систему документов РФ для молочной продукции входят Федеральный закон РФ № 88-ФЗ «Технический регламент на молоко и молочную продукцию» с изменением №163 (далее – ТР №88-ФЗ), национальные стандарты (ГОСТ Р) на продукты и МВИ, необходимые для исполнения требований данного регламента, а также «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (далее – «Единые требования» ТС). Вся продукция, производимая и реализуемая на территории РФ, по качеству и безопасности, а также по маркировке должна соответствовать требованиям этих документов.

К системе документов ТС относятся регламенты и межгосударственные стандарты (ГОСТ). После введения в действие ТР ТС, касающихся непосредственно молочной продукции – «вертикального» ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», а также «горизонтальных», тесно связанных с ним решениями КТС – ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», а также ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», вся продукция, производимая и реализуемая на территории РФ, по качеству и безопасности, а также по маркировке должна будет соответствовать требованиям ТР ТС.

Говоря о пересмотре и внесении изменений в технические документы (ТУ и ТИ) или стандарты организаций (СТО), то эти процедуры для пищевой продукции, попадающей в правовое поле ТР ТС 021/2011, следовало проводить уже давно, т.к. регламент введен в действие 01 июля 2013 г. Касательно молочной и мясной продукции, то самое время начинать работы по пересмотру технических документов в апреле месяце 2014 г. Это позволит с 01 мая 2014 г., после введения в действия ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 032/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции» спокойно переходить на требования ТР ТС.

Между отменой документов национального законодательства и введением в действие документов межгосударственного законодательства предусмотрен определенный переходный период, необходимый для подготовки предприятий и организаций к внедрению новых документов.

В этот период необходимо пересмотреть и актуализировать фонд технических документов предприятия, приобрести новые межгосударственные стандарты; разработать новые макеты этикеток, проверить, соответствует ли получаемое сырье, пищевые добавки и упаковка новым требованиям ТС; проверить даты окончания национальных сертификатов соответствия на молочную продукцию (в случае необходимости, досрочно провести процедуру подтверждения соответствия требованиям национального законодательства (до 01.05.2014 г.), тем самым обеспечить возможность выпуска продукции до 31.12.2015 г.); ускорить работу с документацией по поставке на производство новых продуктов; начать оформление документов на соответствие законодательству ТС с датой введения в действие с 01.05.14 г. на новый ассортимент продукции и пр.

Выделим основные даты, касающиеся производства, реализации и подтверждения соответствия пищевой продукции, а также молочной и мясной продукции, имеющей специфику переходного периода:

1. Для пищевых продуктов (например, яйца, мясо птицы, продукция из мяса птицы, продукты на основе молока с заменой молочного жира более чем на 50%, специализированные пищевые продукты и др.):

- система ТР ТС (ТР ТС 005/2011, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 022/2011, ТР ТС 029/2012, ТР ТС 027/2012) введена в действие 01.07.2012 г.;
- до 15.02.2015 г. действуют документы национального законодательства на продукты;
- до 15.02.2014 г. действуют документы национального законодательства на упаковку, предназначенную для упаковывания пищевых продуктов;
- с 01.07.2013 г. целесообразно осуществлять разработку технических условий на соответствие требованиям ТР ТС. Новым документам присваивать новые обозначения, т.е. использовать новые регистрационные номера ТУ. Таким образом, действующие ТУ можно использовать до даты окончания сертификатов соответствия (деклараций соответствия), но не позднее 15.02.2015 г.;
- пищевая продукция, произведенная по национальным документам, например, 14.02.2015 г. может находиться в обороте до окончания срока годности;
- упаковка, предназначенная для упаковывания пищевых продуктов, произведенная по национальным документам, например, 14.02.2015 г. может находиться в обращении до окончания срока годности.

## 2. Для молока, мяса, молочной и мясной продукции:

- система ТР ТС (ТР ТС 033/2013 или ТР ТС 034/2013, ТР ТС 005/2011, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 022/2011, ТР ТС 029/2012, ТР ТС 027/2012) водится в действие 01.05.2014 г.;
- до 31.12.2015 г. действуют документы национального законодательства на продукты;
- до 31.12.2015 г. действуют документы национального законодательства на упаковку, предназначенную для упаковывания молочной и мясной продукции;
- в настоящее время целесообразно осуществлять разработку технических условий на соответствие требованиям ТР ТС. Новым документам присваивать новые обозначения, т.е. использовать новые регистрационные номера ТУ. Таким образом, действующие ТУ можно использовать до даты окончания сертификатов соответствия (деклараций соответствия), но не позднее 31.12.2015 г.;
- молочная и мясная продукция, произведенная по националь-

ным документам, например, 30.12.2015 г. может находиться в обороте до окончания срока годности;

- упаковка, предназначенная для упаковывания молочной и мясной продукции, произведенная по национальным документам, например, 30.12.2015 г. может находиться в обращении до окончания срока годности.

**Abstract.** *Preparation of Russian companies to produce products according to the requirements of technical regulations of the Customs Union. Revision of technical documents on foods.*

**Keywords:** *technical regulations of the Customs Union, technical documents, the transition period.*

# ХРАНЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И ТОВАРОВЕДЕНИЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

---

УДК 664.64.016:633.16«321»

## КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СЕВООБОРОТАХ С ДЛИТЕЛЬНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ЗЕЛЁНОГО УДОБРЕНИЯ

*М.Ш. Бегеулов*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье приводятся данные о влиянии длительного совместного использования зелёного удобрения и соломы на удобрение в специализированных зерновых севооборотах на урожайность и качество зерна ярового ячменя.*

***Ключевые слова:** севооборот, зелёное удобрение, яровой ячмень, урожайность зерна, физико-химические свойства, пивоваренные свойства, крупяные свойства.*

Важнейшей задачей зернового хозяйства Российской Федерации по-прежнему остаётся решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны путём производства достаточных количеств зернового сырья для нужд отечественной пищевой и комбикормовой промышленности. В последние десятилетия площади посевов под зерновыми культурами и валовые сборы зерна заметно снизились, а товарное качество зерна ухудшилось. Одним из путей решения отмеченной проблемы может быть расширение доли зерновых культур в севооборотах (с традиционных 50 до 83 %) на фоне использования пожнивных сидератов и соломы на удобрение.

Проведённые нами в период с 1992 по 2004 годы исследования в условиях длительного стационарного полевого опыта в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области подтвердили возможность и необходимость широкого использования в зерновых севооборотах на дерново-подзолистых почвах Централь-

ного района Нечернозёмной зоны пожнивной сидерации, особенно в сочетании с удобрением соломой. Изучение показателей продуктивности и качества зерна ярового ячменя в условиях опыта проводилось в 1992-1996 гг. и в 2003-2004 гг. Накопительный эффект позитивного влияния длительного использования зелёного удобрения на урожайность и качество зерна наиболее ярко проявился к концу 4-й ротации шестипольных севооборотов (2004 г).

Использование горчицы белой в качестве пожнивной сидеральной культуры способствовало повышению плодородия почвы, снижению засорённости посевов, улучшению фитосанитарного состояния, что нивелировало негативное влияние высокого насыщения севооборотов зерновыми культурами на урожайность и качество выращиваемого зерна. Насыщение площади посева зерновых культур в севообороте с 50 до 87% приводило в годы исследований к существенному снижению урожайности зерна ярового ячменя на 0,41-0,54 т/га (табл.1).

*Таблица 1*

**Урожайность зерна ярового ячменя, т/га**

Севообороты и % зерновых	Удобрение	Урожайность, т/га		
		2003 г.	2004 г.	В среднем за 24 года (1981- 2004)
Плodosменный - 50	N96P120K104	3,78	4,46	3,28
Зерноотравяной - 67	N96P120K104	3,49	4,05	3,01
Зерновой - 83	N96P120K104	3,37	3,92	2,89
Зерновой - 83	N96P120K104 + ПС	3,54	4,11	3,12
Зерновой - 83	N96P120K104 + ПС+С	3,70	4,30	3,18
Бесменныe посевы ячменя с 1981 г.	Без удобрений	1,70	1,19	1,28
	N96P120K104	3,29	3,61	2,59
	N96P120K104 + ПС	2,96	3,61	2,64
	N96P120K104 + ПС+С	3,19	3,70	2,65
НСР <sub>05</sub> , т/га		0,35	0,39	0,34

Длительное совместное использование пожнивной сидерации (ПС) и соломы на удобрение (С) повышало урожайность на 0,33-0,38 т/га, по средним данным за 24 года это повышение составило 0,29 т/га. При этом урожайность зерна ярового ячменя в севообороте с максимальным насыщением зерновыми культурами на фоне использования зелёного удобрения и соломы на удобрение существенно не отличалась от урожайности, зафиксированной в плодосменном севообороте.

Отмеченная тенденция наблюдалась и при длительном использовании пожнивной сидерации совместно с соломой на удобрение в бессменных посевах ярового ячменя. По физико-химическим свойствам зерно в вариантах опыта различалось не столь существенно (табл. 2). Так, натура зерна находилась на уровне 615-630 г/л, масса 1000 зёрен – 33,6-37,1 г, плёнчатость – 9,4-10,8%. При насыщении полевого севооборота зерновыми культурами отмечена тенденция снижения натуры зерна на 8-13 г/л, а массы 1000 зёрен – на 0,9-1,5 г. Использование пожнивной сидерации и соломы на удобрения в зерновом севообороте в годы исследований не оказало положительного влияния на указанные показатели качества. В бессменных посевах ярового ячменя значения показателей натуры зерна (615-625 г/л), массы 1000 зёрен (33,8-35,2 г), плёнчатости (9,7-10,8 %) заметно не отличались по сравнению с показателями качества зерна, выращенного в вариантах севооборотов. Однако во всех вариантах плёнчатость превышает 9% - максимальный уровень, рекомендуемый для зерна ячменя, пригодного для нужд пивоварения. Выравненность зерна по средним данным за 2 года колебалась от 81 до 88%. При насыщении севооборота зерновыми культурами отмечена некоторая тенденция к её снижению.

При характеристике пивоваренных свойств зерна ячменя особое внимание обращают на такие показатели качества, как: энергия и способность прорастания зерна, массовая доля белка и крахмала, экстрактивность.

Значительного ухудшения качества зерна по вышеназванным показателям при расширении доли зерновых культур в севообороте не наблюдалось.

Таблица 2

**Технологические свойства зерна ярового ячменя (в среднем за 2003-2004 гг.)**

Севообороты и % зерновых	Удобрение	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %
Плодосменный -50	N96P120K104	630	37,1	10,8
Зернотравяной -67	N96P120K104	617	36,2	10,1
Зерновой - 83	N96P120K104	622	36,1	9,4
Зерновой - 83	N96P120K104 + ПС	618	35,6	10,7
Зерновой - 83	N96P120K104 + ПС+С	622	33,6	9,5
Бессменные посевы ячменя с 1981 г.	Без удобрений	617	33,8	10,2
	N96P120K104	625	33,8	10,8
	N96P120K104 + ПС	615	35,1	9,9
	N96P120K104 + ПС+С	621	35,2	9,7

Севообороты и % зерновых	Энергия прорастания, % *	Способность прорастания, % *	Выравненность, %	Белок, %	Крахмал, %	Экстрактивность, %
Плодосменный -50	94	95	88	13,5	57,9	77,2
Зернотравяной -67	94	95	86	13,2	58,4	77,3
Зерновой - 83	97	98	86	12,9	59,2	78,0
Зерновой - 83	95	96	85	13,0	58,8	77,5
Зерновой - 83	94	96	81	13,1	58,3	77,4
Бессменные посевы ячменя с 1981 г.	94	94	85	11,4	60,0	78,4
	97	98	84	12,1	60,3	78,3
	98	98	85	12,3	59,5	77,9
	98	97	85	12,7	59,2	77,8

\* - данные за 2004 год.

Некоторое снижение энергии и способности прорастания зерна отмечено при длительном бессменном возделывании ярового ячменя (94%). При этом внесение минеральных удобрений, использование пожнивной сидерации и соломы на удобрение позволяет нивелировать отрицательное влияние на эти показатели качества в бессменной культуре. Массовая доля белка и крахмала в вариантах опыта по средним данным за два года колебались от 11,4 до 13,5 и от 57,9 до 60,3% соответственно. Во всех вариантах, за исключением бессменных посевов ячменя без удобрений, содержание белка превышало 12%, что не соответствует норме требований стандарта на пивоваренный ячмень. В бессменных посевах при использовании пожнивной сидерации совместно с удобрением отмечена тенденция повышения содержания белка в зерне на 0,6%. Экстрактивность в вариантах опыта находилась в пределах 77,2-78,4%. Пивоваренный ячмень, как считается, должен иметь экстрактивность 70-82%.

В связи с тем, что на фоне высоких доз минеральных удобрений формируется зерно ячменя, не отвечающее требованиям стандарта на ячмень пивоваренный, нами была проведена оценка крупяных свойств зерна, выращенного в условиях опыта. Выход крупы в вариантах опыта был на уровне 44,5-45,6%; цвет и вкус перловой каши – 4 балла; коэффициент развариваемости – 6,2-6,7; консистенция каши – рассыпчатая.

Таким образом, исследованиями установлена эффективность длительного использования пожнивной сидерации и соломы на удобрение в специализированных зерновых севооборотах. Качество зерна ячменя, выращиваемого в зерновых севооборотах с 83% зерновых культур с использованием указанных органических удобрений, не ухудшается на фоне сохранения урожайности на уровне, отмеченном в плодосменном севообороте. При этом выход зерна с единицы посевной площади значительно увеличивается, что может способствовать повышению экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

### **Библиографический список**

1. Бегеулов М.Ш. Биологизация растениеводства и качество зерна пшеницы // Агро 21, 2000, №10. – С.20-21.

2. Довбан К.И. Зелёное удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.

3. Лошаков В.Г., Личко Н.М., Эльмер Ф., Бегулов М.Ш. Влияние зеленого удобрения на урожайность и технологические свойства зерна озимой пшеницы и ярового ячменя // Зерновые культуры, 1999, №3. – С.13-18.

**Abstract.** *In article data on influence of long sharing of green fertilizer and straw on fertilizer are provided in specialized grain crop rotations on productivity and quality of grain of spring barley.*

**Keywords:** *crop rotation, green manure, spring barley, grain yield, physico-chemical properties, the brewing properties, grain properties.*

УДК 664.66:543.21

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА С ЦЕЛЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**М.Ш. Бегулов, Е.О. Кармашова**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В статье представлены результаты изучения влияния ценных побочных продуктов переработки растительного сырья на качество хлеба. Установленные различия в энергии активации исследуемых объектов, с точки зрения хлебопечения, позволяют проводить разработку индивидуальных режимов выпечки, в зависимости от особенностей химического состава предусмотренных рецептурой различных растительных добавок.*

**Ключевые слова:** *жмых, кедровый орех, ядро, масло, жмых кунжута, микрокристаллическая целлюлоза, жмых тыквенных семечек, физические свойства теста, обогащенный хлеб.*

В настоящее время в отраслях пищевой промышленности ежегодно образуется около 40 млн. т вторичных ресурсов, использующихся лишь на 15-30%, а значительная часть, содержащая большое количество микро- и макронутриентов остается в отходах [1]. В связи с этим нами была изучена возможность применения в хлебопечении таких ценных побочных продуктов переработки растительного сырья, как: микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) (96% клетчатки), жмыхи ядра кедрового ореха (ЖКО) (12% клетчатки) и тыквенных семян (ЖТС) (20% клетчатки), отличающихся, по сравнению с пшеничной мукой, повышенным содержанием не только клетчатки, но и белка, жира, минеральных веществ, витаминов [2, 3, 4].

Для проведения исследований были подготовлены смеси муки пшеничной высшего сорта с использованием указанных растительных продуктов в следующих количествах от массы пшеничной муки: 1, 3, 5% МКЦ; 5, 10, 15% ЖКО; 7, 14, 21% ЖТС. Также изучено влияние совместного применения указанных ценных побочных растительных продуктов в следующих вариантах: 2% МКЦ+5% ЖКО+7% ЖТС; 2% МКЦ+10% ЖКО+3,5% ЖТС; 3% МКЦ+15% ЖКО+10% ЖТС.

По результатам пробной лабораторной выпечки максимальный объемный выход хлеба был отмечен в варианте с использованием 5% кедрового (ЖКО) ( $590 \text{ см}^3$ ) (таблица 1). В данном случае объемный выход увеличивался на  $110 \text{ см}^3$  по сравнению с контролем. Дальнейшее повышение массовой доли кедрового жмыха не было столь эффективным. В вариантах опыта с добавлением 3% МКЦ, 7-14% ЖТС, а также при совместном использовании 2% МКЦ, 10% ЖКО, 3,5% ЖТС наблюдалось повышение объемного выхода хлеба на 90, 40-65 и  $45 \text{ см}^3$  соответственно.

Формоустойчивость подового хлеба во всех вариантах опыта изменялась от 0,37 до 0,66. В случае использования изученных растительных добавок в максимальных дозировках (за исключением МКЦ) имелась тенденция к снижению формоустойчивости хлеба.

Применение растительных добавок не приводило к существенному ухудшению качества мякиша хлеба, его пористости и эластичности. В большинстве случаев форма поверхности была полуовальная (3 балла), за исключением вариантов с 14% ЖТС, с совместным использованием 2% МКЦ, 10% ЖКО, 3,5% ЖТС (овальная – 4 балла).

Таблица 1

**Хлебопекарная оценка по результатам пробной  
лабораторной выпечки**

Вариант	Качество подового хлеба			Объёмный выход хлеба, см <sup>3</sup> /100 г муки	Общая хлебопекарная оценка, балл*
	h, мм	d, мм	h/d		
Мука пшеничная высшего сорта (МПВС, контроль 1)	61,0	123,0	0,49	480,0	3,4
МПВС + 1% МКЦ	63,0	119,0	0,53	490,0	3,4
МПВС + 3% МКЦ	71,0	120,0	0,59	570,0	3,4
МПВС + 5% МКЦ	79,0	119,0	0,66	505,0	3,1
МПВС + 5% ЖКО	67,0	134,0	0,50	590,0	3,6
МПВС + 10% ЖКО	61,0	131,0	0,47	525,0	3,6
МПВС + 15% ЖКО	59,0	125,0	0,47	510,0	3,4
МПВС + 7% ЖТС	67,0	112,0	0,59	520,0	3,6
МПВС + 14% ЖТС	65,0	112,0	0,58	545,0	3,7
МПВС + 21% ЖТС	50,0	105,0	0,47	305,0	3,1
МПВС + 2% МКЦ, 5% ЖКО, 7% ЖТС	60,0	134,0	0,45	480,0	3,4
МПВС + 2% МКЦ, 10% ЖКО, 3,5% ЖТС	61,0	136,0	0,45	525,0	3,6
МПВС + 3% МКЦ, 15% ЖКО, 10% ЖТС	52,0	140,0	0,37	460,0	3,2
НСР0.05				17,1	

\*без учета цвета мякиша

Во всех вариантах цвет корки был золотисто-коричневым (интенсивная реакция меланоидинообразования) (5 баллов), исключение составил вариант с внесением 5% МКЦ (3 балла). При использовании растительных добавок в большинстве случаев отмечалась сравнительно крупная толстостенная пористость (3 балла). В варианте с совместным добавлением 2% МКЦ, 10% ЖКО, 3,5% ЖТС пористость была сравнительно крупная неравномерная (3,5 балла).

Результаты пробной лабораторной выпечки показали, что при использовании 5% МКЦ, 21% жмыха тыквенных семян общая хлебопекарная оценка составила 3,1 балла (удовлетворительная оценка). При внесении 1-3% микрокристаллической целлюлозы, 5-15% жмыха ядра кедрового ореха, 7-14% жмыха тыквенных семян, совместно использовании растительных добавок хлебопекарная оценка изменялась в пределах 3,2-3,7 балла (вполне удовлетворительная оценка).

С целью совершенствования технологического процесса производства обогащенного хлеба с учетом особенностей химического состава используемых растительных ингредиентов, нами проведен дифференциально-термический и термогравиметрический анализ исходного сырья с применением термоаналитического комплекса на базе модифицированного дериватографа Q-1500 D. По имеющимся данным наблюдается полное сохранение структуры клетчатки при температуре (230°C), соответствующей выпечке хлебобулочных изделий. Однако, показатель энергии активации у использованных в опыте растительных добавок заметно отличается от этого показателя у пшеничной муки. Так, энергия активации в пробах пшеничной муки находилась на уровне 234,53 кДж/моль; МКЦ – 206,54; кедровом жмыхе – 173,20; тыквенном жмыхе – 162,91 кДж/моль. Как известно, энергия активации – это минимальное количество энергии, которое требуется сообщить системе, чтобы произошла реакция. Энергия активации является основным фактором, определяющим скорость той или иной реакции: чем больше энергия активации, тем медленнее протекает реакция, и наоборот, чем меньше энергия активации, тем быстрее при данной температуре будет протекать данный процесс. Изученные нами растительные добавки обладают заметно меньшей энергией активации по сравнению с энергией активации пшеничной муки: на 61,3 и на 71,6 кДж/моль у кедрового и тыквенного жмыхов соответственно. Это объясняет более интенсивный процесс меланоидинообразования в вариантах с применением ценных побочных продуктов переработки растительного сырья. Таким образом, можно рекомендовать более низкие температурные режимы выпечки при большей продолжительности выпечки хлебобулочных изделий с использованием указанных растительных добавок.

### Библиографический список:

1. Погожих Н.И., Одарченко Д.Н., Сподаров Е.В., Сорокопудов В.Н., Мячикова Н.И. Исследование функционально-технологических свойств овощных жмыхов // Хранение и переработка сельхозсырья, 2013, № 11. – С. 21-24.
2. Субботина М.А. Минеральный состав и показатели безопасности семян сосны кедровой сибирской // Вестник КрасГАУ, 2009, № 5, С.174-177.
3. Васильева А.Г. Касьянов Г.И., Деревенко В.В. Комплексное использование тыквы и ее семян в пищевых технологиях. – Краснодар: Экоинвест, 2010. – 144 с.
4. Скурихин И.М., Скурихин И.М., Тутельян В.А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. // Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

**Abstract.** *In the article researches results of influence of by-products from plant material and developed mixture «Gifts of nature» on the physical properties of dough and bread quality are presented. Established differences in the activation energy of the objects in terms of baking, allow for the development of individual modes baking depending on the characteristics of the chemical composition, formulation provided various herbal supplements.*

**Keywords:** *oil cake pine nut kernel, oil cake sesame seeds, microcrystalline cellulose, oil cake pumpkin seeds, physical properties dough, enriched bread.*

## ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХЛЕБА

**О.Н. Бердышникова<sup>1</sup>, Г.Г. Юсупова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБНУ НИИХП, <sup>2</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** В работе представлен анализ влияния биоконцентратов на микробиологическую безопасность хлебобулочных изделий, физические свойства муки, и качество готовой продукции.*

***Ключевые слова:** микробиологическая безопасность, биоконцентраты, закваски, пропионовокислые бактерии, ацидофильные бактерии, хлебобулочные изделия, картофельная болезнь хлеба.*

Среди биологических методов обеспечения микробиологической безопасности наиболее перспективными являются защитно-профилактические препараты на основе микроорганизмов, созданные с использованием биокатализа для получения натуральных биокорректоров микробной контаминации муки и хлебобулочных изделий. Разработанные биокорректоры – биоконцентраты на основе кислотообразующих пропионовокислых и ацидофильных бактерий – используются на стадии приготовления теста. Правильно подобранные композиции микроорганизмов обеспечивают точное воздействие на технически вредную микрофлору, определенные микро- и макронутриенты, корректировку пониженных свойств сырья, улучшают качество сырья и готовой продукции. Существующая технология приготовления традиционных кислых полуфабрикатов (заквасок) длительна и трудоемка для предприятий, работающих в одну-две смены. В связи с вышесказанным большой интерес представляют разработанные сухие биоконцентраты, обладающие следующими преимуществами:

- технологичны, не требуют сложных дорогостоящих технических средств, значительных трудовых и временных затрат;
- удобны при использовании в технологическом процессе при-

готовления теста, не требуют громоздких дорогостоящих дозирующих аппаратов;

- не ухудшают технологические и хлебопекарные свойства муки. Они светлых оттенков, без резких неприятных запахов и привкусов и представляют собой сухие порошкообразные препараты с крупностью, зольностью и влажностью, не ухудшающими показатели муки и теста;

- обладают высокой сыпучестью и низкой распыляемостью, что позволяет обеспечить высокую точность дозирования, предотвратить ухудшение условий труда персонала и повысить технику безопасности производства;

- имеют низкую влажность, не слеживаются и имеют длительный срок хранения.

Важным требованием, предъявляемым к биоконцентрам, является сохранение жизнеспособности микроорганизмов при высушивании. Поскольку в процессе сушки микробной массы в клетках происходят существенные изменения, концентрируются минеральные и токсические вещества, что инактивирует биологически активные компоненты, приводит к денатурации белков и нарушает жизнеспособность клеток.

В ходе эксперимента использовались лиофилизированные биоконцентраты пропионовокислых и ацидофильных бактерий.

Биоконцентрат на основе пропионовокислых бактерий представляет собой моновидовой лиофилизированный концентрат, состоящий из пропионовокислых бактерий вида *Propionibacterium freudenreichii*. Количество жизнеспособных клеток не менее 250 тыс. КОЕ/г. Кислотность биоконцентрата составляла 17-19 град.

Биоконцентрат на основе ацидофильных бактерий представляет собой моновидовой лиофилизированный концентрат молочно-кислых палочек вида *Lactobacillus acidophilus*. Количество жизнеспособных клеток не менее 300 тыс. КОЕ/г. Кислотность составляла 15...17 град.

Сухой биоконцентрат вносился в тесто на стадии замеса в концентрациях: 1.0; 3.0; 5.0; 7.0; 10.0 %. Следует отметить, что при внесении 10% биоконцентрата хлеб, находясь в провокационных условиях, оставался без признаков заболевания до 150 часов. Но при таком про-

центном содержании биоконцентрата качество хлеба ухудшается: снижается объем хлеба, уплотняется мякиш, снижаются сенсорные показатели. Кроме того, снижается экономическая эффективность метода.

Внесение одного процента биоконцентрата не создает барьерных условий, хлеб заболевает картофельной болезнью, не выдерживая 36 часов.

Биоконцентраты с пропионовокислыми бактериями обладают ингибирующим действием, поскольку, как показано ранее, образуют пропионовую, уксусную, муравьиную и другие органические кислоты, перекисные соединения, антибиотический полипептид-пропианин. В целях установления бактерицидного действия в опытах была использована мука с разной степенью зараженности: 3•10<sup>2</sup>, 4•10<sup>3</sup>, 1•10<sup>4</sup>, 2•10<sup>5</sup>. Хлеб, выпеченный из образцов этой муки, в контрольном варианте заболел не позднее 36 часов, находясь в провокационных условиях. Установлено, что наиболее эффективной является концентрация закваски 3.0; 5.0; 7.0%.

Одновременно с установлением бактерицидных свойств биоконцентрата выявлено улучшение структурно-механических свойств и физико-химических показателей мякиша.

Пропионовокислый биоконцентрат улучшает состояние мякиша, пористость, но с повышением концентрации значения обоих показателей снижаются. Применение биоконцентрата пропионовокислых бактерий способствует образованию равномерно распределенных по всему объему однородных тонкостенных пор.

Немаловажным показателем качества хлеба является кислотность мякиша. Отмечено незначительное увеличение кислотности при повышении концентрации закваски, некоторое снижение влажности мякиша.

Такой результат, по-видимому, связан с низкой влажностью биопрепарата (4 %). И это сказывается на качестве, формоустойчивости, пористости и реологических свойствах мякиша.

Удельный объем повышается в обратной зависимости от концентрации закваски: чем ниже доза внесения биопрепарата, тем значительнее показатель.

В результате проведенного эксперимента выявлено: биопрепараты на основе пропионовокислых бактерий эффективно пре-

дотвращают развитие возбудителей картофельной болезни хлеба и улучшают качественные показатели и потребительские свойства хлебобулочных изделий.

Бактерицидность биоконцентрата ацидофильных бактерий подтверждается микробиологическим методом и пробной лабораторной выпечкой. В лунки, размещенные на поверхность газона с чистой культурой *Bacillus subtilis*, вводятся различные дозы биоконцентрата: 3; 5; 7%. Все дозы проявляют бактерицидный эффект.

Для пробной лабораторной выпечки использовалась мука с различной степенью зараженности возбудителями картофельной болезни хлеба.

Бактерицидный эффект проявляется в зависимости от степени зараженности муки и дозы вносимого биоконцентрата. При увеличении дозы биоконцентрата на фоне пониженной численности возбудителей проявляется его подавляющее действие. При внесении 10,0% биоконцентрата полностью устраняются признаки заболевания в провокационных условиях. Использование биоконцентрата ацидофильных бактерий способствует улучшению физико-химических и структурно-механических свойств мякиша хлеба. Хлеб отличается лучшими по сравнению с контрольными показателями (объемного выхода, формоустойчивости), равномерным распределением по всему объему тонкостенных пор.

В ходе эксперимента контролировалась динамика поведения теста в процессе его замеса. Во время тестирования фиксировали водопоглотительную способность (ВПС), время образования (развития теста), устойчивость (стабильность) теста при замесе и разжижение теста, а также показатель “силы” муки и его консистенцию в процессе замеса теста. Показатель водопоглощения коррелирует с показателем объемного выхода хлеба. Чем выше водопоглощение, тем больше объемный выход хлеба. Измерялись клейстеризующие свойства и ферментативная активность муки пшеничной. Осуществлялся контроль динамики реологического поведения теста из пшеничной муки при объемном растяжении определенной пробы с помощью воздуха и определение упругих, пластичных и эластичных свойств. Установлена связь между ферментационной способностью муки и свойствами белкового каркаса.

В результате проведенного эксперимента установлено: эффективное предотвращение развития картофельной болезни хлеба и улучшение качественных показателей и потребительских свойств хлебобулочных изделий достигается за счет применения биоконцентратов на основе пропионовокислых и ацидофильных бактерий.

### **Библиографический список:**

1. Юсупова Г.Г. Бердышникова О.Н. Методы контроля качества муки по реологическим свойствам // Хлебопечение России, 2010, №1. – С.17-18.
2. Юсупова Г.Г., Сорокина О.Н., Бердышникова О.Н., Влияние заквасок, приготовленных с использованием биоконцентрата пропионовокислых бактерий, на качество теста. // Сборник научных статей по итогам научно-практической конференции с международным участием « Наука и практика в управлении качеством метрологии и сертификации». – М., 2014. – С. 116-123.
3. Леонов О.А., В.В. Карпузов, Н.Ж. Шкаруба. Метрология, стандартизация, сертификация – М.:КолосС, 2009 – 540 с.

**Abstract:** *in this paper is an analysis of the influence of the bio concentrates microbiological safety of bakery products, the physical properties of the flour, and the quality of the finished product.*

**Keywords:** *microbiological safety, biodegradable concentrates, ferments, propionic acid bacteria, acidophilus bacteria, bakery products, potato disease of bread.*

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ СВОЙСТВ ЗЕРНОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Е.И. Кузнецова<sup>1</sup>, М.С. Мантров<sup>2</sup>, К.И. Беридзе<sup>3</sup>, Д.И. Максеев<sup>3</sup>,  
И.П. Козырева<sup>3</sup>, М.А. Осанова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ВЦОКС, <sup>2</sup> МичГАУ, <sup>3</sup> РГАЗУ

**Аннотация.** В многолетних полевых опытах (1992 – 2013 гг.) доказана эффективность биопрепарата Спирулины в сочетании с экологически безопасным МДД, оказывающих существенное влияние на продуктивность растений и фракционный состав семян зерновых, крупяных культур, а также кормовой, сахарной свеклы; льна масличного и долгунца, зернового сорго, картофеля, многолетних бобовых и садовых культур.

**Ключевые слова:** мелкодисперсное дождевание, биологическая активность почвы, азотфиксация, биопрепарат Спирулины, сохранность семян, фракционный состав семян.

Целью исследований является научное обоснование новых концепций в оценке свойств сельскохозяйственных культур.

При оценке качества сортов необходимо иметь данные или информацию о температурном и водном режиме вегетационного периода системы «почва-растение-атмосфера» исследуемых полей, перепадах температур в системе «почва-лист-воздух».

Одним из экологически безопасных способов полива и регулирования микро и фитоклимата посева при возделывании полевых и садовых культур является мелкодисперсное дождевание (МДД).

У бобовых культур процессы азотфиксации в почве тесно связаны с фотосинтезом, который в свою очередь зависит от влаго-и теплообеспеченности.

Температура приземного слоя воздуха как на полевых, так и на садовых культурах (картофель, лен масличный, корнеплоды, сорго зерновое, многолетние бобовые травы, капуста; смородина черная, зеленая, красная, яблони) при экологически безопасном мелкодисперсном дождевании (МДД) на 2-5 °С ниже, чем без полива, что

значительно влияет на сохранность почвенной влаги и процессы фотосинтеза растений, технологические свойства сортов, в частности фракционный состав семян. Изменяя с помощью МДД фитоклимат посева, мы тем самым ведем рост и развитие растений к нормальному формированию семян. Так на семенной сахарной свекле фракционность достигает в среднем 4,5-5,5 мм, т.е. процент мелкозерра сокращается до минимума, а следовательно, в итоге имеем высококачественные семена.

Важнейший показатель микро и фитоклимата – влажность приземного слоя воздуха под действием МДД повышается на 12-20%, что влияет на сохранность цветков в фазу цветения как на полевых культурах (зерновые, картофель, капуста, лен), так и на плодово-ягодных растениях (яблони, смородина), а также на показатели хранения и переработки.

Опыты проводили на дерново-подзолистых почвах Московской, Тверской и Владимирской областей в 2002-2013 г.г. на окультуренных полях РГАЗУ, ВНИИ КХ им. А.Г. Лорха, монастырских землях по общепринятой методике, а также в Чуйской долине Киргизии (1985-1989 г.г.).

Мелкодисперсное дождевание проводили ОПШ – 0,6 (производитель НПО «Радуга»), опыты проводили согласно общепринятым методикам.

В опытах с картофелем сорта Сатурна на легкосуглинистых и среднесуглинистых почвах на контрольных вариантах и вариантах с МДД и Спирулиной диапазон изменчивости показателей составляет:

- число глазков от 5 до 12;
- содержание сухого вещества от 16,2% до 31,3%;
- содержание крахмала от 9,9 до 21,2%.

Высокая достоверная степень связи существует между показателями микроклимата и выровненностью семян, коэффициент корреляции равен -0,77. Так в опытах с масличным льном сорта Авангард и FLANDERS при использовании МДД в сочетании с биокорректором Спирулиной в засушливых 2007, 2010 годах количество ветвей 1 порядка было в три раза больше, чем на контроле и соответственно семян более 25 ц/га, а на контроле не более 6,5 ц/га.

Потери продуктов при хранении – следствие их физических и физиологических свойств, ошибки в технологии возделывания сельскохозяйственных культур отражаются в последующих процессах хранения и переработки.

*Таблица 1*

**Влияние экологически безопасного мелкодисперсного дождевания в сочетании со Спирулиной на биологическую активность почвы и сохранность семян**

Группа	Средневлажные годы			Среднесухие годы		
	биологическая активность почвы, % / оптимальный фракционный состав, %		число травмир. семян, %	биологическая активность почвы, % / оптимальный фракционный состав, %		число травмир. семян, %
	Без МДД	С МДД		Без МДД	С МДД	
контроль	20,1 / 35,1	22,5 / 54,3	38,0 ± 2,50	17 / 27,5	21,4 / 63,5	42,3 ± 2,4
опыт	67,5 / 39,7	75,9 / 67,6	15,0 ± 2,60	65,0	63,3 / 81,7	14,7 ± 2,3

Данные таблицы №1 убедительно свидетельствуют о значительном влиянии экологически безопасного мелкодисперсного дождевания МДД с диаметром капель 300-600 микрон, разовой нормой увлажнения 0,6-0,8 м<sup>3</sup>/га и интервалом между увлажнениями 3-5 часов на плодородие почвы, фракционный состав семян, в том числе семенников кормовой и сахарной свеклы, льна масличного и долгунца. Очень важно, что исключаются эрозионные процессы, так как капли мелкодиспергированной воды диаметром 300-600 микрон поглощаются устьицами растений, а при обычном дождевании капли стекают с листа растений, так как их диаметр более 1 мм (1000 микрон).

**Библиографический список:**

1. Кузнецова Е.И., Цыб С.И. Влияние мелкодисперсного дождевания на улучшения фитоклимата среды растений и фракционный состав семенной сахарной свеклы. – Фрунзе: Госагропром Кирг. ССР, 1989.
2. Кузнецова Е.И., Мухамеджанов Э.Р., Кочетов А.С. Пути повышения плодородия почв при возделывании агроценозов: новые

мелиоративные направления // Материалы Межд. науч.-практ. конф. «3 Костычевские чтения». РГАЗУ. – Воронеж: Истоки, 2010. – С. 40-43.

3. Кузнецова Е.И., Степанюк Н.В. Актуальные задачи земледелия // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: Труды IV Межд. науч. конф., посвящ. 40-летию СО РАСХН (22-23 апреля 2010 г., пос. Краснообск), Ч.1. – Новосибирск, 2010. – С. 101-104.

4. Кузнецова Е.И., Беридзе К.И. Основные принципы и параметры мелкодисперсного дождевания в Нечерноземье. // Мат-лы Межд. науч.-практ. конф. «3 Костычевские чтения» РГАЗУ. – Воронеж: Истоки, 2010. – С. 47-50.

5. Кузнецова Е.И. Проектирование, экономическая эффективность и прогнозирование новых способов полива. Учебно-методическое пособие. – М.: РГАЗУ, 2009 – 52 с.

6. Никифоров С.В., Кузнецова Е.И. Картофель в Нечерноземной зоне России. Монография. – Балашиха, 2011. – 116 с.

7. Кузнецова Е.И., Клопов М.И., Закабунина Е.Н., Снопич Ю.Ф. Роль водного режима и биопрепаратов в жизнедеятельности растительного и животного мира. Монография. – М.: РГАЗУ, 2012 – 260 с.

**Abstract.** *In long-term field experiments (1992 - 2013 onwards) proved the effectiveness of the biological product of Spirulina in combination with environmentally friendly DMD, has a significant impact on productivity and fractional composition of seeds, grains, cereals, fodder, sugar beet, linseed and flax, grain sorghum, potato, perennial legumes and horticultural crops.*

**Keywords:** *fine sprinkling of biological Activity of the soil, nitrogen fixation, biologics Spirulina, preservation of seeds, fractional composition of seeds.*

## РЕЖИМЫ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН АСТРЫ ОДНОЛЕТНЕЙ

*И.П. Лаврик*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Семена астры однолетней в обычных условиях хранения резко снижают посевные качества. Исследования показали, что наиболее благоприятной влажностью для хранения семян в течение 42 месяцев, оказалась 9,0% и ниже, то есть влажность ниже критической на 1,5% и более. Использование низких положительных температур (условия холодильника) при хранении семян, как фактора, значительно увеличивающего их сохранность, справедливо и для астры однолетней. Полевая всхожесть семян подтверждает выявленные закономерности.*

***Ключевые слова:** семена, астра однолетняя, критическое содержание влаги, всхожесть, энергия прорастания.*

Семена астры однолетней в обычных условиях хранения резко снижают посевные качества. Это создает многочисленные трудности при работе с такими семенами. Поэтому необходима разработка научно обоснованных режимов и способов хранения этих семян.

Была исследована динамика изменения посевных качеств семян астры однолетней, каждые полгода, в течение 42 месяцев (4 зимних сезона). Семена хранились при двенадцати градациях влажности, от 3,4% до 16,7%. Они охватывали уровни критической влажности, выше, ниже и значительно ниже критической. Критический уровень влажности для семян астры однолетней равен около 10,5%. Для исследования сохранности семян астры однолетней при различных температурных режимах были заложены следующие варианты: хранение семян в лабораторных условиях при постоянной положительной температуре, на уровне комнатной; хранение семян при переменной температуре в складских условиях; хранение семян в охлаждаемых условиях (холодильник), при низких положительных температурах (+2...+4°C).

Исследования показали, что наиболее благоприятной влажностью для хранения семян в течение 42 месяцев в охлаждаемых условиях (таблица 1) оказалась 9,0% и ниже, то есть влажность ниже критической на 1,5% и более. При этих уровнях влажности и при дальнейших сроках хранения отмечена небольшая тенденция (до 5%) к снижению посевных качеств.

Таблица 1

**Динамика изменения посевных качеств семян астры  
однолетней в зависимости от влажности при хранении в  
охлаждаемых условиях**

Срок хранения, мес.	Энергия прорастания, %						Лабораторная всхожесть, %					
	12	18	24	30	36	42	12	18	24	30	36	42
3,4	87,0	81,0	87,0	90,0	90,0	89,5	91,0	86,0	89,5	93,5	88,0	85,0
3,9	82,0	92,0	89,0	90,5	87,0	85,5	90,0	94,0	93,0	92,0	89,5	75,5
4,6	90,0	91,0	87,5	89,5	75,1	70,0	94,0	93,0	91,0	91,5	90,5	76,6
4,9	81,0	80,0	84,0	90,0	82,5	82,0	92,0	87,0	87,5	93,0	89,5	89,5
5,8	89,0	88,5	86,0	85,5	85,0	82,5	93,0	91,5	90,5	89,5	89,0	89,0
6,9	95,0	85,0	84,0	91,0	89,5	81,0	96,0	88,0	92,0	92,0	89,5	80,5
7,9	90,0	91,0	85,0	90,0	82,5	80,5	93,5	95,0	89,5	89,5	89,5	85,0
8,6	89,0	89,5	87,0	82,5	88,0	87,0	93,5	93,0	90,0	90,0	92,5	91,5
9,0	84,0	84,0	86,0	87,5	87,5	75,5	90,0	89,0	91,0	91,0	91,5	90,1
9,3	85,5	88,0	85,0	85,0	80,0	78,5	90,5	91,5	90,0	90,0	90,0	89,5
11,8	51,0	54,0	51,0	48,5	53,0	52,5	78,5	73,0	70,5	70,5	70,0	71,0
16,7	4,5	3,5	1,0	1,0	1,0	0,0	39,5	37,5	30,5	30,5	26,0	23,5
НСР= 6,44							НСР= 5,58					

Более существенное снижение отмечено у семян с влажностью 9,3 % и более, то есть у семян с влажностью также ниже критической (на 1%). Но наибольшее снижение отмечено у семян с влажностью 11,8-16,7%, то есть выше критического уровня. У этих семян резко снижаются посевные качества даже после короткого периода хранения, а при более длительном хранении – равны нулю.

Необходимо отметить, что семена с влажностью ниже критической на 2% и более сохранили посевные качества на высоком

уровне при хранении по другим вариантам. Небольшое снижение (около 10%) отмечено для семян влажностью 9% при хранении в лабораторных условиях (таблица 2).

Таблица 2

**Динамика изменения посевных качеств семян астры  
однолетней в зависимости от влажности при хранении в  
лабораторных условиях**

Срок хранения, мес.	Энергия прорастания, %						Лабораторная всхожесть, %					
	12	18	24	30	36	42	12	18	24	30	36	42
3,4	88,5	96,0	90,0	91,0	80,5	74,5	92,0	97,0	90,0	96,0	80,0	71,0
3,9	84,0	90,0	84,5	84,5	70,0	60,5	93,0	92,0	92,0	85,5	82,0	70,5
4,6	91,0	91,0	90,0	80,0	75,0	62,0	92,5	92,0	92,0	85,5	85,5	79,0
4,9	87,5	87,0	87,0	82,0	80,0	76,5	93,0	91,5	91,0	91,0	76,0	75,5
5,8	90,0	93,0	86,0	86,0	80,0	62,0	94,0	95,0	92,0	91,5	79,5	69,0
6,9	90,5	89,5	86,0	86,0	75,0	69,0	94,0	92,0	90,0	92,5	70,0	67,0
7,9	86,0	90,0	90,5	73,0	65,5	60,1	95,0	95,5	92,0	85,5	78,0	64,5
8,6	88,0	85,5	85,0	78,0	72,0	70,0	93,5	89,0	89,0	89,5	64,0	58,5
9,0	82,0	83,5	72,5	63,5	60,5	50,0	91,5	90,5	80,0	80,0	71,5	58,0
9,3	77,5	79,5	79,0	42,5	36,0	31,5	90,0	89,5	79,0	79,5	61,0	56,5
11,8	50,0	47,0	17,5	4,5	0,0	0,0	70,0	63,0	58,0	55,0	6,5	6,2
16,7	2,0	3,0	1,5	0,0	0,0	0,0	10,0	7,5	8,0	3,5	2,0	0,0
НСР=6,44							НСР= 5,58					

При более высокой влажности семена резко теряют всхожесть. При хранении на складе (таблица 3), то есть там, где большую часть года семена находятся под консервирующим действием низких температур, начало снижения посевных качеств отмечено уже при влажности 9,3%. А при постоянном хранении в охлаждаемых условиях снижение посевных качеств отмечено только у высоко влажных семян (11,8% и выше). Как видно, использование низких положительных температур (условия холодильника) при хранении семян, как фактора, значительно увеличивающего их сохранность, справедливо и для астры однолетней.

Таблица 3

**Динамика изменения посевных качеств семян астры  
однолетней в зависимости от влажности при хранении в  
складских условиях**

Срок хранения, мес.	Энергия прорастания, %						Лабораторная всхожесть, %					
	12	18	24	30	36	42	12	18	24	30	36	42
3,4	95,0	93,0	92,5	89,0	87,5	84,0	95,5	93,5	94,0	92,0	85,0	79,5
3,9	91,0	90,5	90,5	89,5	89,0	85,0	95,0	95,0	92,0	92,0	87,0	75,0
4,6	93,0	94,5	89,0	88,0	85,0	82,5	94,0	96,0	93,0	91,0	75,0	75,0
4,9	88,0	92,0	90,5	90,5	89,5	83,0	93,5	93,0	92,0	92,0	86,5	75,5
5,8	88,0	92,0	91,5	88,0	85,5	82,5	92,0	92,5	92,0	93,0	85,5	70,0
6,9	92,0	92,0	87,5	89,5	85,0	78,0	93,5	94,0	90,0	91,0	79,5	75,5
7,9	88,0	91,0	83,0	84,0	84,0	81,5	95,0	95,0	88,0	90,5	86,0	74,5
8,6	87,5	89,0	87,5	76,5	76,0	73,0	91,0	90,5	92,0	92,0	80,0	79,5
9,0	86,5	86,5	79,0	71,0	65,5	62,0	90,0	89,0	88,0	87,5	78,0	69,0
9,3	85,5	86,0	82,0	67,0	63,0	55,0	90,0	91,0	83,0	85,0	70,0	68,0
11,8	26,0	29,0	12,5	12,0	6,0	6,0	62,5	59,5	43,0	48,0	47,0	43,0
16,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	7,0	5,0	4,5	5,0	2,0
НСР= 6,44							НСР=5,58					

Помимо закрытого, было также изучено влияние открытого хранения (в мешкотаре) на сохранность семян. При этом, достаточно распространенном способе хранения, семена подвергаются периодическому увлажнению и высыханию из-за постоянно меняющейся относительной влажности воздуха. Семена астры значительно мельче зерновых, следовательно, у них значительно большая поверхность контакта с атмосферным воздухом и в результате – большая скорость сорбции паров воды. Поэтому, уже после 24 месяцев снизились посевные качества (энергия прорастания на 20% и лабораторная всхожесть на 10%). Резкое снижение, вплоть до нулевой отметки произошло к 36 и 42 месяцам, особенно при хранении в лабораторных условиях. При хранении в охлаждаемых условиях качества понизились на 27,5%. Полевая всхожесть (таблица 4) подтверждает выявленные закономерности.

Таблица 4

**Полевая всхожесть семян астры однолетней в зависимости от влажности и срока хранения в лабораторных условиях**

Влажность, %	Срок хранения, мес.			
	6	18	30	42
3,4	60,0	57,0	56,0	37,0
3,9	65,0	61,0	53,0	34,5
4,6	65,0	59,0	50,0	37,0
4,9	61,5	59,5	53,0	30,0
5,8	61,0	57,5	49,0	32,5
6,9	70,0	59,0	50,5	34,5
7,9	64,5	57,0	49,0	32,0
8,6	62,0	58,5	45,0	30,0
9,0	60,0	59,0	42,0	29,0
9,3	54,0	51,0	47,0	27,0
11,8	38,0	23,0	13,5	12,5
16,7	2,0	2,0	0,0	0,0
НСР=10,03				

Таким образом, в ходе опыта было установлено, что оптимальная влажность хранения семян астры однолетней равна не выше 9%, то есть на 1,0-1,5% ниже критического уровня влажности. Использование низких положительных температур (хранение в холодильнике) при хранении семян является фактором, значительно улучшающим сохранность семян. Хранение семян астры однолетней в мешкотаре показало худшие результаты. Поэтому хранить семена там нежелательно, хотя при коротких сроках хранения (до 6 месяцев) возможно, при защите от сорбционного увлажнения.

**Библиографический список:**

1. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. – М.: Колос, 1964. – 240 с.
2. Гвоздева З.В. Продолжительность жизни семян масличных и технических культур при различных условиях хранения // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1970, Том. 42., Вып.1. – С. 204-215.

3. Кудрявец Д.Б., Сытов Е.А. Что влияет на качество семян астры // Цветоводство. – М., 1991.
4. Лукьянец В.Н. Длительное хранение семян астры однолетней // Материалы Респ. научн.-практ. Конференции по картофелеводству и овощеводству в Казахстане, пос. Кайнар, 1997. – С. 54-56.
5. Трисвятский Л.А., Алексеева Л.В., Александрова Н.А., Курдина В.Н. Причина низкой всхожести семян // Картофель и овощи, 1970, № 7. – С. 39-42.
6. Хорошайлов Е.А., Жукова Н.В. Методические указания по длительному хранению семян. – Л., 1981. – 86 с.

**Abstract.** *China aster seeds in the ordinary conditions of storage drastically reduce crop quality. Studies have shown that the most favorable humidity for seed storage for 42 months was 9.0 % and the same audio that is below the critical moisture content of 1.5 % or more. The use of low positive temperatures (refrigerator conditions) during storage of seeds, as a factor significantly increases the safety of their true for China aster. Germination of seeds confirms the identification of patterns.*

**Keywords:** *seeds, China aster, the critical moisture retention, germination, vigor, sack tare.*

УДК 664.64.016.7:633.11»324» (470.31)

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

**Н.М. Личко, А.К. Личко**  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** *В статье приведены результаты изучения потребительских свойств зерна озимой пшеницы, выращенной в Центральном районе Нечерноземной зоны за период с 1983 по 2009 гг. Доказано, что данный регион может быть зоной стабильного про-*

*изводства зерна, пригодного для хлебопечения. Показаны основные факторы, обуславливающие формирование качественного зерна.*

**Ключевые слова:** *пшеница, качество, тесто, хлеб, зерно, клейковина, удобрения, пестициды.*

В настоящее время остро стоит вопрос самообеспечения наиболее густонаселенного Центрального района Нечерноземной зоны зерном собственного производства, пригодным для хлебопечения [1, 2]. Однако для данного региона остается не решенной проблема качества зерна. Доля продовольственной пшеницы здесь составляет всего 50%.

В отношении качества зерна пшеницы Нечерноземья данные в литературе противоречивы. Одни исследователи придерживаются традиционного мнения, что данный регион не пригоден для получения качественного зерна [3], другие утверждают, что только в отдельные годы здесь возможно формирование зерна, пригодного для хлебопечения [4]. Учитывая противоречивость данных о качестве зерна пшеницы Нечерноземья и актуальность этой проблемы для нашей страны, на кафедре хранения, переработки и товароведения продукции растениеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева с 1983 г. по настоящее время проводятся исследования, целью которых является изучение закономерностей формирования в Нечерноземной зоне России зерна озимой пшеницы с высокими потребительскими свойствами, пригодного для хлебопечения.

Материалом для исследований служили пробы зерна пшеницы, выращенной в производственных условиях Московской обл. и в опытах кафедр земледелия и методики опытного дела и растениеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, а также ЦОС ВНИИА, в которых изучалось влияние различных агротехнических приемов на качество зерна, а именно: степени окультуренности почвы, способов обработки почвы, комплексного применения различных доз азотных удобрений и систем защиты растений, зеленого удобрения.

**Метеорологические условия.** Они в годы исследований были контрастными. Практически каждый год складывались экстремальные условия в отдельные периоды жизни растений. Так, период от цветения до полной спелости (ответственный за качество зерна) проходил при неблагоприятных условиях в 1983, 1984, 1985, 1986,

1990, 2001, 2004, 2005 гг. ГТК был больше единицы. Оптимальные условия для формирования качественного зерна сложились в 1987, 1989, 2003, 2007, 2008 гг.

**Методика исследований.** О потребительских свойствах зерна судили по комплексу показателей качества, характеризующих мукомольные и хлебопекарные свойства. Физико-химические показатели качества определяли после завершения послеуборочного дозревания по действующим стандартам, массовую долю белка и зольность – на спектроне, реологические свойства теста – на альвеографе и фаринографе. Пробную лабораторную выпечку хлеба проводили безопарным методом с интенсивным замесом теста по методике ВЦОКС.

Десятилетнее (1983-1992) обследование качества зерна озимой пшеницы (450 проб наиболее распространенных сортов Мироновская 808 и Заря), полученного в производственных условиях, показало что в ЦР НЗ даже в неблагоприятные по метеорологическим условиям годы (при пониженной среднесуточной температуре и избыточном увлажнении в период налива зерна на хорошо и среднекультуренной почвах при соблюдении технологии возделывания можно получать зерно с достаточно высоким содержанием белка (14–17%) и клейковины (28-38%). Однако зерно пшеницы, сформировавшееся при неблагоприятных метеоусловиях, имело или низкую стекловидность (ниже 60%) или удовлетворительно слабую клейковину, что не позволяло отнести его к сильной пшенице [5].

Большинство обследованных проб зерна озимой пшеницы урожая 1983-1990 гг. из передовых хозяйств Московской обл. (77-97%) в соответствии ГОСТ Р 52554-2006 отвечало требованиям 3 класса. Результаты исследований структурно-механических свойств теста и хлебопекарная оценка показали, что все пробы зерна, отнесенные к 3 классу, отвечали требованиям хорошего филлера, а по некоторым показателям ценной и сильной пшенице. Однако следует отметить, что с урожая 1990 г. даже в передовых хозяйствах Московской обл. произошло резкое снижение качества зерна пшеницы. Так если за 1983-1989 гг. среднее содержание клейковины в зерне по области составляло 27,7 %, то в 1990 г. только 24,3, а в 1991 г. 23,8%.

Следует отметить, что зерно пшеницы, выращенное в различных хозяйствах в одинаковых метеорологических условиях, очень

сильно различалось по качеству. Так, показатели природы колебались от 688 до 817 г/л (1989 г.), массы 1000 зерен – от 23,8 до 45,1 (1987 г.), стекловидности – от 45 до 77% (1985 г.), содержания клейковины – от 18 до 36,4% (1984 г.), белка от 10,5 до 17,3% (1984 г.), качества клейковины – от 45 до 95 ед. ИДК (1989 г.), степени разжижения теста – от 40 до 140 ЕВ (1985 г.), валориметрической оценки – от 60 до 79 е.в. (1984 г.), максимально избыточное давление – от 69 до 161 мм (1985 г.), энергия деформации теста – от 136 до 431 (10-4) Дж (1984 г.) объемный выход хлеба – от 630 до 980 см<sup>3</sup> (1984 г.). Указанная изменчивость качества зерна, полученного при одних и тех же условиях, может быть объяснена различной технологией выращивания пшеницы, применяемой в хозяйствах, и разной степенью окультуренности почв.

Анализ урожайности и качества зерна основных зерновых культур в опытах МСХА и ЦОС ВНИИА, показал, что оптимальными агротехническими условиями для формирования качественного зерна озимой пшеницы являются хорошо и среднеокультуренные почвы, комплексное применение удобрений и ХСЗР. Система обработки почвы, севообороты значительно меньше влияют на качество зерна. Ресурсосберегающая минимальная обработка почвы отрицательного влияния на качество зерна не оказывает. В зерновом севообороте негативное влияние предельного его насыщения зерновыми культурами (до 83 %) снимается с помощью пожнивных посевов сидерата (белой горчицы) и удобрения соломой [6].

При выращивании продовольственного зерна пшеницы в ЦР НЗ особое внимание следует уделять выбору сорта. Из пяти изучаемых сортов озимой пшеницы в опыте ЦОС ВНИИА (Полесская безостая, Московская 39, Памяти Федина, Инна, Лютеценс 33) только сорт Московская 39 за период с 2001 по 2005 гг. при комплексном применении удобрений и средств защиты растений даже при неблагоприятных погодных условиях в период налива зерна обеспечивал получение зерна 3-го класса, вполне пригодного для хлебопечения без улучшителей [7].

Известно, что решающее значение в повышении качества зерна принадлежит азотным удобрениям. В современных условиях, при ограниченных ресурсах удобрений, их дороговизне, возрастает роль биологизации земледелия путем использования многолетних

бобово-злаковых трав в качестве предшественника озимой пшеницы. При этом возникает необходимость уточнения отдельных агроприемов, способствующих повышению продуктивности и качества зерна озимой пшеницы в условиях ЦРНЗ. В частности, нуждаются в уточнении дозы азотных удобрений и пути повышения их эффективности. Данные в литературе по этому вопросу противоречивы.

В результате восьмилетних исследований, проведенных на базе опыта СИ-11 ЦОС ВНИИА было выявлено, что при выращивании озимой пшеницы сортов Полесская безостая и Московская 39 в условиях ЦРНЗ по пласту многолетних бобово-злаковых трав качество зерна можно существенно улучшить внесением азота в дозе 90 кг/га на фоне Р60К120 совместно с химическими средствами защиты растений и получить зерно по физико-химическим показателям отвечающее требованиям 3-го класса, по реологическим свойствам теста – требованиям удовлетворительного или хорошего филлера [8].

Однако получить зерно 1 и 2-го классов даже при выращивании сильного сорта пшеницы Московская 39 не удалось ни в одном варианте опыта. Лимитирующими технологическими показателями были уровень стекловидности (менее 60 %), массовая доля клейковины и белка. Натура в годы исследований была выше 750 г/л, число падения более 300 с., качество клейковины 1-ой группы, то есть зерно по этим показателям отвечало требованиям 1 и 2-го классов.

Таким образом, проведенные многолетние исследования (1983-2009 гг.) потребительских свойств зерна озимой пшеницы, выращенной в производственных условиях, а также и опытах РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева и ЦОС ВНИИА убедительно доказывают, что оптимальными агротехническими условиями для формирования качественного зерна озимой пшеницы являются хорошо и среднекультуренные почвы, комплексное применение удобрений и ХСЗР.

В ЦРНЗ только сорта сильных пшениц обеспечивают стабильное получение зерна с хорошими потребительскими свойствами. При выращивании озимой пшеницы сильных сортов по пласту многолетних бобово-злаковых трав качество зерна можно существенно улучшить внесением умеренной дозы азота (90 кг/га) на фоне Р60К120 совместно с химическими средствами защиты растений и получить зерно, пригодное для хлебопечения без улучшителей.

### Библиографический список

1. Торицов В.Е., Иванов А.Д., Горин А.В. Курс – на возделывание пшениц Нечерноземья для хлебопечения // Зерновые культуры, 1999, №2. – С. 6-9.
2. Торицов В.Е. Озимая пшеница в Нечерноземье России // Зерновые культуры, 2000, №4. – С. 22-24.
3. Дорофеев В.Ф., Саранин К.И., Степанов А.И. Пшеница в Нечерноземье. – Л.: Колос, Ленингр. отделение, 1983.– 192 с.
4. Беркутова Н.С. Качество зерна в нечерноземной зоне. М.: Госагропром СССР, 1988. – С. 6
5. Пермякова Н.Н., Личко Н.М., Рындин В.В.. Выращивание высококачественного зерна озимой пшеницы в Нечерноземной зоне // Зерновые культуры, № 3, 1994.
6. Бегеулов М.Ш., Лошаков В.Г., Личко Н.М., Эльмер Ф. Хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы при выращивании её в полевом севообороте с зеленым удобрением // Известия ТСХА, 2011, вып. 1. – С. 54-66.
7. Личко Н.М., Коломиец С.Н., Ваулина Г.И. Урожайность и хлебопекарные свойства озимой пшеницы в зависимости от сорта и уровня минерального питания в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Известия ТСХА, 2007, № 2. – С. 104-112.
8. Личко А.К., Личко Н.М., Новиков Н.Н. Агрохимические основы повышения качества зерна озимой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Известия ТСХА, 2011, вып. 5. – С. 61-71.

**Abstract.** *In the present study, we investigated the grain quality of winter wheat grown in the central non-black soil area during the 1983-2009 cropping seasons. We have shown that this area is suitable for sustainable obtain of high-quality winter wheat grain. The main factors influencing the formation of high yield and technological, rheological wheat grain quality were studied.*

**Keywords:** *wheat, quality, dough, bread, grain, gluten, fertilizers, pesticides.*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОФЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАСКАРЫ

*Е.А. Мутовкина*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Данное исследование посвящено разработке улучшенной эспрессо-смеси за счет замены зерен Робусты на каскару. В ходе исследования было установлено, что плодовые оболочки кофейных ягод обладают богатыми вкусоароматическими свойствами, поскольку при органолептической оценке смеси с каскарой получили более высокие оценки. Также была разработана линейка эспрессо-блендов с добавлением каскары, обладающих улучшенными органолептическими показателями. Кроме того, в результате проведенных исследований было установлено, что в отличие от Смеси Арабики/Робусты, в смесях Кофе/Каскара органолептические показатели по мере увеличения количества каскары в каждом образце улучшаются.*

***Ключевые слова:** кофе, каскара, кофейные смеси, органолептическая оценка.*

Совершенствование технологии кофе. С ходом развития кофейной культуры в России и активным использованием кофейных смесей появилась потребность удешевления эспрессо-блендов, используемых для реализации в сетях общественного питания. Большая часть производителей данного сегмента добавляют в смеси разных сортов Арабики дополнительные ингредиенты, в частности, различные сорта Робусты [3]. Ввиду высокого содержания кофеина в зернах данного вида и скудного вкусового потенциала, добавление Робусты в эспрессо-смесь может значительно уменьшить себестоимость готового продукта.

В ходе исследования был проведен анализ ассортимента существующих на сегодняшний день на рынке эспрессо-смесей [1]. Все кофейные смеси были объединены в три условные группы. Та-

ким образом, объектами исследований были выбраны двенадцать эспрессо-блендов с содержанием Арабики и Робусты 90% и 10%, 80% и 20%, 70% и 30% соответственно, а также каскара, полученная из кофейных ягод вида Арабика, которая заменит Робусту в опытной линейке образцов.

В ходе исследования были рассмотрены следующие эспрессо-смеси Арабики и Робусты: Сальвадор/Бразилия, Эфиопия/Руанда, Колумбия/Коста-Рика, Гондурас/Конго соответственно. Каждая комбинация зерен была представлена тремя вариантами смеси в разных соотношениях ингредиентов. Органолептическая оценка всех образцов была произведена по общепринятым методикам [2].

В таблице 1 представлены результаты органолептической оценки эспрессо-смесей различного состава.

*Таблица 1*

Страна-производитель	Органолептическая оценка, балл		
	Арабика/Робуста	Арабика/Робуста	Арабика/Робуста
	90% и 10%	80% и 20%	70% и 30%
Сальвадор/Бразилия	33	32,5	31
Эфиопия/Руанда	31,5	28,5	26,5
Колумбия/Коста-Рика	38	35	33
Гондурас/Конго	27,5	25	25

Стоит отметить, что по мере увеличения содержания в смеси зерен Робусты органолептические показатели продукта ухудшаются. Наибольшие оценки получили эспрессо-бленды на основе Сальвадора/Бразилии и Колумбии/Коста-Рики при содержании зерен Арабики и Робусты в соотношении 90%/10% соответственно.

Следующим этапом разработки эспрессо-блендов на основе кофе и каскары стало комбинирование образцов с заменой Робусты. Была также произведена суммарная оценка образцов по следующим показателям: баланс вкуса, плотность тела, горечь, кислотность, сладость.

В таблице 2 показано, что в отличие от смеси Арабики/Робусты, в смесях Кофе/Каскара органолептическая оценка по мере увеличения второго компонента увеличивается, что говорит о положительном влиянии динамики вкуса.

Таблица 2

Кофе/Каскара	90% и 10%	80% и 20%	70% и 30%
Сальвадор/Сальвадор	41	41	41,5
Эфиопия/Сальвадор	38,5	38,5	39,8
Колумбия/Сальвадор	42	43	44
Гондурас/Сальвадор	36,5	37,5	38,5

Таким образом, за счет добавления каскары в кофейную смесь, состоящую из зерен Арабики, производитель может получить положительную динамику изменения вкусовых качеств продукта по мере увеличения содержания в смеси каскары.

Актуальность данных исследований состоит в разработке продукта, обладающего высокой биологической ценностью и улучшенными органолептическими свойствами, а также в уменьшении себестоимости без потери качества продукта.

#### Библиографический список:

1. Scott Rao. Espresso Extraction / Scott Rao, 2013. 43 p.
2. ГОСТ Р ИСО 3972-2005. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности.
3. <http://nordicapproach.wordpress.com/>

**Abstract.** *This study focuses on the development of improved espresso blend by replacing Robusta beans on cascara. Studies have shown that outer shell of coffee berries are rich in flavor properties, since the organoleptic evaluation showed higher scores in blends with cascara. The same line was developed espresso blends with the addition of cascara with improved organoleptic characteristics. As a result of studies was found that in contrast to blends of Arabica / Robusta coffee blend in Coffee/Cascara, organoleptic evaluation by increasing the amount of the second component in each sample increases, indicating that the positive influence of the taste dynamics.*

**Keywords:** *coffee, cascara, coffee blends, organoleptic evaluation.*

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**С.П. Полякова**

*«Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности» (ФГБНУ ВНИИКП)*

**Аннотация.** *В статье проводится анализ современного состояния обеспечения безопасности кондитерской продукции, внедрения системы контроля безопасности готовой продукции, основанной на принципах ХАССП.*

**Ключевые слова:** *безопасность кондитерской продукции, микробиологические показатели безопасности, система ХАССП, мучные кондитерские изделия, технический регламент.*

В 2012 г. Россия вступила во ВТО. Международная торговля регламентируется правилами, которые должны соблюдать все члены Всемирной торговой организации. И одним из этих правил является функционирование системы ХАССП.

Технический Регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», вступивший в силу с 1 июля 2013 г., обязывает изготовителей пищевой продукции осуществлять процессы ее производства таким образом, чтобы она соответствовала установленным требованиям безопасности, а также внедрить и поддерживать систему контроля безопасности готовой продукции, основанную на принципах ХАССП. Наличие процедур обеспечения безопасности продукции в процессе ее производства, основанных на принципах ХАССП, становится обязательным требованием ко всем пищевым предприятиям, в т. ч. и кондитерским.

Существует принципиальное отличие системы обеспечения безопасности продукции в соответствии с ХАССП от существовавшей ранее производственной практики. Ранее контролировались проведенные мероприятия – действия и осуществлялся выборочный контроль готовой продукции и сырья. В системе ХАССП контроль

осуществляется по достижению результата – обеспечению безопасности продукции, т.е. все производимые действия должны обеспечивать безопасность конечного продукта. В сложившейся ситуации при внедрении системы ХАССП отечественные кондитерские предприятия оказываются совершенно безоружными, в отличие от иностранных производителей, где такие схемы уже отработаны. Кондитерский институт уже несколько лет занимается разработкой методов обеспечения безопасности продукции, позволяющие отечественным производителям стать конкурентоспособными в новом торговом пространстве.

Соответствие сырья нормам при периодическом выборочном контроле химических показателей безопасности не всегда является гарантией безопасности продукции. Так, например, нормируемое содержание мышьяка в сахаре-песке – не более 1,0 мг/кг, а в мучных кондитерских изделиях – не более 0,3 мг/кг. Очевидно, что использование сахара с содержанием мышьяка близким к предельно допустимому значению в количестве более 1/3 в рецептуре даже при полном отсутствии этого элемента в других ингредиентах приведет к выпуску готовой продукции со значительным превышением ПДК мышьяка. В число таких изделий входит печенье «Миндальное» «Сахарное с отделкой», «Овсяное» и другие популярные мучные кондитерские изделия.

При производстве кондитерских изделий все чаще используется нетрадиционное сырье. Следует отметить, что ПДК санитарно-химических показателей у этих ингредиентов превышают нормы, установленные для мучных кондитерских изделий в несколько раз.

Это свидетельствует о необходимости разработки системы обеспечения химической безопасности готовой продукции по ходу технологического процесса. В институте кондитерской промышленности разработана система расчета содержания химических загрязнителей в мучных кондитерских изделиях по их содержанию в сырье. Ввиду сложности расчетов разработана компьютерная программа, рассчитывающая содержание химических загрязнителей в автоматическом режиме на основании заранее введенных данных. Программа позволяет определить возможное превышение показателей безопасности до начала производства продукции и вовремя

заменить неподходящую партию сырья. Это позволяет обеспечить безопасность продукции по химическим показателям безопасности в соответствии с принципами ХАССП.

Сравнительный анализ микробиологических показателей безопасности сырья и готовой продукции выявил несоответствие в их нормировании – большинство ингредиентов для производства мучных кондитерских изделий либо не нормируются по содержанию микроорганизмов, либо имеют нормы, значительно превышающие их содержание в готовом продукте.

Исследование состояния сырьевой базы мучных кондитерских изделий показало, что обсемененность муки и других сырьевых компонентов, особенно нетрадиционного сырья, в большинстве случаев значительно превышает нормы, установленные для мучных кондитерских изделий. Это определяет необходимость введения на предприятии системы входного контроля сырья по содержанию споровых бактерий.

Исследования технологий МКИ, состава сырья для их производства и динамики микрофлоры по ходу технологического процесса позволили определить предельные нормы обсемененности муки для каждого вида мучных кондитерских изделий.

Но микробиологическая безопасность кондитерских изделий определяется не только обсемененностью сырья, но и контаминацией по ходу технологического процесса. Вторичная обсемененность определяется системой обеспечения должного санитарно-гигиенического состояния производства.

При внедрении ХАССП на кондитерском предприятии должна быть разработана система санитарно-гигиенического обеспечения производства. Обеспечение должного санитарного состояния предприятия включает решение целого ряда проблем – разработку норм содержания микроорганизмов в объектах производственной среды, использование новых способов и режимов санитарной обработки производственных помещений, новых препаратов с необходимыми бактерицидными и фунгицидными свойствами и многое другое. Соединение этих данных в единое целое позволяет разработать режимы санитарной обработки для каждого объекта предприятия, которые будут обеспечивать безопасность продукции.

## Библиографический список

1. Юсупова Г.Г., Юсупов Р.Х. и др. Микробиологический контроль производства пищевых продуктов из зерна. – М.: типография №2, 2010. – 420с.
2. Леонов О.А. Экономика качества, стандартизации и сертификации / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Н.Ж. Шкаруба. – М.: Инфра-М, 2014. – 251с.

**Abstract.** *The article analyzes the current state of security confectionery products, implementation of control systems safety of finished products based on the principles of HACCP.*

**Keywords:** *security confectionery, logical microbiological safety indicators, HACCP, pastry, technical regulations.*

УДК 665.112:633.854.78

## ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

**Т.И. Поморцева**

*РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В настоящее время главной масличной культурой в России является подсолнечник. Особенность партий маслосемян этой культуры заключается в их высокой разнокачественности. В работе представлены результаты изучения влияния воздушного потока при движении семян подсолнечника на снижение неоднородности партий и выделение наиболее ценных в технологическом отношении фракций.*

**Ключевые слова:** *подсолнечник, сорта, фракции, объемная плотность, примеси, масса 1000 семян, содержание лузги.*

Изучали изменение технологических свойств семян трех сортов подсолнечника – Донской крупноплодный, Азовский и Донской 60 при разделении на фракции под воздействием воздушного потока.

При обработке в воздушном потоке семян сорта Донской крупноплодный наибольшую объемную массу имела тяжелая фракция, которая достоверно на 20 г/л превышала контроль – исходные семена сорта. Средне тяжелая, средне легкая и легкая фракции превышали контроль несущественно (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение технологических свойств семян подсолнечника сорта Донской крупноплодный при разделении на фракции**

Сорт/фракция	Влажность, %	Объемная масса, г/л	Примеси, %		Масса 1000 семян, г	Лужистость, %
			масличная	сорная		
Донской крупноплодный	6	381	2,2	0,6	118	34,5
Тяжелая	6	401	1,6	0,2	125	35
Ср. тяжелая	6	395	1,4	0,0	120	33
Ср. легкая	6	378	1,8	0,1	113	34
Легкая	6	365	2,4	0,5	89	36
НСР <sub>05</sub>	-	16,2	0,92	0,33	13,7	5,9

По масличной примеси достоверных различий между фракциями и между фракциями и контролем не выявлено, хотя и наблюдается тенденция увеличения этого показателя от тяжелой к легкой фракции. Это можно объяснить тем, что по аэродинамическим свойствам масличная примесь легче и по этой причине наибольшее ее содержание наблюдалось в легкой фракции. По сорной примеси тяжелая, средне тяжелая и средне легкая фракции имели показатели достоверно ниже контроля, тогда как легкая фракция достоверно не отличалась от контроля. По массе 1000 семян легкая фракция была достоверно ниже контроля и других фракций. При этом между тяжелой, средне тяжелой и средне легкой фракциями достоверных различий по этому показателю не выявлено, хотя обнаруживается тенденция увеличения массы 1000 семян от легкой к тяжелой фракции.

Как видно из таблицы 2, у сорта Азовский по объемной массе легкая фракция достоверно уступала контролю. При этом тяжелая фракция достоверно превышала контроль на 12 г/л, тогда как средне тяжелая и средне легкая фракции имели одинаковый показатель, несущественно превышающий контроль.

Таблица 2

**Изменение технологических свойств семян подсолнечника  
сорта Азовский при разделении на фракции**

Сорт/фракция	Влаж- ность, %	Объемная масса, г/л	Примеси, %		Масса 1000 семян, г	Лузжис- тость, %
			маслич- ная	сорная		
Донской крупноплодный	6	435	2	0,5	74	27
Тяжелая	6	447	1,2	0,1	82	25
Ср. тяжелая	6	440	1,2	0,0	74	27
Ср. легкая	6	440	1,5	0,2	75	26
Легкая	6	422	2,2	0,4	65	29
НСР <sub>05</sub>	-	12,1	0,81	0,43	6,08	6,8

По масличной примеси достоверных различий между фракциями и с контролем не выявлено, но, как и у сорта Донской крупноплодный, наблюдалась тенденция увеличения масличной примеси от тяжелой к легкой фракции.

По сорной примеси тяжелая фракция имела достоверно ниже показатель в сравнении с контролем, тогда как по остальным фракциям существенных различий не было.

У сорта Азовский тяжелая фракция по массе 1000 семян достоверно превышала контроль. При этом легкая фракция по этому показателю достоверно уступала контролю. Средне тяжелая и средне легкая фракции имели практически не отличались по этому показателю между собой и от контроля.

У сорта Донской 60 тяжелая фракция достоверно превышала контроль по объемной массе на 15 г/л, а легкая фракция была достоверно ниже контроля на 11 г/л (табл. 3). Средне тяжелая и средне легкая фракции несущественно превышали контроль по этому показателю.

По масличной примеси тяжелая, средне тяжелая и средне легкая фракции имели показатели достоверно ниже контроля. По легкой фракции существенных различий выявлено не было.

По сорной примеси достоверно отличалась от контроля и других фракций только тяжелая фракция.

**Изменение технологических свойств семян подсолнечника  
сорта Донской 60 при разделении на фракции**

Сорт/фракция	Влажность, %	Объемная масса, г/л	Примеси, %		Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %
			масличная	сорная		
Донской крупноплодный	6	450	1,4	0,4	67	23
Тяжелая	6	465	0,8	0,0	79	24
Ср. тяжелая	6	457	0,9	0,2	71	23
Ср. легкая	6	455	0,8	0,3	68	23
Легкая	6	439	1,5	0,3	58	26
НСР <sub>05</sub>	-	9,5	0,32	0,2	4,3	5,8

У сорта Донской 60 тяжелая фракция по массе 1000 семян достоверно превышала контроль, тогда как легкая фракция по этому показателю существенно уступала контролю. Средне тяжелая и средне легкая фракция по массе 1000 семян отличались от контроля незначительно.

По всем трем исследованным сортам контроли и фракции семя по лузжистости достоверно не различались (табл. 1, 2, 3).

Таким образом, анализ показал, что полученные фракции различаются по технологическим свойствам. Особенно выделяются тяжелая и легкая фракции по объемной массе и массе 1000 семян. Это позволяет предположить наличие различий этих фракций и по посевным качествам. Такой результат подтверждает целесообразность фракционирования семян подсолнечника при подготовке посевного материала и промышленного сырья для переработки на растительное масло.

### Библиографический список

1. Давиденко Е.К. Совершенствование технологии послеуборочной обработки и хранения семян масличных культур // Научно-техн. Бюллетень, 1991.
2. Ксандопуло С.Ю. Естественная неоднородность семян подсолнечника // Известия ВУЗов, № 1-2, 1993.

***Abstract.** Currently, the main oilseed crop in Russia is the sunflower. Feature parties oilseeds this culture is their high heterogeneity. The*

*results of studying the effect of air flow movement of sunflower achenes to reduce heterogeneity parties and the selection of the most valuable in terms of technology fractions.*

**Keywords:** *sunflower, variety, fraction, bulk density, oil impurity, foreign material, the mass of 1000 seeds, husk content.*

УДК 664.64.014:633.853.52:537.531

## **ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГИИ СВЧ-ПОЛЯ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕМЯН СОИ**

**Д.А. Стригун**

*РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Данная статья посвящена изучению влияния энергии СВЧ-поля на кислотное число жира сои.*

**Ключевые слова:** *соя, СВЧ-поле, кислотное число жира.*

Основной проблемой восполнения белкового дефицита за счет соевых продуктов являются наличие в зерне сои ряда компонентов антипитательного характера (ингибитор трипсина, ингибиторы химотрипсина, ликтины, сапонины, раффиноза, стахиоза, генистин и др). Эту проблему можно решить путем биоактивации.

Из биоактивированной сои возможно производство достаточно большого ассортимента продуктов питания для человека. Хлебобулочные и кондитерские изделия прекрасно сочетаются с соевой мукой из пророщенных зёрен. При этом в хлебе образуется больше ароматических веществ, появляется более приятная окраска корки [1, 2].

Необходимость изучения влияния СВЧ-энергии на кислотное число жира возникла вследствие того, что из биоактивированных зёрен в качестве полуфабрикатов, используемых для дальнейшей переработки, вырабатывается мука как обезжиренная, так и не обезжиренная. Так же при переработке зерен получают жмых. И мука, и жмых сои содержат достаточно высокое количество жира, который в процессе хранения способен окисляться и, тем самым, снижать качество продукта. Кислот-

ное число жира сои наиболее подвержено колебаниям, и связано с условиями созревания и хранения соевых зёрен, ввиду чего, необходимым представляется изучение возможности снижения кислотного числа жира сои. Эксперимент проводили с использованием соевого жмыха.

Сущность метода заключается в растворении жирных кислот в этаноле, последующем центрифугировании и титровании аликвотной части жидкости гидроксида натрия. Полученный результат пересчитывался на гидроксид калия. В результате обработки энергией СВЧ-поля во всех вариантах опыта снижалось кислотное число жира сои относительно контроля на 28-30% (таблица).

*Таблица*

### Влияние СВЧ-энергии на кислотное число жира сои

№ варианта	Экспозиция $\tau$ , с	Средняя скорость нагрева $\nabla$ °C/с	$t_{\text{конечн}}$ , °C	Кислотное число жира, мг. кон/г		
				Повторность		
				I	II	III
1	120	0,7	91	10,50	10,50	10,49
3	40	1,8	72	10,51	10,52	10,52
2	120	0,7	90	10,49	10,50	10,50
4	40	1,5	60	10,48	10,48	10,48
7	120	0,8	96	10,23	10,22	10,23
8	40	1,7	70	10,25	10,26	10,26
5	80	1,1	89	10,37	10,38	10,38
6	80	0,9	77	10,26	10,27	10,26
9	80	1,2	94	10,42	10,41	10,42
10	Контроль			14,60	14,60	14,60
Среднее квадратическое отклонение 0,1						

Анализ результатов, полученных после обработки жмыха сои, свидетельствует об изменениях, происходящих в жирах. Кислотное число во всех вариантах опыта значительно снижалось.

В результате обработки энергией СВЧ-поля во всех вариантах опыта снижалось кислотное число сои относительно контроля на 28-30%.

Наиболее эффективным являются режимы вариантов 6,7,8. Обработка СВЧ-энергией уменьшает кислотное число жира сои,

сводит этот показатель до безопасных пределов, что дает возможность более широкого применения данного сырья. Наилучшие результаты были получены при экспозиции 120 секунд и средней скорости нагрева 0,8 °С/с.

Таким образом, эксперименты по воздействию энергии СВЧ-поля на кислотное число жира сои показали, что в варианте опыта № 7 при экспозиции 120 секунд, средней скорости нагрева 0,8 °С/с кислотное число жира снижается на 30 % в результате чего можно утверждать, что данный режим является наиболее эффективным.

### **Библиографический список:**

1. Кочетов, В.С. Обеззараживание зерна пшеницы в импульсном СВЧ-поле / В.С. Кочетов, О.В. Синельникова // Сборник докладов XI международной научно-практической конференции «Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве», Углич 14-16 сент., 2010. Углич: Изд-во «Известия», 2010. – С. 595-601.

2. Кочетов, В.С. Интенсификация проращивания и обеззараживания зерна пшеницы / В.С.Кочетов, О.В.Синельникова // Материалы VIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения» – М.: МГУПБ., 2010. – С. 35-37.

**Abstract:** *This article is devoted to the study of the influence of the energy of the microwave field to the acid number of fat soybeans.*

**Keywords:** *soybean, microwave box, an acid number of fat.*

## ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ КОФЕЙНЫХ НАПИТКОВ

*Р.В. Сычев, Е.А. Мутовкина*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Исследования показали, что в состав каскары входит комплекс биологически активных веществ, что позволяет рекомендовать использовать ее в пищевой промышленности в качестве добавки при производстве кофейных напитков. Использование каскары также может повысить доходность кофейных ферм и расширить ассортимент производимых кофейных напитков.*

***Ключевые слова:** каскара, кофе, кофейный напиток, обжарка кофе.*

В последнее десятилетие рынок кофе и кофейных напитков стремительно развивается. Кофейные зерна содержат большое количество сложных органических веществ. Эти вещества и изменения, которые они претерпевают в процессе приготовления напитка, изучаются десятками различных научно-исследовательских лабораторий мира. Цель изучения состоит не только в определении химического состава веществ и их трансформации на различных стадиях приготовления кофейного напитка, но и выработке технологии, обеспечивающей его высокое качество. Стоит отметить, что первичная стадия производства кофейных зерен не является безотходной.

Существуют три основных способа первичной обработки кофейных ягод: сухой, мытый и полумытый. В зависимости от этого кофе приобретает первичный потенциал для развития вкуса и аромата. Плодовую мякоть (мезокарпий) при первичной обработке кофе отделяют и утилизируют. При этом производитель теряет от 30 до 50% сырья. Отдельные производители получают из этого сырья, после высушивания, продукт, называемый каскара (cascara), который впоследствии используется для приготовления напитков.

Чай из оболочки плодов кофейного дерева популярен в странах-производителях кофе, главным образом, в Боливии. Каскару получают путем высушивания и обжарки кожуры кофейных ягод. По вкусу чай из каскары значительно отличается от кофе. Однако биохимический состав каскары практически не изучен.

Нами было проведено исследование биохимического состава каскары, приготовленной из плодовых оболочек видов кофе: Робуста, Арабика и Либерика. Исследования проводили по общепринятым методикам [1,2]. Наши исследования показали высокое содержание комплекса экстрактивных веществ. Наибольшее содержание кофеина обнаружено в каскаре, полученной из плодовых оболочек кофе видов Робуста (1,7-2,3%), Арабика (1,3-1,6%), Либерика (1,4%). Среднее содержание азотистых веществ составляло 13-14%, сахаров 2-3%, клетчатки 20-25% (табл.1).

Таблица 1

**Биохимический состав различных видов кофе (%)**

	Арабика	Робуста	Либерика
Кофеин	1,3-1,6	2,0	1,4
Азотистые вещества	14	13,5	13
Сахара	3	2,5	2
Клетчатка	25	23,5	20

Таблица 2

**Влияние страны произрастания на вкусовые качества каскары**

Страна	Бразилия	Эфиопия		Кения	
Регион	Лакадор	Иргачиф	Лекепти	Кэнгочо	Тегу
Высота, м над ур. моря	1050	1850-2000	1950- 2100	1700	1750-1900
Вкус	Аромат ванили и карамели. Сладость с цитрусовой кислотностью и послевкусием фундука	Цветочный аромат, лаймовая кислотность, оттенки вишни, ванили и бергамота	Цветочный аромат, кислотность красных ягод, послевкусие сухофруктов	Лаймовая кислотность, сладость красных ягод, послевкусие черной смородины	Ягодный аромат, смородиновая и цитрусовая кислотность, цветочные ноты

Дегустационная оценка каскары кофе вида Арабика (*Arabica*) показала, что вкус, цвет и аромат напитка из каскары в значительной степени зависит от страны и региона произрастания кофе (табл.2).

Таким образом, биохимический состав каскары различных сортов кофе свидетельствует о возможности ее для применения в пищевой промышленности в производстве тонизирующих кофеинсодержащих напитков. Кроме того, применение каскары как пищевого продукта может компенсировать убыточность ферм и удовлетворить вкусы потребителей благодаря уникальным вкусовым качествам.

### Библиографический список

1. Гунар Л.Э. / Биохимия растительного сырья: Практикум – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2011. – 106 с.
2. Татарченко И.И., Мохначев И.Г., Касьянов Г.И. Химия субтропических и пищевкусковых продуктов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 256 с.
3. Татарченко И.И., Мохначев И.Г., Касьянов Г.И. Технология субтропических и пищевкусковых продуктов – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.
4. Товароведение и экспертиза вкусовых товаров: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 576 с.
5. Нахмедов Ф.Г. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184с.
6. Дэвис Д., Джаванелли Дж., Рис Т. Биохимия растений. – М.: Мир, 1966. – 511 с.
7. Кост Р. Существующие в мире кофейные деревья и кофе. Т.2. – Кофе. Перевод 35389. Всесоюзной торговой палаты. – М., 1960.
8. Чиченова Э.Г. Кофе натуральный и кофепродукты. – М.: УНИИТЭИ Пищпром, 1970.

**Abstract.** *We have studied the possibility of using Cascara in the food industry. Studies have shown that cascara has a complex of biologically active substances, which allows us to recommend its use in the food industry as an additive in the manufacture of caffeine-containing*

*soft drinks. The use of cascara as a food product can compensate for loss-making farms and meet the tastes of consumers due to the unique taste.*

**Keywords:** *cascara, coffee, coffee roasting.*

УДК 664.8.022:664.1/8

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

**Т.А. Толмачева**

*РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Анализ исследования по контролю качества дополнительного сырья применяемого в хлебопекарной и кондитерской промышленности показал, что существует необходимость в научно-обоснованных методах воздействия на сырьё растительного происхождения с целью регулирования его свойств, оказывающих влияние на показатели качества готовой продукции.*

**Ключевые слова:** *сырьё, полезность, энергетическая ценность, усвояемость, доброкачественность, микроорганизмы, ВЧ, СВЧ-энергия.*

В настоящее время к числу важнейших задач, стоящих перед пищевой отраслью, относится улучшение качества и безопасности продуктов питания, повышение их микробиологической чистоты. Потребность в разработке современных технологий превентивного действия привела к необходимости создания новых методов обеззараживания различных видов сырья растительного происхождения.

Анализ исследования по контролю качества дополнительного сырья, применяемого в хлебопекарной и кондитерской промышленности, показал, что существует необходимость в научно-обоснованных методах воздействия на сырьё растительного происхождения с целью регулирования его свойств, оказывающих влияние на показатели качества готовой продукции.

Основным фактором, определяющим качество растительного сырья, является соблюдение всех условий, начиная с посевных работ и заканчивая условиями при хранении.

При хранении сельскохозяйственного сырья, используемого в производстве макаронных, хлебобулочных, кондитерских (сахаристых и мучных) изделий, происходят различные изменения в их составе и качестве, которые впоследствии, могут негативно повлиять на качество готового продукта [2, 3, 5].

По своему происхождению сухие плоды, ягоды, различные виды орехоплодных являются растительными пищевыми продуктами сельскохозяйственной отрасли – растениеводства. Они являются как продуктами для употребления в пищу, так и сырьём, которое используется для переработки на предприятиях пищевой промышленности. Полезность плодово-ягодной и орехоплодной продукции определяется энергетической и биологической ценностью, усвояемостью и доброкачественностью.

Энергетическая ценность плодов и ягод не высока, в отличие от орехов, так как в них содержится большое количество воды. Но плодово-ягодное сырьё является сильным химическим регулятором процесса пищеварения, поскольку влияет на биохимические процессы как пищеварения, так и обмена веществ [1].

Биологическая ценность – показатель, который выделяет плодово-ягодную продукцию среди других пищевых продуктов на одно из первых мест и обусловлена содержанием в них значительных количеств органических кислот, дубильных (танин, катехины) и пектиновых веществ. Биологически ценными являются практически все плоды и ягоды, их ценность заключается в наличии химических веществ, требующихся ежедневно для синтеза и построения клеток организма человека, осуществления нормальных метаболических процессов и ряда других функций.

Усвояемость характеризует степень использования организмом человека отдельных веществ или элементов, которые содержатся в плодах и ягодах. Усвоение продуктов растительного происхождения организмом человека зависит от ряда факторов: химического состава и способности веществ переходить в растворимое состояние, строения, содержания в них балластных веществ, степени доступности

компонентов для ферментативного гидролиза. Основным энергетическим материалом плодово-ягодных продуктов являются углеводы (сахара, крахмал, целлюлоза, пектиновые вещества). Калорийность углеводов невысока, а наличие в плодах и ягодах сахаров из-за лёгкой усвояемости делает их полезными для людей любого возраста.

Доброкачественность, является важным показателем, характеризующим объективную полезность сухофруктов и орехов. Как правило, доброкачественной считается продукция с присущими ей органолептическими, физическими, химическими, биологическими свойствами и не содержащая вредных для здоровья человека веществ и патогенных микроорганизмов [1].

При определении доброкачественности орехоплодного сырья, сухих плодов и ягод большую роль играют микробиологические критерии и показатели, к которым относятся: наличие в партиях, орехов и сухофруктов, поражённых микроорганизмами; количественный и видовой состав плесеней, бактерий, патогенных и фитопатогенных микроорганизмов [5].

Все особенности химического состава растительного сырья необходимо учитывать не только при хранении, но и в процессе его обработки и переработки. Для этого создаются специальные условия и подбираются режимы, при которых в минимальной степени изменяется химический состав, и понижаются полезные и товарные свойства плодово-ягодной продукции, выбираются различные способы консервирования, позволяющие максимально сохранить химический состав ценного растительного сырья.

В настоящее время получает распространение метод высушивания и обеззараживания сельскохозяйственной продукции токами высокой и сверхвысокой частот (ВЧ и СВЧ) [2,3,4,5].

В ходе проведённых исследований по применению СВЧ-энергии выявлено, что происходит полное обеззараживание орехов (кедровых) и сухофруктов от грибов плесени и микробов в диапазоне уровней: скорости нагрева 0,6 °C/с и времени обработки 60 с.

В сухих плодах чернослива и кураги, обработанных методом СВЧ-поля, содержание кислот повышается, в среднем на 2% на 100 г продукта, по сравнению с контрольными образцами, а в образцах, обработанных, по существующей технологии наблюдается сниже-

ние содержания органических кислот от 7 до 11% на 100 г продукта.

В ягодах изюма, обработанных, в режиме методом обеззараживания СВЧ-поля наблюдается снижение содержания органических кислот в среднем на 2% по сравнению с контрольными образцами изюма. В образцах, обработанных по технологии, содержание органических кислот снижается на 14% по сравнению с контрольными образцами изюма.

По всей вероятности, это обусловлено тем, что при обработке сухофруктов обеззараживанием ЭМП СВЧ происходит повышение температуры воды в кислотах, что ведет к разрушению органических кислот, но, с другой стороны, повышение уровня органических кислот в сухих плодах кураги и чернослива, обработанных методом СВЧ обеззараживания может свидетельствовать об активации окислительно-восстановительных процессов [2, 3, 5].

Для СВЧ-метода характерен избирательный нагрев, заключающийся в способности нагревать быстрее более влажные поверхности после промывки растительного сырья.

Высокочастотный метод позволяет сохранять сырьё, используемое в производстве, значительно улучшать вкусовые качества сырья и освобождать его максимально от инфекции.

Главная задача производства – применение экологичных технологий обработки сельскохозяйственного сырья, его сохранение, переработка в качественный и безопасный для применения в пищу продукт.

### **Библиографический список**

1. Нечаев А.П. Пищевая химия: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям: 552400 «Технология продуктов питания» / Нечаев А.П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А.А. – СПб: ГИОРД, 2003. – 640 с.

2. Цугленок Г.И. Эколого-биологическое обоснование обеззараживания сухофруктов в электромагнитном поле СВЧ / Г.И. Цугленок Г.Г. Юсупова А.П., Халанская, Толмачева Т.А.; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 103 с.

3. Юсупов Р.Х. Сырьё для хлебопекарного и кондитерского производств и методы его улучшения: моногр. / Р.Х. Юсупов, Т.А. Толмачева, Г.Г. Юсупова. – Челябинск: Челяб. Ин-т (фил) ГОУ ВПО «РГТЭУ», 2004. – 156 с.

4. Юсупова Г.Г. Экологический метод обеззараживания сырья используемого в хлебном и кондитерском производствах. Мат-лы науч. техн. конф. Ч.3. / Г.Г. Юсупова, Г.И. Цугленок, Т.А. Толмачева. – Челябинск: Челябинский государственный агроинженерный университет, 2003. – С. 223-238

5. Юсупова Г.Г. Регулирование свойств и микробиологической безопасности сухих плодов ягод. Моногр. / Г. Г. Юсупова, Р. Х. Юсупов, Т. А. Толмачева, А. Д. Тошев. – Южно-Уральский государственный университет (НИУ) – Челябинск, 2013. – 120 с.

**Abstract.** *The analysis of research on the quality control of additional materials, in baking and confectionery industry, has showed the necessity in science-based methods of impact on raw materials of plant origin, for regulation of its properties which affect the finished product's quality.*

**Keywords:** *raw materials, utility, energy value, usvoje confidence, purity, microorganisms, RF, microwave energy.*

УДК 664.7.016.7

## **ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПЯНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**Э.И. Черкасова**

*РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена изучению и исследованию методов, направленных на обеспечение качества и микробиологической безопасности сырья для производства крупы. Автором рассмотрено влияние физических методов на качество и потребительские свойства крупяной продукции.*

**Ключевые слова:** *зерновое сырье, крупяная продукция, микрофлора, пищевая ценность, потребительские достоинства.*

Важное место в агропромышленном комплексе занимают перерабатывающие предприятия. Они составляют основу стратегического комплекса страны, оказывают непосредственное влияние на

малый бизнес, а также способствуют расширению производства. Однако современное состояние пищевой и перерабатывающей отрасли обусловлено целым рядом проблем – недостаточность основных средств, их изношенность, большая доля импортной продукции, слабая логистика продвижения сырьевых и товарных потоков. Условием успешного развития АПК является преодоление имеющихся проблем в связи с чем требуется провести реконструкцию предприятий, оснащение их современным технологическим оборудованием, создание принципиально новых, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий, переработка новых видов сырья, полученных с использованием биотехнологий; наращивание экспорта продовольствия по мере насыщения внутреннего рынка продуктами питания. В связи с этим решение задачи повышения качества и безопасности используемого сырья при производстве продукции, применение современных технологий является актуальным [1].

Продукты переработки зерна являются продуктами повседневного спроса и играют существенную роль в питании. Сырьем для приготовления круп служат многие зерновые культуры, такие как рис, гречиха, кукуруза и др. которые поражаются микроорганизмами, как в процессе созревания, так и в процессе хранения. Особенно быстро увеличивается кислотность, может появиться затхлый и плесневый запах. По этой причине партия зерна может стать непригодной для производства круп. Состав микрофлоры круп определяется составом микрофлоры перерабатываемого зерна. При хранении крупа подвергается таким же видам порчи, которые наблюдаются при хранении зерна. К тому же микробиологические процессы в крупе происходят быстрее и протекают интенсивнее, чем в зерне, так как крупа является более благоприятной и доступной средой для развития микроорганизмов. При выработке крупы обнажается эндосперм, богатый питательными веществами, что способствует активному развитию микроорганизмов на продукции. Воздействие микроорганизмов на состояние и свойства зернового сырья и готовой крупяной продукции может проявляться в различных формах.

В связи с этим особую актуальность приобретают технологические мероприятия, направленные на снижение численности микроорганизмов, и сохраняя при этом пищевую ценность, потреби-

тельские достоинства и качество готовой продукции, обеспечивая её экологическую безопасность.

При обработке растительного сырья в технологическом процессе используют различные методы, которые ведут к освобождению их от патогенной микрофлоры. Каждый из них имеет ряд преимуществ и недостатков. Применение химических веществ небезопасно для здоровья человека, поэтому необходим строгий санитарный контроль и нормы над продукцией переработки растительного сырья. Биологический метод – прогрессивный метод, однако, механизм влияния биологических средств недостаточно изучен и требует больших экономических затрат.

Эффективное направление решения данной проблемы – использование методов обработки зернового сырья в электромагнитном поле высокой и сверхвысокой частоты. Результаты многолетних опытов и производственных испытаний по обеззараживанию сельскохозяйственного сырья однозначно подтвердили преимущество данного метода. В серии таких опытов подбирался диапазон режимов СВЧ-воздействия, обеспечивающий наибольший эффект при сохранении качества как сырья так и готовой продукции [2].

Отличительная особенность способа заключается в том, что обработку зерна ведут при определенной частоте электромагнитного поля, значение которой составляет 2450 МГц, так как эта частота обеспечивает быстрый нагрев продукта. Воздействие этой частотой должно происходить при указанной мощности электромагнитного поля в течение 60-180 с до температуры продукта 60-65 °С, так как только при этих условиях наблюдается максимальный эффект обеззараживания сырья от вредной для человеческого организма микрофлоры. Все это в комплексе гарантирует не только снижение обсемененности микроорганизмами, но и сохранение пищевой ценности и потребительских достоинств уже готовой крупяной продукции, а также одновременное снижение энергозатрат и материалоемкости.

В ходе анализа фитопатогенного комплекса был установлен ее основной видовой состав. Наиболее часто встречались грибы родов: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Bacillus*, *Mucor*. При кратковременном воздействии СВЧ-поля споры грибов рода *Alternaria* теряют способность к прорастанию, количество пораженных зерен

уменьшается в два раза уже при нагреве до 30 °С, зараженность снижается до нуля при показателях скорости нагрева свыше 0,6 °С/с и экспозиции обработки – более 120 с. В целом наблюдается устойчивый обеззараживающий эффект по этому виду полевой инфекции при воздействии на нее СВЧ-поля.

Группа плесневых грибов представлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*. При экспозиции обработки 120 с и скорости нагрева 0,6-0,8 °С/с зараженность грибами рода *Penicillium* снижается с 30 до 4%, а при экспозиции обработки 180 с и скорости нагрева 0,8 °С/с наступает полное обеззараживание по этому роду грибов. Зараженность грибами рода *Aspergillus* исчезает при условии, что скорость нагрева составляет 0,6-0,8 °С/с, а экспозиция обработки – 120-180 с.

Помимо обеззараживающего эффекта сырья одной из основных задач является улучшения потребительских свойств готовой продукции, в частности, рассматриваемых нами круп, которые характеризуются временем варки, увеличением объема, вкусом, запахом, консистенцией. После применения микроволновой обработки оно сокращается до 15-16 мин., что, по нашему мнению, происходит за счет изменения структуры молекул белка и крахмала. На увеличение объема готового продукта обработка не влияет. Для оценки вкуса, запаха и консистенции применяли балльную оценку, придающую органолептическим показателям качества большую объективность и точность. При длительном воздействии электромагнитного поля (экспозиция обработки – 180 с и скорость нагрева – 0,8 °С/с) происходит не только снижение потребительских свойств, но и ухудшение качества круп. В этом случае крупа не пригодна к употреблению.

При остальных же значениях параметров режимов обработки качество круп сохраняется: при скорости нагрева 0,4-0,8 °С/с и экспозиции обработки 60-180 с получаем крупу хорошего качества, а при значениях скорости нагрева 0,4-0,6 °С/с и экспозиции обработки 60-180 с получаем крупу отличного качества [4].

Анализируя полученные данные, наилучшими вариантами являются первый, второй, пятый, седьмой и девятый. Где температура нагрева составляет от 65 °С до 85 °С, однако при температуре 85 °С происходит денатурация белков. Следовательно, максимальная температура нагревания является температура 70 °С и в зависи-

мости от преобладания рода микроорганизмов выбираются эффективные режимы обработки. Однако в варианте 8 при температуре нагрева 51 °С активизируется рост микроорганизмов [5].

В результате воздействия электромагнитного поля СВЧ, наблюдается и изменение физико-химических свойств. Снижается общая кислотность крупы, изменяется влажность, улучшается показатель перекисного числа жира. Это свидетельствует о том, что режимы СВЧ обеззараживания улучшают технологические достоинства круп. Температура нагрева губительно действует на микрофлору крупы.

В целом наблюдается устойчивое сохранение потребительских достоинств круп при воздействии на них энергии СВЧ-поля. Таким образом, используя сочетание различных параметров (экспозиции обработки и мощности воздействия электромагнитного поля), можно добиться как снижения обсемененности микроорганизмами, так и сохранения питательных веществ и потребительских свойств готовой продукции. Все это в комплексе способствует получению экологически чистых продуктов питания [3].

Пищевая и перерабатывающая промышленность является одной из тех отраслей, где СВЧ-энергия находит широкое применение в самых разнообразных технологических процессах, реализация которых позволяет значительно интенсифицировать производство и снизить удельный расход энергии, получать продукцию высокого качества, стабилизировать выход готового продукта и увеличить его сроки хранения.

### **Библиографический список**

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности России на период до 2020 г. / Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р.
2. Юсупова Г.Г., Цугленок Г.И. и др. Микотоксины. Причины возникновения вредоносности. Способы обезвреживания // Экономика и социум на рубеже веков: Материалы научно-практической конференции. – Челябинск, 2003. – С. 94-97.
3. Юсупова Г.Г. и др., Микробиологический и санитарный контроль хлебопекарного производства // Материалы второго международного хлебопекарного форума. – Москва, 2009. – С. 173-177.

4. Черкасова Э.И. Влияние термического обеззараживания на комплекс микроорганизмов и качество многокомпонентных смесей растительного происхождения: Автореферат дисс. Канд.с/х наук. – Красноярск: ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», 2006. – 19с

5. Толмачева Т. А. Способ обработки смеси крупы с овощами. Пат. 2283861, опуб. 20.09.2006, БИ 26/ Черкасова Э.И., Цугленок Г.И., Цугленок Н.В., Г.Г. Юсупова и др.

6. Бегулов М.Ш. Биологизация растениеводства и качество зерна пшеницы // Агро 21, 2000, №10. – С. 20-21

7. Леонов О.А. Экономика качества ,стандартизации и сертификации/ О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Н.Ж. Шкаруба. – М.: Инфра, 2014. – 251 с.

**Abstract.** Article is devoted to study and research methods to ensure the quality and microbiological safety of raw materials and cereals. The author considers the influence of physical methods for quality and consumer properties of cereal production.

**Keywords:** grain raw materials, cereal products, microorganisms, nutritional value, consumer dignity.

УДК 664.641.1:663.1(075.8)

## ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГИИ СВЧ-ПОЛЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОЛОГИЯХ ОТЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ЗЕРНА К ПОМОЛУ

Г.Г. Юсупова, Е.Р. Балова

РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

**Аннотация.** Грибы рода *Fusarium* вызывают порчу зерна, муки и хлеба. фузариотоксины опасны для человека и животных. Эта проблема требует разработки методов, обеспечивающих микробиологическую безопасность при сохранении качества. Таким

методом является метод электротермического воздействия энергией СВЧ-поля показателей. В результате обработки происходит обезвреживание микроорганизмов и сведение их численности до безопасных пределов.

**Ключевые слова:** зерно, мука, хлеб, микробиологическая безопасность, обеззараживание, энергия СВЧ-поля, электротермическое воздействие.

Исследована микрофлора зерна, поступающего с элеватора в зерноочистительное отделение и проведена идентификация микрофлоры, состоящей из представителей микроорганизмов, способных проникать во внутренние части зерен, развиваться и вызывать их порчу, а также накапливать микотоксины. Развитие этой группы микроорганизмов приводит к значительным потерям качества зерновых партий. В результате несоблюдения технологий послеуборочной обработки, транспортировки и хранения наблюдается активная жизнедеятельность фитопатогенов, приводящая к продуцированию высокотоксичных веществ – микотоксинов.

При проведении фитопатологических анализов зерна, поступающего на элеваторы, как правило, выявляются комплексы возбудителей, паразитирующих на одной зерновке. Отмечаются грибы из родов *Alternaria*, *Fusarium* и *Helminthosporium*. Гельминтоспориозно-фузариозно-альтернариозные комплексы распространены повсеместно на зерне, поступающем из Сибири, Урала, Северного Казахстана, Оренбурга, Башкортостана.

В помольных партиях зерна преобладающее распространение имеют фузариозные инфекции. Зерно, поступающее из лесостепных зон, имеет зараженность грибами – *F. avenaceum*, *F. qibbosum*, *F. sambucinum*; из степной зоны *F. oxysporum*, *F. avenaceum*. Виды рода *Fusarium* обитают в относительно прохладных, увлажненных, с пониженной радиацией, достаточно высокой концентрацией углекислоты и пониженным содержанием кислорода в воздухе, а также в среде с кислой реакцией. Возбудители передаются от одного поколения к другому через почву и семена. В зерновых, продовольственных и фуражных партиях – при их смешивании через растительные остатки и непосредственно через зерно. На элеваторах и зернопри-

емных пунктах перезаражение происходит через инвентарь, оборудование, воздух. В свежееубранном зерне грибок присутствует в физиологически активном состоянии.

Поражение зерна фузариозами проявляется в виде щуплости, белесоватой окраски или в виде розоватых или оранжевых подушечек (спороношение гриба на поверхности зерновки).

В зависимости от условий и времени заражения признаки заболевания могут отсутствовать или по-разному проявляться. Выявление фитопатогенов возможно несколькими методами: макроскопическим; центрифугированием; посевом на питательные среды; влажных камер (биологическим); люминесцентным; анатомическим; микроскопированием.

Нами использовался метод посева на питательные среды (агар Чапека). Его отличительной особенностью является более высокая точность.

Пробы зерна, обработанные по схеме опыта, раскладывались в чашках Петри на среду Чапека, картофельно-декстрозный агар, селективный агар в 4-кратной повторности по 50 зерен в каждой. Учет развития инфекции проводили на седьмой день.

В результате проведенных исследований по оценке влияния СВЧ-энергии на развитие фузариозной инфекции зерна оптимальное сочетание температуры нагрева, начальной влажности и режимных параметров обеспечивает положительный эффект обеззараживания.

Для получения обеззараживающего эффекта необходимо придерживаться максимальных и средних значений температуры и параметров обработки при влажности зерна 15,5-16,5% и температуры нагрева 60 °С.

Инфицированность в результате обработки снизилась до безопасных пределов. Обработка при температуре 70 °С элиминировала инфекцию полностью.

В результате можно сделать вывод, что область эффективных режимов находится в плоскости:  $\tau = 60-90$  с, скорость нагрева  $\nabla = 0,6-0,8$  °С/с, температура нагрева зерна  $t = 60-85$  °С. Режимы с температурой нагрева зерна 50-57 °С снижают зараженность в два-три раза. Невысокая температура 30-45 °С при скорости нагрева 0,4 °С/с. не избавляет зерно от фузариозной инфекции.

Интенсивный нагрев со скоростью 0,6-0,7 °С/с в течение 60 с снижает зараженность до нуля и делает продукцию безопасной. При повышении скорости нагрева обеззараживающий эффект снижается. Это объясняется быстрым нагревом зерна и испарением влаги с поверхности зерновки. В результате чего микрофлора, в виде спор вегетативных клеток, потерявшая влагу, ведет себя как диэлектрик, не поглощает энергию ЭМП СВЧ. Кроме того, испарение влаги сопровождается понижением температуры на поверхности зерновки. При этом сохраняется жизнеспособность спор.

Для определения зараженности продуктов переработки зерна пшеницы, после воздействия СВЧ-энергии образцы по вариантам размалывались на лабораторной мельнице и просеивались на рас­сее с соблюдением стерильности (приборы обрабатывались 70%-м раствором спирта после каждой пробы).

Результаты исследования влияния энергии СВЧ-поля на микрофлору отрубей повторяют полученные результаты на зерне. Наиболее чистыми оказались пробы вариантов, где температура нагрева зерна варьировала в зависимости от режимных параметров от 60 до 85 °С. На уровне контроля остались варианты где температура оказалась недостаточной.

Отруби, свободные от фузариозной инфекции, то есть полученные из зерна, отработанного в вариантах, где температура нагрева достигала от 60 до 85 °С. можно использовать в технологиях приготовления хлеба, хлебобулочных изделий, а также направлять для изготовления комбикорма. Возможно их использование для лечебных и профилактических целей после дополнительных исследований на содержание микотоксинов.

В муке, полученной из тех же образцов, содержание фузариозной инфекции значительно ниже. При посеве на питательные среды эффективность 100% обеззараживания наблюдается в вариантах при температуре нагрева 57-65 °С.

### **Библиографический список**

1. Юсупова Г.Г., Юсупов Р.Х. и др. Микробиологический контроль производства пищевых продуктов из зерна. – М.: изд-во типография №2, 2010. – 420 с.

2. Юсупова, Г.Г. Электротермическое воздействие энергией СВЧ-поля – экологическое решение проблемы качества и безопасности зернового сырья / Г.Г. Юсупова, Р.Х. Юсупов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина», 2012, № 1(52). – С. 9-11.

3. Бегеулов М.Ш. Биологизация растениеводства и качество зерна пшеницы // Агро 21, 2000, №10. – С. 20-21.

**Abstract.** *Fungi of sort Fusarium cause damage of grain, a flour and bread. Toxins are dangerous to the person and animals. This problem demands working out of the methods providing microbiological safety at preservation of quality. Such method is the method of electro thermal influence by energy of a microwave field of indicators. As a result of processing there is a neutralization of microorganisms and data of their number to safe limits.*

**Keywords:** *grain, a flour, bread, microbiological safety, disinfecting, energy of a microwave field, electrothermal influence.*

УДК 664.641.1663.1(075.8)

## ВЛИЯНИЕ СВЧ-ПОЛЯ НА СОХРАННОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

Г.Г. Юсупова<sup>1</sup>, М.П. Лукина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, <sup>2</sup> Якутская ГСХА

**Аннотация.** *Грибы рода Fusarium вызывают порчу зерна, муки и хлеба, фузариотоксины опасны для человека и животных. Эта проблема требует разработки методов, обеспечивающих микробиологическую безопасность при сохранении качества. Таким методом является метод электротермического воздействия энергией СВЧ-поля показателей. В результате обработки происходит обезвреживание микроорганизмов и сведение их численности до безопасных пределов.*

**Ключевые слова:** зерно, мука, хлеб, микробиологическая безопасность, дезинфекция, энергия СВЧ-поля, электротермическое воздействие.

В сельском хозяйстве с каждым годом наблюдается спад производства продукции растениеводства, в связи с этим возникают вопросы ухудшения фитосанитарного состояния при хранении продуктов растениеводства. Потери зерна зависят и от погодных условий. При хранении имеются потери, явные и скрытые среди которых сильно выделяются микроскопические грибы, наносящие большой ущерб для зерна кукурузы и продуктов его переработки. В период хранения в микрофлоре зерна кукурузы наблюдалась смена видов. Полевая микрофлора часто вытеснялась сапрофитными грибами: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucoraceae*, *Alternaria*.

В настоящее время нарастает необходимость использования методов физическим и биологическим воздействием на микрофлору зерна. Эти приемы могут воздействовать для отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности в приеме сохранения технологических свойств белково-протеиназного и углеводно-амилазного комплексов зерна, продуктов его переработки, улучшении физико-химических показателей продукции и обеспечение микробиологическую безопасность зерновых культур в послеуборочный период. Именно для этих целей возникает необходимость использования электротермического воздействия энергией СВЧ-поля.

При хранении зерна кукурузы в основном поражаются представителем рода *Alternaria*, проявляющиеся виде черной плесени. Партии зерна, прошедшие очистку, и отволаживание, часто заражены грибами р. *Alternaria* примерно на 40-60%. Для установления были использованы партии прошедшие полную очистку подготовку к размолу. При предварительном обследовании партий зерна кукурузы, идущих на переработку в крупу, было выявлено заражение фузариозной инфекцией. Часто встречаются виды *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*. Источниками инфекции служат семена, послеуборочные остатки и почва. Зараженные семена дают слабые, малоурожайные растения. Фузариоз распространен повсюду, причем особенно сильные вспышки наблюдаются во влажные годы. Для обезвреживания микроорганиз-

мов необходимо выбрать такой режим, чтобы обработка не снижало качество и безопасность продукции и в то же время снижало инфекционную нагрузку, такой прием известен, он относится физическим методам. Это термическое воздействие энергией СВЧ-поле.

Для исследования были выбраны из партии зерна с одинаковой окраской и сформированы образцы-навески для обработки в СВЧ-поле. Для сравнительной характеристики видов р. *Fusarium* пользовались таблицей.

Для проведения опыта использовали зерно кукурузы, пораженное грибами, относящимися к роду *Fusarium*. Первоначальная зараженность в образцах составляла 15-20%. За входные параметры нами были приняты экспозиции и скорость нагрева.

В результате обработки СВЧ-поле зараженность снизилась до безопасных пределов.

Анализируя полученные результаты, стоит отметить, что область безопасных пределов обеззараживания находится в пределах уровня экспозиция 84-90 секунд; скорость нагрева 0,76-0,8 °C/с. Температура нагрева зерна соответствующих режимов варьирует от 60 °C до 85 °C.

Нерезультативной является обработка при экспозиции 30-60 секунд на всех скоростях нагрева. Увеличивая экспозицию от 60 до 70 с скорости нагрева зараженность снижается до безопасных пределов 0,76-0,8 °C/с.,. Максимальная экспозиция 90 секунд при скорости нагрева 0,8 °C/с снижает жизнеспособность микроорганизмов до нуля.

Обработанные образцы размалывались по вариантам воздействия СВЧ-энергии и просеивались через рассев с соблюдением стерильности. Перед каждым вариантом опыта приборы промывались 70%-м раствором спирта. Крупную фракцию, в которой имелось больше плодовых оболочек, шелухи, зародышей, использовали для приготовления образцов кормов. Для проведения опыта выбирались варианты, в которых инфекция была исключена полностью или сведена до безопасных пределов. В результате выработанная комбикормовая продукция оказалась свободной от фузариозной инфекции.

В опыте отобранную из технологической линии пробу крупы обрабатывали в СВЧ-поле в соответствии с режимами вариантов опыта.

В результате выявлено, что обработка крупы значительно лучше освобождается от микроорганизмов, нежели при обработке зерна.

Наиболее эффективными являются температура от 70 до 90 °С.

Для кукурузной крупы и зерна кукурузы можно увеличить температуру нагрева, поскольку нет лимитирующих факторов и при 70 °С в течение 1-2 минут свойства ее не изменяются. Повышение температуры нагрева зерна на 10 °С обеспечивает более стабильное обеззараживание.

По результатам проведенных исследований можно выделить следующие режимы обработки: экспозиция  $\tau = 45-90$  с, скорость нагрева  $\nabla = 0,5-0,8$  °С/с, температура нагрева  $t = 55-85$  °С при влажности продукции 15,5-16,5%.

### Библиографический список:

1. Юсупова Г.Г. Влияние СВЧ-обработки на фитопатогенные грибы/Г.Г. Юсупова, Г.И. Цугленок, Г.А. Головина // Экономика и социум на рубеже веков: Мат-лы науч.-практ. конф. – Челябинск, 2003. – С. 97-100.
2. Бегеулов М.Ш. Биологизация растениеводства и качество зерна пшеницы // Агро 21, 2000, №10. – С. 20-21.
3. Леонов О.А. Экономика качества, стандартизации и сертификации / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Н.Ж. Шкаруба. – М.: Инфра-М, 2014. – 251 с.

**Abstract.** *Fungi of sort Fusarium cause damage of grain, a flour and bread. Toxins are dangerous to the person and animals. This problem demands working out of the methods providing microbiological safety at preservation of quality. Such method is the method of electro thermal influence by energy of a microwave field of indicators. As a result of processing there is a neutralization of microorganisms and data of their number to safe limits.*

**Keywords:** *grain, a flour, bread, microbiological safety, disinfecting, energy of a microwave field, electrothermal influence.*

# ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

---

УДК 637.514

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУКОПЧЕННЫХ КОЛБАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПШЕНИЧНОЙ КЛЕТЧАТКИ «ВИТАЦЕЛЬ»

С.А. Грикшас<sup>1</sup>, Т.М. Волгапкина<sup>1</sup>, В.В. Колыхалова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

<sup>2</sup> ЗАО «Мозунция - Интеррус», г. Москва

***Аннотация.** Авторами рассмотрены современные технологии производства полукопченых колбас с использованием пшеничной клетчатки «Витацель».*

***Ключевые слова:** копченая колбаса, овощные добавки, пшеничная клетчатка.*

В настоящее время расширяется выпуск новых видов продуктов, изготовленных путем комбинирования фракций пищевого сырья животного и растительного происхождения, а также различных пищевых добавок. Это позволяет регулировать потребительские свойства продуктов, их пищевую и биологическую ценность, органолептические показатели. Производители колбасных изделий также применяют различные пищевые добавки, в том числе растительного происхождения. Однако недостаточно информации об использовании их в технологии мясных продуктов, требуются исследования функционально-технологических свойств пищевых волокон, оценка их влияния на качество и биологическую ценность мясных изделий.

В связи с этим целью данного научно-производственного эксперимента являлась разработка рецептурного состава фарша для

производства полукопченой колбасы с использованием клетчатки «Витацель» WF-200.

Разрабатывались образцы фарша и изготовленные из него батоны полукопченой колбасы, следующего состава:

- по ГОСТ P52196-2003 (контроль);
- с использованием 1% клетчатки «Витацель» WF-200 (образец №1);
- с использованием 2% клетчатки «Витацель» WF-200 (образец №2);
- с использованием 3% клетчатки «Витацель» WF-200 (образец №3).

Технологический процесс осуществлялся в соответствии с ГОСТ P 53588-2009 «Колбасы полукопченые». Химический состав фарша, содержание балластных веществ, определение энергетической ценности образцов колбас и дегустационную оценку готовых продуктов провели по общепринятым методикам исследования.

В результате производства колбасы «Одесской» были рассчитаны выхода готовой продукции. Выхода колбас, произведенных, с использованием клетчатки, превышают выход образца по ГОСТ на 0,3%; 0,7 %; 1,2 %, что соответствует 3,9 гр., 10,22 гр. и 17,52 гр. готовой продукции, а с пересчетом на 2000 кг колбасы соответственно 6 кг, 14 кг, 24 кг. Данный факт показывает выгодность использования добавок при производстве колбасных изделий.

Установлено, что наивысшее содержание влаги в готовых колбасных изделиях было получено в опытном образце №3 – 39,31%. В этом образце по сравнению с контрольным, образцами №1 и №2 содержание влаги было выше соответственно на 4,32%; 2,41% и 0,95%. Следовательно, наблюдается тенденция, что с увеличением в фарше доли клетчатки увеличивается количество влаги, что положительно влияет на физико-химические свойства готовых продуктов.

Наивысшее содержание белка было в контрольном образце – 23,39%, а наименьшее в четвертом – 22,47%. Наиболее высокое содержание жира было получено в первом образце – 36,87%, а наименьшее в четвертом – 34,02%. Таким образом, с повышением в фарше доли клетчатки уменьшается количество белка и жира.

Колебание содержания в полукопченой колбасе золы было незначительным, от 4,75% (образец №1) до 4,20% (образец 3), и статистически не достоверным.

Также были проведены анализы по выявлению количество

клетчатки в готовых продуктах. Результаты исследований показывают, что в контрольном образце не обнаружено клетчатки. В опытных образцах №1, №2 и №3 доля клетчатки составила 0,99; 1,99 и 2,99% соответственно. Таким образом, с увеличением в фарше доли клетчатки пропорционально увеличивается ее доля в готовом продукте.

Энергетическая ценность выработанных образцов колбасы была следующая: 425,39; 416,17; 409,55 и 407,86 соответственно в образцах контроль, №1, №2 и №3. Следовательно, наиболее калорийным является контрольный образец из-за содержания в нем наибольшего количества жира.

Дегустационная оценка готовых продуктов показала, что наивысшую оценку получил контроль и образец №1, образцы с 2% и 3% содержанием клетчатки, уступали в выборе опрашиваемых. Образец колбасы с 3% содержанием клетчатки имел рыхлую консистенцию.

На основе полученных результатов исследований были сделаны следующие предложения производству. При производстве полукопченой колбасы рекомендуется добавлять клетчатку в размере 2%, так как это количество значительно повышает функционально-технологические свойства фарша и выход готовой продукции.

**Abstract.** *The authors examined the modern technology of production of smoked sausage with wheat additive "Vitatsel."*

**Keywords:** *smoked sausage, vegetable additives, wheat fiber.*

УДК 664.012.1+664:658.562

## **ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС**

**О.А. Леонов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В тезисах проводится анализ качества и метрологического обеспечения производства варено-копченых колбас. Для обеспечения высокого качества необходимым условием является разра-*

*ботка перечня критических контрольных точек, формы рабочего листа ХААСП для проведения мониторинга технологического процесса, матрицы распределения ответственности и полномочий персонала.*

**Ключевые слова:** *качество, метрологическое обеспечение, рабочий лист ХААСП, матрица распределения ответственности и полномочий персонала, средство измерений, мониторинг.*

Экономика любого предприятия в настоящее время строится на качественном подходе к выпуску продукции [1]. Главным становится лозунг «Удовлетворенность потребителя». А качество продукции во многом зависит от грамотно выбранного метрологического оборудования и приборов [2]. Выбор средств измерения – сложная технико-экономическая задача, которая решается в зависимости от допуска на контролируемый параметр и стоимости потерь, связанных с погрешностью измерений [3, 4].

Основными параметрами на всех стадиях технологического процесса производства варено-копченых колбас являются температура и влажность воздуха [5]. Контроль качества технологического процесса проводят сотрудники Службы качества в соответствии со схемой контроля по утвержденным контрольным точкам. В данном случае опасными факторами являются нарушения температуры и влажности воздуха, так как выход этих параметров за допускаемые пределы ведет к ухудшению качества технологического процесса, и как следствие – к снижению качества готовой продукции.

С учетом выше сказанного можно заключить, что для высокой точности технологического процесса системой ХААСП предусмотрена разработка перечня критических контрольных точек, где будет осуществляться мониторинг параметров технологического процесса.

Для наглядности представления контроля качества технологического процесса на различных его этапах критические контрольные точки были нанесены на технологическую схему производства. В соответствии с требованиями, предъявляемыми системой ХААСП, для совершенствования системы мониторинга была разработана форма рабочего листа ХААСП для данного технологического процесса, табл. 1.

**Форма рабочего листа ХААСП  
для проведения мониторинга технологического процесса**

Наименование операции	Номер КТ	Контролируемый параметр	Норматив	Корректирующее действие
Подготовка сырья	К1	Температура в толще мясного сырья: охлажденного размороженного	$2 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $0 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	Изоляция несоответствующего сырья
Размораживание сырья	К2	Температура помещения	$20 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования
		Отн. влажность	80-85 %	
Разделка, обвалка	К3	Температура сырья до обвалки	$< 10 \text{ } ^\circ\text{C}$	Изоляция несоответствующего сырья
		Температура сырья после жиловки	$< 15 \text{ } ^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования
		Температура помещения	10-12 $^\circ\text{C}$	
		Отн. влажность	70-75 %	
Измельчение, посол, приготовление фарша и наполнение оболочек	К4	Температура в камере посола	0-4 $^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные технологические режимы
		Отн.влажность	80-85 %	
		Температура готового фарша	$-2 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	
		Отн. влажность	75-78 %	
Подготовка к термической обработке	К5	Температура помещения при формовке	10-12 $^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования
		Температура помещения при осадке	$6 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$	
		Температура сырья при осадке 1 способ 2 способ	$6 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $3 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	Изоляция несоответствующего сырья, отправление на повторную переработку

Наименование операции	Номер КТ	Контролируемый параметр	Норматив	Корректирующее действие
Термическая обработка (1 и 2 способы)	К6	Температура первичного копчения	$75 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные термические режимы, провести повторное обучение с операторами
		Температура варки	$74 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	
		Температура охлаждения	$< 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	
		Температура вторичного копчения	$42 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	
Сушка	К7	Температура сушки	$11 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования
		Относительная влажность	$76 \pm 2 \text{ } \%$	
Хранение	К8	Температура помещения	$12\text{-}15 \text{ } ^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования

Для выполнения корректирующих действий должны быть назначены лица, несущие ответственность по реализации необходимых мероприятий. Закрепление подобной ответственности персонала в соответствии с МС ИСО серии 9000 осуществляется в форме матрицы распределения ответственности и полномочий. Форма матрицы распределения ответственности и полномочий персонала по выполнению корректирующих действий разработана и представлена в табл. 2.

В результате проделанного анализа технологического процесса производства варено-копченых колбас выявлено, что для обеспечения высокого качества необходимым условием является разработка элементов метрологического обеспечения. Такими элементами являются:

- перечень критических контрольных точек;
- форма рабочего листа ХААСП для проведения мониторинга технологического процесса;
- матрица распределения ответственности и полномочий персонала.

Таблица 2

**Матрица распределения ответственности и полномочий персонала по выполнению корректирующих действий**

Наименование реализуемого мероприятия	Руководитель предприятия	Начальник Службы качества	Главный технолог	Главный инженер	Начальник производства
Накопление информации по фактическим причинам несоответствия, изоляция несоответствующего сырья	Р	О	И	Д	С
Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования	Р	Д	С	О	И
Изоляция несоответствующего сырья	Р	О	И	Д	С
Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные термические режимы	Р	И	С	О	Д
Проведение повторное обучение с операторами	Р	Д	С	И	О

Используемые сокращения:

Р – руководство работой подразделений, должностных лиц по процессу;

О – ответственный исполнитель работ по процессу;

С – соисполнитель, участие в реализации документированных процедур;

И – предоставление информации по процессу;

Д – разработка документированных процедур, организация взаимодействия подразделений при разработке и актуализации процедур по элементу.

В дальнейшем необходимо будет назначить такие средства измерений технологических параметров, которые обеспечивали бы заданную точность допускового контроля. Например, обеспечить контроль температуры  $0 \pm 1$  °С (допуск 2 °С) можно только высокоточным средством измерения с погрешностью  $\pm 0,3$  °С и меньше, согласно метрологическому правилу, что средства измерений должны быть точнее контролируемого параметра в 3-10 раз. Иначе начнутся технологические потери качества продукции. Этому условию будут удовлетворять достаточно дорогие средства измерений температуры, табл. 3.

**Классы допуска и диапазоны измерений для термометров  
сопротивления (ТС)**

Класс допуска	Допуск, °С	Диапазон измерений, °С			
		Платиновый ТС, ЧЭ		Медный ТС, ЧЭ	Никелевый ТС, ЧЭ
		проволочный	пленочный		
AA W 0.1 F 0.1	$\pm(0,1+0,0017 \cdot  t )$	От –50 до +250	От –50 до +250	–	–
A W 0.15 F 0.15	$\pm(0,15+0,002 \cdot  t )$	От –100 до +450	От –50 до +450	От –50 до +120	–
B W 0.3 F 0.3	$\pm(0,3+0,005 \cdot  t )$	От –196 до +660	От –50 до +600	От –50 до +200	–
C W 0.6 F 0.6	$\pm(0,6+0,01 t )$	От –196 до +660	От –50 до +600	От –180 до +200	От –160 до +180
Примечание: $ t $ – абсолютное значение температуры, °С, без учета знака.					

С другой стороны – технологам необходимо грамотно назначать сами допуски, может быть здесь и не требовалась бы такая точность измерений.

### Библиографический список

1. Леонов О.А., Темасова Г.Н., Шкаруба Н.Ж. Экономика качества, стандартизации и сертификации: Учебное пособие. – М.: Издательство Инфра-М, 2014.
2. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Управление качеством метрологического обеспечения предприятий // Сборник научных докладов ВИМ. Том 2. – М.: Издательство ГНУ ВИМ, 2012. – С 412–420.
3. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж., Темасова Г.Н. Техничко-экономические основы качества, стандартизации и сертификации: Учебное пособие. – М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2004. – 235 с.
4. Леонов О.А., Бондарева Г.И., Шкаруба Н.Ж. Оценка качества измерительных процессов в ремонтном производстве // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В.П. Горячкина, 2013, № 2. – С. 36.

5. Дунченко Н.И., Магомедов М.Д., Рыбин А.В. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности. Учебное пособие – М.: Дашков и К, 2014. – 212 с.

**Abstract.** *The thesis analyzes the quality and metrological support of production of boiled-smoked sausages. To ensure the high quality necessary condition is the development of a list of critical control points, the shape of the worksheet the HACCP for monitoring of the technological process, the matrix of the distribution of responsibility and authority staff.*

**Keywords:** *quality, metrological support worksheet GAASP, matrix distribution of responsibility and authority metro staff, instrument monitoring.*

УДК 637.514

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОСТАБИЛЬНОГО ИМИТАЦИОННОГО ШПИКА, ЭМУЛЬСИИ ИЗ КУРИНОЙ ШКУРКИ, БЕЛКОВО-ЖИРОВЫХ ЭМУЛЬСИЙ В МЯСНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

**В.В. Прянишников, В.В. Колыхалова**  
*ЗАО «Мозунция - Интеррус»*

**Аннотация.** *Авторами рассмотрены современные технологии производства мясных изделий с использованием имитационного шпика, эмульсий из куриной шкурки и белково-жировых эмульсий.*

**Ключевые слова:** *мясное сырье, комплексные препараты, шпик, куриная шкурка, белковые и жировые эмульсии.*

На сегодняшний день в мясоперерабатывающей отрасли сложилась ситуация нехватки шпика. В связи с этим возникла необходимость использования имитационного шпика в мясном производстве, а также потребности некоторой замены мясного сырья на функциональные эмульсии для улучшения качества готового продукта. С возникшим дефицитом сырья, производители стимулируют

компании, которые производят пищевые добавки, к разработке технологий производства препаратов, которые позволяют произвести продукты, имитирующие натуральный шпик, улучшающие структуру и внешний вид готового мясного продукта.

Основные требования к таким препаратам:

- получение высококачественного продукта, относительно дешевого по сравнению с используемым жировым сырьем;
- улучшение технологических показателей имитационного шпика по сравнению с натуральным (термостабильность, консистенция, цвет, адгезия к фаршу);
- использование в составе имитационного шпика жидких растительных масел и твердых растительных жиров с целью удешевления продуктов и возможности использования в вегетарианских блюдах.

Возрождение и быстрый рост отечественного птицеводства дает возможность производить такой ассортимент продуктов из мяса птицы, который позволит рационально и комплексно использовать сырье.

Технология производства белково-жировых эмульсий (БЖЭ) из шкурки птицы достаточно проста и не требует наличия дополнительного специального оборудования. Для приготовления БЖЭ на многих предприятиях используют высокоскоростные куттера «Тайфун» с емкостью чаши от 60 до 350 л (фирма «Интермик»). Вначале в куттер вносится количество воды, предусмотренное по рецептуре, и в режиме перемешивания добавляется соевый изолят Майсол, Стабилизатор Топ, после чего проводится обработка в куттере на больших оборотах до образования дисперсии (2-3 мин в зависимости от типа оборудования). Затем в куттер вносят шкурку птицы (предварительно измельченную на 5-8 мм), пшеничную клетчатку Витацель WF 400 (длина волокна 500 мкм) и продолжают куттеровать при максимальной скорости вращения ножей в течение 4-6 мин до однородной массы. Приготовленную эмульсию выгружают в емкости и оставляют на хранение 8-12 ч при температуре 2-4 °С. Полученная таким образом эмульсия достаточно термостабильна и обладает хорошей влагосвязывающей способностью.

Белково-жировые эмульсии, имитирующие натуральный шпик, полученные на основе животных белков, полученных из кол-

лагенсодержащего сырья, позволяют получать продукт, по внешнему виду и консистенции близкий к натуральному шпику.

Другим способом получения имитационного шпика является приготовление жировых эмульсий с использованием солей альгиновой кислоты. Для приготовления имитационного шпика с использованием альгината натрия и солей кальция не требуется термообработка. Отверждение эмульсий происходит на холоде за счет гелеобразования. Применение препаратов на основе альгината натрия имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием белковых эмульгаторов. Это значительно меньшие дозировки (3-10% от массы готового имитационного шпика), а главное термостойкость полученных эмульсий.

Примером альгинатных препаратов для получения термостабильного имитационного шпика и белково-жировых эмульсий с использованием подсолнечного масла являются САФТЕКС ФЭТ-Р арт. 50144 и Субфет-препараты, которые прошли испытания на крупнейших предприятиях России.

Термостабильный имитационный ШПИК/БЖЭ с САФТЕКС ФЭТ-Р арт. 50144 или Субфет с использованием подсолнечного масла готовится по формуле, разработанной технологами Могунци. Соотношение: Арт. 50144 Сафтекс ФЭТ-Р (или Субфет): подсолнечное масло: сухое молоко : крахмал: вода холодная – 5 : 4,4 : 4,5 : 9 : 77,6 = 100

Технология приготовления: первоначально холодная вода с альгинатным препаратом разрабатывается в куттере до однородного состояния, затем вносят подсолнечное масло, молоко, крахмал. Для разработки БЖЭ рекомендуется куттеровать на высокой скорости ножей и низких оборотах чаши куттера до получения однородной эмульсии. Полученную массу направить на созревание на 6 часов (не менее) при температуре 0-40 °С. После чего можно использовать. При приготовлении эмульсии не использовать соль и фосфаты.

Нельзя замораживать эмульсию после приготовления в течение первых 24 часов. Затем эмульсию можно заморозить.

В результате испытаний и исследований технологами отработана рецептура термостабильного имитационного шпика с Субфетом.

Состав термостабильного имитационного шпика с Субфетом: субфет – 1 кг, шпик – 5 кг, животный белок – Типроб01/Типро 0,2 кг, вода – 17,0 кг.

При необходимости, после созревания, термостабильная эмульсия и термостабильный имитационный шпик могут замораживаться.

Использование БЖЭ в рецептурах различных мясопродуктов позволяет: решить технологическую задачу формирования необходимой консистенции и улучшения функциональных свойств мясных изделий; увеличить выход готового продукта, снизить потерю влаги при хранении и стабилизировать консистенцию готовых продуктов; получить сочный продукт монолитной структуры с повышенной пищевой ценностью; снизить себестоимость готового продукта. Имитационный шпик используется в рецептурах вареных, варено-копченых, полукопченых колбас как самостоятельно, так и в смеси с натуральным шпиком для создания рисунка на срезе. Пониженный уровень энергетической ценности «искусственного шпика» и содержания холестерина, наличие ненасыщенных жирных кислот групп “Омега 3” и “Омега 6” позволяет использовать его при производстве продуктов здорового питания и мясопродуктов с продленным сроком хранения. Имитационный шпик существенно улучшает органолептические показатели продуктов - имеет более яркий и устойчивый цвет и не оплавляется при термообработке.

**Abstract:** *The authors examined the modern technology of production of meat products using imitation of bacon, chicken skin and protein-fat emulsions.*

**Keywords:** *fat, chicken skin, protein and fat emulsions.*

## ОЦЕНКА КОРОВЬЕГО, КОЗЬЕГО И ВЕРБЛЮЖЬЕГО МОЛОКА-СЫРЬЯ И КАЧЕСТВО, ПОЛУЧАЕМОЙ ИЗ НЕГО ПРОДУКЦИИ

*А.С. Шуваринов, В.А. Цветкова, О.Н. Пастух  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье приводятся данные о составе верблюжьего, коровьего, козьего молока-сырья и качестве простокваши, получаемой из этого молока*

***Ключевые слова:** молоко коровье, молоко козье, молоко верблюжье, пищевая аллергия, аллергены, белковый профиль, простокваша.*

Наиболее распространённым видом молока является коровье молоко, а классическим продуктом из него считается простокваша. Несмотря на доступность и полезные свойства коровьего молока, не все люди могут употреблять его в пищу из-за наличия в нём веществ, вызывающих аллергию. Пищевая аллергия, в том числе на молочные продукты, является одной из распространенных форм аллергии. В основе лечения людей, подверженных этому заболеванию лежит исключение из продуктов питания аллергенов [1].

С каждым годом увеличивается количество людей с пищевой аллергией и непереносимостью молока, соответственно, растёт интерес к гипоаллергенным молочным продуктам. Одной из наиболее вероятных причин возникновения аллергии на белки молока называют присутствие в коровьем молоке, а также в молоке других жвачных животных  $\beta$ -лактоглобулина, который практически отсутствует в грудном молоке. Снизить риск возникновения пищевой аллергии на молоко возможно путём снижения в нем содержания этого белка [2].

Козье молоко традиционно считается менее аллергенным по сравнению с коровьим, однако в нем, как и в коровьем присутствует белковая фракция  $\beta$ -лактоглобулин, хотя и в меньшем количестве, чем в молоке коровьем [3].

Обоснование использования верблюжьего молока, как сырья для производства молочных продуктов для людей с пищевой аллергией на белки молока, является весьма актуальным.

В связи с этим, целью нашей работы было изучение качества коровьего, козьего, верблюжьего молока и получаемой из него простокваши с анализом фракционного состава молочного белка, как факторов аллергенности.

Коровье молоко было получено на Зоостанции РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева от коров чёрно-пёстрой породы. Козье молоко от коз зааненской породы приобретено в фермерском хозяйстве «Атлант», Шаховского района Московской области. Верблюжье молоко от верблюдов-бактрианов получено с фермы «LAIDOYA», находящейся в республике Татарстан.

Анализ показателей и оценка свойств молока проводились общепринятыми, стандартными методами в лаборатории технохимического контроля ВНИМИ и в лаборатории кафедры технологии переработки продуктов животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

На основании проведенных исследований было установлено, что состав и качество верблюжьего молока значительно отличались от коровьего и козьего (табл.1).

*Таблица 1*

**Физико-химические показатели молока-сырья**

Показатель	Молоко – сырье		
	верблюжье	коровье	козье
МД сухого вещества, %	14,28 ± 0,36	11,53 ± 0,10	12,20 ± 0,07
МД жира, %	4,67 ± 0,33	3,1 ± 0,1	3,5 ± 0,25
МД белка, %	4,45 ± 0,004	3,05 ± 0,02	3,45 ± 0,15
МД сывороточных белков, %	1,44 ± 0,09	0,79 ± 0,01	0,99 ± 0,03
МД лактозы, %	3,99 ± 0,11	4,72 ± 0,33	4,59 ± 0,41
МД Са, мг/%	132,92 ± 0,69	118,09 ± 0,26	124,58 ± 0,42
Калорийность, ккал/ 100 г	78,03 ± 3,22	60,67±2,34	65,11 ± 1,32
Плотность, кг/м3	1 030,5 ± 0,35	1 028,4 ± 0,30	1 028,7 ± 0,25
Кислотность, °Т	22,0 ± 0,60	15,4 ± 0,04	16,5 ± 0,03

При анализе органолептических показателей молока-сырья было отмечено, что консистенция верблюжьего молока была более густой, ощущалась жирность, которая делала вкус молока больше похожим на сливки.

Запах верблюжьего молока был не таким сильным, по сравнению с коровьим и козьим, в нём улавливались едва ощутимые непривычные оттенки. Верблюжье молоко сильно отличалось от коровьего и козьего молока по цвету. Желтоватую окраску козьему и коровьему молоку дает бета-каротин, в верблюьем молоке витамин А растворён в жире в форме ретинола, а не предшественников - каротиноидов, поэтому и цвет верблюжьего молока имеет белоснежный оттенок. Козье и верблюжье молоко имели свой специфический, отличающийся от коровьего, но не слишком выраженный привкус. У козьего молока вкус был наиболее сладким.

По сравнению с коровьим в верблюьем молоке была достоверно выше концентрация сухого вещества на 2,75% ( $P>0,99$ ), количество сывороточных белков на 0,66% ( $P>0,99$ ), содержанию жира на 1,57% ( $P>0,95$ ).

Содержание мононенасыщенных, важных в физиологическом отношении, незаменимых жирных кислот - линолевой, линоленовой, арахидоновой, в верблюьем молоке было значительно больше, чем в коровьем и козьем молоке. Сумма полиненасыщенных жирных кислот в верблюьем молоке оказалась выше на 1,6 % ( $P>0,95$ ), чем в коровьем молоке, в том числе выше содержание кислот группы омега-3 на 0,3% ( $P>0,999$ ) и группы омега-6 - на 1.3% ( $P>0,95$ ).

Белковый профиль верблюжьего молока существенно отличается от коровьего и козьего. В верблюьем молоке содержится больше  $\alpha$ -лактальбумина, лактоферрина, иммуноглобулинов, но самое главное – это отсутствие  $\beta$ -лактоглобулина.

Каждый вид молока был заквашен тремя видами заквасок: молочными лактококками, ацидофильной палочкой, болгарской палочкой.

При анализе органолептических показателей простокваши было отмечено, что консистенция продуктов из козьего молока была чуть гуще по сравнению с продуктами на верблюьем молоке, но уступала по густоте продуктам из коровьего молока. Обычная простокваша только на коровьем молоке имела типичную рыхловатую

консистенцию. А болгарская простокваша из всех видов молока получилась более жидкой, чем ацидофильная и обычная простокваша. Ацидофильная простокваша по консистенции лучше всего получилась на верблюжьем молоке, она была гуще обыкновенной и болгарской простокваша, очень тягучей и упругой.

При анализе физико-химических показателей простокваша было отмечено (табл.2), что при одинаковом времени сквашивания ацидофильная палочка активнее всего развивалась на козьем молоке.

Таблица 2

**Физико-химические показатели кисломолочных продуктов**

Показатель	Молоко								
	верблюжье			коровье			козье		
	простокваша								
	ацидоф	обыкн	болг	ацидоф	обыкн	болг	ацидоф	обыкн	болг
МД сухого вещества, %	14,62 ±0,40	14,53 ±0,24	13,89 ±0,08	10,94 ±0,13	11,19 ±0,08	11,19 ±0,07	11,98 ±0,03	12,55 ±0,27	12,12 ±0,09
МД жира, %	5,0 ±0,1	4,9 ±0,1	5,0 ±0,1	3,0 ±0,1	2,2 ±0,1	2,6 ±0,1	3,3 ±0,1	3,3 ±0,3	3,3 ±0,1
МД белка, %	4,43 ±0,03	4,43 ±0,04	4,39 ±0,04	3,07 ±0,01	3,06 ±0,04	3,11 ±0,06	3,34 ±0,01	3,29 ±0,07	3,35 ±0,04
МД лактозы, %	2,79 ±0,13	3,87 ±0,14	4,06 ±0,04	2,94 ±0,11	3,96 ±0,10	4,5 ±0,28	3,18 ±0,11	4,41 ±0,03	4,7 ±0,28
Калорийность, ккал	76,10 ±0,91	80,07 ±1,06	80,70 ±0,69	52,54 ±0,79	49,22 ±1,05	55,38 ±2,24	57,42 ±1,72	62,26 ±3,04	63,70 ±0,02
Титруемая кислотность, °Т	151,84 ±0,93	77,92 ±1,30	109,6 ±1,27	167,84 ±1,19	68,8 ±1,27	60,64 ±2,14	185,44 ±0,79	61,6 ±2,36	150,4 ±1,26

Кислотность ацидофильной простокваша на козьем молоке была выше относительно кислотности аналогичных продуктов на коровьем молоке на 17,7 °Т и верблюжьем молоке на 33,6 °Т (P>0,99). Содержание лактозы в коровьем молоке уменьшилось на 1,78%, в верблюжьем на 1,20% (P>0,95). Таким образом, содержание лактозы в ацидофильной простокваша на верблюжьем молоке было минимальным – 2,79%. Кислотность обыкновенной простокваша оказалась выше всего при заквашивании верблюжьего молока: выше обыкновенной простокваша из козьего молока на 16,3 °Т и выше

обыкновенной простокваши из коровьего молока на  $9,1^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,95$ ). Изменения в массовых долях белка, жира, сухого вещества простокваши разных видов относительно были незначительными и недостоверными. Кислотность обыкновенной простокваши из козьего молока была минимальной и составила  $61,6^{\circ}\text{T}$ . Относительно молока-сырья кислотность обыкновенной простокваши из верблюжьего молока выросла на  $55,9^{\circ}\text{T}$ , из коровьего молока на  $53,4^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,999$ ), из козьего молока на  $45,1^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,99$ ). Таким образом, на верблюьем молоке молочный и сливочный лактококки были самыми активными. Активность болгарской палочки была неодинаковой на разных видах молока-сырья. Наивысшая кислотность была получена на козьем молоке. По сравнению с молоком-сырьём она возросла на  $134^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,999$ ), преимущество относительно болгарской простокваши на коровьем молоке составило  $89,8^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,999$ ), относительно верблюжьей болгарской простокваши –  $40,8^{\circ}\text{T}$  ( $P>0,99$ ). Наименьшая кислотность продукта наблюдалась на коровьем молоке –  $60,64^{\circ}\text{T}$ .

В ацидофильной простокваше на верблюьем молоке выросло содержание полиненасыщенных жирных кислот группы омега-3 на  $0,26\%$  ( $P>0,95$ ). Линоленовой кислоты было больше всего в ацидофильной простокваше из верблюжьего молока по сравнению с её содержанием в ацидофильной простокваше из козьего и коровьего молока ( $P>0,95$ ). Полиненасыщенных жирных кислот в обыкновенной простокваше из верблюжьего молока на  $1,7\%$  больше, чем в обыкновенной простокваше из коровьего молока ( $P>0,95$ ), и на  $0,9\%$  больше, чем в обыкновенной простокваше из козьего ( $P>0,99$ ). Мононенасыщенных жирных кислот в верблюжьей простокваше также было больше по сравнению с обыкновенной простоквашей из козьего молока на  $3,2\%$  ( $P>0,99$ ). Насыщенных жирных кислот было меньше всего в простокваше на верблюьем молоке, и больше всего в простокваше из коровьего молока ( $P>0,95$ ). В болгарской простокваше на верблюьем молоке также было меньше насыщенных жирных кислот по сравнению с такими же продуктами на коровьем и козьем молоке ( $P>0,95$ ), а содержание полиненасыщенных жирных кислот, в частности группы омега-6, наоборот, больше ( $P>0,95$ ).

При исследовании белкового профиля кисломолочных продуктов из разного молока сырья необходимо отметить, что в простокваше

на верблюжьем молоке  $\beta$ -лактоглобулин не идентифицируется, что ещё раз подтверждает данные о его отсутствии в верблюжьем молоке.

В настоящее время на российском рынке продукты из верблюжьего молока позиционируются как лечебные, гипоаллергенные, диетические, но никак не продукты массового потребления. Однако, потенциал верблюжьего молока как сырья достаточно высок за счёт его уникального химического состава. При увеличении объёмов производства молока этого вида, произведённые из него кисломолочные продукты, смогут конкурировать с кисломолочными продуктами из коровьего молока.

### Библиографический список

1. Лолор-мл. Г. Клиническая иммунология и аллергология / Г. Лолор-мл., Т. Фишер, Д. Адельман. – М.: Практика, 2000. – 806 с.
2. Харитонов В.Д. Перспективы разработки новых функциональных молочных продуктов для людей с непереносимостью белков молока // Молочная река, 2012, №4. – С. 22-24.
3. El. El-Agamy Camel milk. Handbook of milk of non-bovine mammals / Ed. by Y.W. Park, G.F.W. Haelin. – Oxford, U.K.: Blackwell Publishing, 2006. – P. 297-344.

**Abstract.** *The article presents data on the composition of camel, cow, goat raw milk and yogurt as derived from this milk.*

**Keywords:** *cow milk, goat milk, camel milk, food Allergy, allergens, protein profile, yogurt.*

УДК: 551.491.4

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ВОД МОСКВА-РЕКИ

*И.В. Гареева, И.М. Яшин, И.И. Васенев*  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассматриваются результаты полевых и лабораторных исследований качества вод Москва-реки по створам, расположенным до мегаполиса, в центре города и на выходе вод реки за пределы города. Установлено устойчивое загрязнение вод Москва-реки ионами железа, фенолами, нефтепродуктами, ионами аммония и другими экотоксикантами, заметно ухудшающими экологическую безопасность и качество вод московского мегаполиса.*

***Ключевые слова:** Поверхностные воды, Москва-река, экотоксиканты - фенолы, железо, нефтепродукты, донные осадки, динамика свойств воды.*

**Объекты исследований.** По результатам комплексного обследования бассейна Москва-реки, проведенного Росприроднадзором в 2004-2005 гг., вода реки отнесена «к очень грязным водоемам шестого класса качества с индексом загрязненности вод (ИЗВ) от шести до десяти». В этой связи необходим локальный мониторинг качества поверхностных вод Москва-реки и ее притоков, что и определило цель настоящих изысканий в 2011-2013 гг.

Поверхностные воды Москва-реки были изучены нами до мегаполиса, в центре и за пределами города. Площадь бассейна Москва-реки составляет 17 640 км<sup>2</sup>. В верхнем течении ширина реки изменяется от 2 до 10 м, в черте российской столицы она составляет примерно 100 м, а в устье – 150 м. От истока к устью увеличивается и глубина. Так, около Звенигорода она составляет около 1,5 м, а

в нижней части течения (у г. Коломны) – 5 метров. В Москву-реку впадает 352 реки, а весь бассейн включает 550 речушек и ручьев.

Среди притоков Москва-река включает и ряд крупных водохранилищ, которые играют исключительно важную роль в снабжении города водой. Так, в 1959 году, недалеко от Можайска, было создано *Можайское водохранилище* руслового типа, близ села Марфин Брод. Водоохранилище имеет ширину 1-3 км и глубину 5-10 м. В предплотинной части глубина достигает 30 м. В 1966 году было создано Рузское водохранилище. Оно также относится к русловому типу. Площадь его достигает 3270 га, длина – 36 км, а ширина 0,5-2 км. Глубина водохранилища в среднем 6-7 м. *Озернинское водохранилище* также предназначено для водоснабжения столицы. Его площадь составляет 2300 га, длина 29 км, а ширина местами достигает 3 км. На территории водохранилища оборудовано множество лодочных станций, а в деревне Ремянница имеется 30-ти местная гостиница. В 1935 году было создано *Истринское водохранилище*. Оно имеет длину 28 км, его площадь составляет 3360 га. Средняя глубина водохранилища - 6 м.

**Методы исследований.** Катионы железа, меди, марганца, аммония, нитритные анионы в речных водах определяли с помощью фотоэлектроколориметрического метода, на приборе КФК-3; БПК по методу Винклера; фенолы - флюориметрическим методом на Флюорате 02-3М; нефтепродукты - ИК- спектрометрическим методом, на приборе КН-2; цинк - вольтамперометрическим методом; рН – потенциометрически. Использовали методы по соответствующим ГОСТам в сертифицированной лаборатории.

**Результаты и их обсуждение.** Известно, что воды рек Клязьма и Ока заметно загрязнены разными экотоксикантами. При этом 83 км Москва-реки (из общих 478 км), которые проходят в столице, успевают масштабнo загрязниться, что сказывается на ее неблагоприятном экологическом состоянии. Обстановку обостряют *Курьяновская и Люберецкая станции аэрации*, расположенные на «выходе» из города. Эти станции должны основательно очищать отработанную воду, но качество воды оказывается иным – более низким. Только к г. Воскресенску вода Москва-реки несколько улучшается и достигает 4-го класса качества.

Почему так происходит? В известной мере, это связано со следующими социально-экономическими факторами. В последние 70 лет мощная антропогенная нагрузка на подмосковные малые реки возросла особенно сильно, поскольку в 1918-1923 гг. промышленными рубками были охвачены массивы лесов в 30-ти верстной зоне вокруг столицы. За годы Отечественной войны Подмосковье потеряло еще пятую часть площади своих лесов. Все эти масштабные процессы уменьшили водоносность рек и увеличили их загрязнение тонкодисперсными частицами, органическими веществами и тяжелыми металлами. Большое отрицательное воздействие на реки столичного региона оказала также *разработка и массовое осушение болот в Тверской, Московской и Владимирской областях*. Последствия этих масштабных мероприятий остро ощущаются до сих пор: бассейн реки Волга существенно обмелел, торфяники горят, что весьма негативно сказывается и на прилегающих аграрных ландшафтах и подземных водах.

*Мощное негативное воздействие на малые реки в черте города оказало градостроительство*. Около 90 малых рек Москвы заключены в подземные галереи и трубы (рис. 3), а общая протяженность всех 150 подземных и наземных малых рек достигает 400 км. Воды рек подвержены в столице техногенному воздействию промышленности (сточные воды), водного и автотранспорта, антигололедных реагентов. На малые реки в Подмосковье, в частности, влияют высокая распаханность ландшафтов (53-64%), «чистые пары» и животноводческие комплексы, приводя к эрозии почвенного покрова и загрязнению водных источников – родников, ручьев, прудов и озер.

За последние годы в Москве было засыпано более ста прудов с площадью зеркала около 170 га. На их месте построены здания, проложены улицы, почвы которых *«запакованы»* асфальтом. Летом, при температуре более 300С, из асфальта в воздух активно выделяются бенз(а)пирен, фенол, формальдегид и иные токсиканты. Таким образом, налицо недооценка значения небольших водоемов в создании нового ландшафтно-архитектурного облика столицы и обустройстве комфортных зон отдыха для людей.

Воды малых рек заметно загрязняют Москва-реку в черте города. В воде реки Яуза, например, как одном из самых загрязненных ее притоков, концентрация нефтепродуктов, железа и аммония

превышают нормативы в пятьдесят-сто раз. Ниже впадения Яузы в Москва-реку качество воды резко ухудшается: в 3 раза повышается содержание нефтепродуктов, на порядок – бактериальное загрязнение, в шесть-восемь раз – содержание взвешенных веществ. Поэтому воды Москвы-реки ниже города не могут быть использованы ни для хозяйственно-бытовых, ни для рекреационных целей. Кроме того, промышленными предприятиями столицы ежесекундно сбрасывается более 73 м<sup>3</sup> плохо очищенных промышленных стоков – столько же, сколько выносит и Москва-река при выходе из столицы.

При значительной и продолжительной антропогенной нагрузке сточными водами в воде Москва-реки заметно изменяются нормальные процессы жизнедеятельности водных организмов (гидробионтов), большая часть растворенного в воде кислорода расходуется на окисление органических веществ (включая и СПАВы): водоток реки превращается, образно говоря, в «канализационный коллектор», ухудшая эстетический облик столицы.

Еще один важный нюанс. Анализ картосхемы, где расположены места *свалок в Подмоскowie*, показывает, что их большинство расположено в *поймах малых рек и в придолинных ландшафтах*. Это приводит к масштабному химическому загрязнению плодородных аллювиальных почв (и *овощной продукции*) и поверхностных вод. Непонятно одно: *кто контролирует эту экологическую ситуацию, и почему так происходит?*

Качество воды в Москва-реке в пределах города и ниже по течению - низкое, что обусловлено тем, что соотношение *сточных и природных вод* близко к 2:1 (то есть сточных вод больше, чем природных). После очистки сточные воды *не удовлетворяют требованиям* по содержанию органических веществ, *нефтепродуктов, ионов аммония и тяжёлых металлов*. Наиболее загрязнены участки реки около районов Нагатина, Марьино и Капотня. В черте города Москвы выделяется три участка с разной степенью загрязнения:

1-й – от входа в город до Крымского моста (участок традиционно является наиболее чистым);

2-й – центральная часть города в пределах Садового кольца, где качество воды по нефтепродуктам и металлам заметно колеблется как в течение года, так и вдоль реки;

3-й – участок нижнего течения реки, где Курьяновская станция аэрации приводит к увеличению концентрации биогенных элементов (аммония, нитритов, фосфатов), а также нефтепродуктов часто заметно выше значений ПДК.

**Abstract.** *The dynamics of water quality of the Moskva River was analyzed in 2011-2013. Water samples were collected at locations within the border of megalopolis, in the city center and at the point of outflow of the river from the border of Moscow. It was established that water in the Moskva River was sustainably polluted by iron ions, phenols, oil products, ammonium ions and other ecotoxicants. This pollution markedly deteriorates environmental safety and quality of the waters of the Moscow metropolis.*

**Keywords:** *Surface water, Moskva River, ecotoxicants: phenols, iron, oil products, bottom sediments, dynamics of the properties of water.*

УДК 632.7

## **АНАЛИЗ ФИТОСАНИТАРНОГО РИСКА САМШИТОВОЙ ОГНЕВКИ – НОВОГО ИНВАЗИВНОГО ВРЕДИТЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

**Ю.И. Гниненко**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В 2012 г. впервые на территории России была выявлена самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) опасный вредитель самшита. Этот фитофаг естественно распространен в Восточной Азии, в том числе на юге российского Дальнего Востока.*

*После появления в районе Сочи она быстро распространилась и в 2014 г. уже занимала практически все черноморское побережье Северного Кавказа, а также появилась в г. Краснодаре. Гусеницы огневки нанесли очень сильные повреждения самшиту как в естественных древостоях, так и в озеленительных посадках.*

**Ключевые слова:** самшит, самшитовая огневка, фитосанитарный риск.

В г. Сочи в 2012 г. впервые в России была выявлена самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* [1, 2]. Она естественно обитает в Китае, Японии, Корее и на юге российского Дальнего Востока [3] и связана там с местными видами самшита. Известно питание гусениц также на *Ilex purpurea*, *Euonymus japonica* и *E. alata* [4].

В 2007 г. огневка впервые была выявлена в Германии и в Нидерландах и с тех пор она быстро расселяется по Европе [5]. В настоящее время она известна с территории не только Германии, но и Франции, Швейцарии, Великобритании, Бельгии, Австрии, Италии, Венгрии, Словении и Турции [6].

Появление нового инвазивного фитофага в Европе побудило исследователей сделать прогноз его возможного распространения в новых местах обитания [7]. Он показал, что огневка способна освоить всю территорию Европы, где произрастают ее кормовые растения, от средиземноморских стран до юга Великобритании и Скандинавии.

В европейской части России естественно произрастает только самшит колхидский *Vixus colchica*. Древостои с его участием встречаются на черноморском побережье Краснодарского края на территории Кавказского заповедника и Сочинского природного национального парка. Самым крупным лесным участком с участием самшита является тисо-самшитовая роща в Хосте, где массив самшитового леса занимает площадь 314 га.

Обнаружение огневки в 2012 году позволяет предположить, что она, скорее всего, появилась здесь в 2011 г. и через год была замечена специалистами. Именно поэтому в 2012 г. она уже имела некоторое распространение на территории г. Сочи.

В 2012 г. огневка впервые была выявлена в Кобулету (Грузия) (Супаташвили, личное сообщение), куда она попала вероятно с территории Турции. В Турции же она впервые была отмечена в 2011 г. первоначально в Стамбуле на европейском берегу Босфора, а через полтора месяца – на азиатском его берегу [6].

В 2012 г. огневка была впервые отмечена в Абхазии [8], а в 2014 г. ее гусеницы уже уничтожили листву на самшитах в Гагре

на 100%. Повреждения самшита в г. Сухуме менее сильные, листва объедена не более, чем на 30%. Это дает основания считать, что в Абхазию она попала с территории Сочи.

В настоящее время в России огневка имеет непрерывный ареал от границы с Абхазией на юге до г. Геленджик на севере черноморского побережья и два островных ареала в г. Краснодаре и в г. Грозном [9]. Таким образом, за прошедшие годы после появления она смогла занять весь естественный ареал самшита колхидского и значительную часть ареала самшита вечнозеленого, используемого в озеленении.

В настоящее время особенности биологии нового для России инвазивного фитофага совершенно не известны. Первые наблюдения, выполненные нами в 2012-2013 гг. показывают, что огневка развивается здесь не менее, чем в 3 поколениях в год. Гусеницы после завершения питания окукливаются в кронах поврежденных растений. Зимуют яйцекладки на листьях и гусеницы в белых плотных коконах между листьями.

В 2014 г. в ноябре-декабре питание гусениц еще продолжалось, и они нанесли сильнейшие повреждения, не только уничтожив листву на растениях, но в связи с отсутствием листвы, гусеницы повредили кору на побегах и ветвях. Нанесение подобных повреждений еще в большей степени ослабляет растения.

Поврежденные гусеницами огневки растения представляют собой не только неприглядное зрелище, но из-за того, что экскременты гусениц не опадают, а остаются среди поврежденной листвы, на ветвях и стволах. В теплом и влажном климате они разлагаются. В результате этого от поврежденных растений исходит довольно сильное зловоние.

Первые результаты изучения огневки на Кавказе свидетельствуют о том, что ее гусениц не имеют эффективных энтомофагов, пока не отмечено развитие инфекционных заболеваний. Распространение огневки в озеленительных посадках в городах или на особо охраняемых природных территориях крайне затрудняет или делает невозможным применение пестицидов для защиты от ее гусениц.

Быстрое распространение огневки привело к тому, что всего за два года после ее первого обнаружения она освоила в России все территории, где самшит естественно произрастает. В 2014 г. огневка была обнаружена в Крыму в озеленительных посадках в Ялте. Есть

все основания ожидать, что в течение ближайших 1-2 лет она распространится по всей территории Северного Кавказа и Крыма.

Это делает неактуальным придание ей статуса карантинно-опасного организма. В настоящее время настоятельно необходимо сосредоточить внимание на детальном изучении особенностей биологии фитофага в новых для нее местах обитания, на поиске эффективных средств защиты самшита от гусениц.

Состояние самшита вызывает большие опасения не только в связи с повреждениями, наносимыми гусеницами огневки. Ухудшают его состояние также массовое поражение листвы в последние несколько лет патогенным микромицетом *Cylindrocladium buxicola*, также являющимся инвазивным организмом.

Появление на черноморском побережье Кавказа этих двух опаснейших инвазивных организмов ставит в повестку дня необходимость принятия адекватных угрозе мер защиты.

### Библиографический список

1. Гниненко Ю.И., Ширяева Н.В., Щуров В.И. Самшитовая огневка –новый инвазивный организм в лесах российского Кавказа // Карантин растений. Наука и практика, № 1(7), 2014. – С. 32-36
2. Карпун НН., Игнатова Е.А., Журавлева Е.Н. Новые виды вредной энтомофауны на декоративных древесных растениях во влажных субтропиках Краснодарского края. // VIII Чтения памяти О.А. Катаева. СПб., 2014. – 36 с.
3. Синев С.Ю. Каталог чешуекрылых России. СПб, М.: Товарищество научных изданий КСМК, 2008.
4. EPPO, 2012. 14/19252 P QPF Point4
5. Billen W (2007) *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae) - a new moth in Europe. *Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel* 57(2/4). – P. 135-137 (English summary).
6. Hizard E., Kose M., Yesil C., Kaynor D., The new pest *Cydalima perspectalis* Walker, 1859 (Lepidoptera, Crambidae) in Turkey // *Journ. of Animal and Veterinary Advances*, 2012, v. 11, № 3. – P. 400-403.
7. Nacambo S., Leuthard F.L.G., Wan H., Li H., Haye T., Baur B., Weiss R.M., Kenis M. Development characteristic of box-tree moth

*Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe // Journ. of Applied Entomol., 2013 (only online published).

8. Лукмазова Е.А. Распространение опасных вредителей для самшитовых насаждений на территории Республики Абхазия. // VIII Чтения памяти О.А. Катаева. СПб., 2014. – 45 с.

9. Щуров В.И. Самшитовая огневка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) на российском Кавказе – хроника трех лет инвазии. // VIII Чтения памяти О.А. Катаева. СПб., 2014. – С. 99-100.

**Abstract.** *In 2012, for the first time in Russia was found boxwood moth Cydalima perspectalis Walker, 1859, a dangerous pest of boxwood. This phytophage naturally prevalent in East Asia, including in the south of the Russian Far East. After appearing in the region of Sochi, it spread rapidly and in 2014 had already occupied almost all of the Black Sea in the North Caucasus and has appeared in Krasnodar. Moth caterpillars have caused very severe damage boxwood in natural forests and plantations in greening.*

**Keywords:** *Cydalima perspectalis, Buxus, invasive pest.*

УДК 630.4

## НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВСПЫШКИ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ КОРОЕДА-ТИПОГРАФА В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

**Ю.И. Гниненко, И.В. Хегай**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Вспышка массового размножения короида-типографа в 2010-2014 гг. привела к гибели спелых и перестойных ельников в Московской области на площади около 100,0 тыс. га. Это самые большие потери среди регионов России, где в эти годы действовали очаги типографа. Рассмотрены причины, которые привели к тому, что очередная вспышка типографа приобрела в Московской области характер экологической катастрофы.*

**Ключевые слова:** *короид-типограф, ельники, Московская область*

Короед-типограф *Ips typographus Linneaus, 1759* является одним из обычных обитателей ельников Европы и северной Азии. В европейской части его ареала ритмика развития очагов массового размножения прослежена с XV века [1, 2, 3]. В Сибири также известны крупные вспышки его численности [4, 5, 6].

Подробное рассмотрение причин, вызывающих резкие повышения численности типографа в Европе и европейской части России позволили выделить три основных фактора, совпадение которых всегда приводит к формированию очагов типографа [2, 3]. Первым обязательным фактором является наличие кормовой базы для короеда-типографа. Такой кормовой базой являются ельники в возрасте 80 лет и старше. В подобных древостоях очень часто действуют хронические очаги корневой губки (возбудитель *Heterobasidion annosum*) и других болезней, что приводит к общему некоторому ослаблению таких древостоев. Вторым условием формирования очагов типографа является накопление в лесах ветровальной древесины и иной захламленности. Ельники в хронических очагах корневой губки неустойчивы к ветровым воздействиям. Поэтому в них может накапливаться ветровальная и буреломная древесина. Если погибшие деревья не своевременно удаляют из леса, то на них в течение 1-2 развивается большое число жуков типографа. Третьим обязательным фактором, открывающим возможность формирования очагов типографа, является повышенная теплообеспеченность вегетационного сезона. Она позволяет развиваться двум поколениям фитофага в течение одного года и тогда вспышка его массового размножения обязательно реализуется.

Такие условия сложились на обширной территории, занятой таежно-широколиственными и таежными лесами в европейской части России. Сильные ветровалы поразили ельники Вологодской, Новгородской, Московской, Ленинградской и ряда других областей в 2008 и 2009 гг. Сильнейшая засуха поразила всю европейскую часть России в 2010 г., а повышенный фон температур характерен для 2011-2013 гг. Это предопределило начало вспышки, но именно в Московской области она приобрела самый большой масштаб. Причиной этому является сочетание сразу нескольких факторов.

Первой причиной того, что характер вспышки типографа в

московском регионе приобрел характер экологической катастрофы, явился запрет на рубки леса в Московской области, введенные еще в 70-ые годы XX века. Тогда из-за стремления сохранить леса столичного региона было принято решение запретить вырубку леса. Это решение заложило своеобразную мину замедленного действия под ельники региона. За прошедшие с того времени годы здесь накопились спелые и перестойные леса на площади порядка 190 тыс. га. Они рано или поздно должны смениться молодыми лесами.

Ранее такие леса не накапливались, так как их своевременно вырубали. Поскольку рубки не были запрещены в соседних областях, то там такого накопления не произошло. Наличие столь богатой кормовой базы короёда-типографа предreshало возникновение здесь вспышки его массового размножения.

Ветровальники 2008-2009 гг. не были своевременно разработаны, так как уже начали действовать необоснованные организационные правила, введенные в действие принятым в 2007 г. Лесным Кодексом. Сложная процедура организации обследования и назначения санитарных рубок позволила типографу быстро нарастить свою численность на погибшей и не вывезенной из леса древесине.

Когда в 2010 г. было замечено возрастание численности типографа, первоначально ожидаемый масштаб бедствия не был верно оценен. Накоплению типографа способствовало и то, что из практики лесного хозяйства исчез такой вид рубок, как выборка свежезаселенных деревьев. У специалистов исчез действенный способ ликвидации нарастающей численности путем вырубки и уничтожения деревьев, которые внешне еще сохраняют жизнеспособность, но уже плотно заселены типографом. Несложные подсчеты показывают, что оставление в лесу одного заселенного короёдом-типографом дерева приводит к тому, что при условии развития 1-2 сестринских и второго поколения, потомство жуков, заселивших эту не вырубленную своевременно ель, способно уничтожить к концу вегетационного сезона ельник на площади примерно в 1 га.

Современное лесное законодательство утратило и такие понятия, как выкладка ловчих деревьев и оставление перед рубкой ловчих насаждений. Совершенно неприемлемым оказалась и практика

проведения лесопатологических обследований и санитарно-оздоровительных мероприятий по результатам конкурсов. Такие подходы к проведению этих мер привели к тому, что в рубку отработанные короедом-типографом деревья назначались через полтора – два года после гибели.

Все это в совокупности с отмеченными выше обязательными условиями возникновения очагов типографа и привело к тому, что последствия вспышки типографа в московском регионе приобрели характер экологической катастрофы.

Вспышка типографа выявила еще одну важную проблему, с которой ранее лесозащите не приходилось сталкиваться – это активное неприятие населением проводимых мероприятий. Даже, казалось бы, очевидные меры, такие как вырубка совершенно погибших лесов, воспринималась населением как посягательство на экологическое благополучие конкретной местности.

Такое восприятие крайне необходимых санитарных рубок населением, которое зачастую препятствовало их проведению, свидетельствует о том, что в лесозащите давно назрела необходимость учета социального фактора при планировании и проведении всех видов работ по защите леса. Но и общество должно осознать, что оно хочет получить в качестве некоего продукта защиты леса. Ведь уничтожение старых ельников короедом-типографом – это естественный процесс смены поколений в лесу. Если в 70-ые годы общественность хотела не проводить в регионе рубки спелых лесов, то ничего другого, кроме их гибели через некоторое число лет не могло произойти.

По какой-то причине многие в так называемом природозащитном движении считают, что запрет пользования лесом ведет леса к их сохранению. Но это далеко не так. В конце XX века многие природозащитные организации и общественность выступали за сохранение в Архангельской области на больших территориях старых еловых лесов. Была высказана уверенность, что это единственные оставшиеся «дикие» леса Европы и они могут быть сохранены путем запрета в них хозяйственной деятельности [7]. В результате этого короед-типограф в начале XXI века уничтожил эти леса по разным оценкам на площади 1,9 тысяч гектаров [8].

Можно ли было сохранить эти старые ельники? По-види-

тому, можно было бы, но только не запретом в них хозяйственной деятельности, а широкомасштабными и ежегодными работами по снижению численности типографа путем развешивания феромонных ловушек, выкладкой большого числа ловчих деревьев, недопущением появления и накопления в лесах мертвой древесины. Но выполнить весь комплекс этих работ в условиях севера Архангельской области или невозможно, или очень дорого.

Случившееся в Архангельской области должно было бы стать предметом осмысления принципов ведения хозяйства и сбережения лесов. Однако последующие события в Московской области показали, что адекватных выводов сделано не было.

Общественность должна осознать, что сохранение того или иного участка леса, вовсе не будет обеспечено методом запрета хозяйственной деятельности в них. Если мы хотим сохранить некий участок леса, это значит, что хозяйственная деятельность в нем должна быть не запрещена, а направлена на его сохранение. Такая деятельность требует больших финансовых, технологических и людских ресурсов. И вырубка деревьев, когда это необходимо, должна быть вполне легитимным мероприятием в таких участках леса.

Если ставить вопрос о том, возможно ли было в принципе сохранить старые еловые леса в Московской области, то ответ для многих участков можно было дать положительный. Сохранить какие-то участки старого елового леса возможно, но это очень дорого стоит и в настоящее время ни общество, ни государство не ставят вопрос о разработке таких технологий.

Прошедшая вспышка массового размножения кородея-типографа в европейской части России показала:

- полную несостоятельность современной нормативно-правовой базы по защите леса;
- утрату доверия общественности ко всей системе лесных отношений и, в первую очередь, к выполнению мер, обеспечивающих санитарную безопасность лесов;
- несостоятельность запрета или отказа от ведения лесного хозяйства в лесах, как меры по их сбережению;
- отсутствие в стране технологий защиты леса, позволяющих

предотвращать развитие вспышек массового размножения стволовых вредителей.

### Библиографический список

1. Кобельков М.Е. Причины распространения очагов стволовых вредителей и меры по стабилизации санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области //Комплексные меры защиты ельников европейской части России по подавлению вспышки массового размножения короеда-типографа. – Пушкино, ВНИИЛМ, 2001. – С. 20 -22.
2. Маслов А.Д. Короед-типограф и усыхание еловых лесов. – М.: ВНИИЛМ, 2010. – 138 с.
3. Skuhřavy V. Lykozřout smřkovy (*Ips typographus* L.) a jeho calamity. – Agrospoj, 2002. – 196 p.
4. Мамаев Б.М. Стволовые вредители лесов Сибири и Дальнего Востока. – М: Агропромиздат, 1895. – 208 с.
5. Маслов А.Д. Зоны массовых размножений стволовых вредителей в лесах СССР / Проблемы защиты таежных лесов (материалы совещания). – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1971. – С. 99 – 100.
6. Криволицкая Г.О. Скрытностволовые вредители в темнохвойных лесах Западной Сибири. – М.-Л.: Наука. 1975. – 129 с.
7. Гринпис, 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа - <http://Dvinaland.ru/power/departments/dehles/18134>.
8. Всемирный фонд дикой природы, 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа - <http://WWW.WWF.ru/resources/news/article/5492>.

**Abstract.** *The outbreak of mass reproduction of bark beetle *Ips typographus* in the 2010-2014. Resulted in the death of mature and over-mature spruce forests in the Moscow region an area of about 100.0 thousand ha. This is the biggest loss among the regions of Russia, where the years have acted pockets beetle.*

*The reasons that led to the fact that another beetle outbreak in the Moscow region has acquired the character of an environmental catastrophe.*

**Keywords.** *Ips typographus, Moscow region, Picea.*

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ОСВ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

*В.А. Касатиков<sup>1</sup>, В.А. Раскатов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ГНУ ВНИИОУ*

*<sup>2</sup>РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена одной из важнейших экологических проблем – утилизации отходов, которые являются источником загрязнения окружающей среды. На основе лабораторных исследований не выявлена фитотоксичность почвы на рост и развитие ячменя при дозах внесения компостов 60 т/га.*

***Ключевые слова:** отходы, дерново-подзолистая почва микробиологический деструктор, компостирование ОСВ, препарат «Баркон», фитотоксичность.*

Среди основных экологических проблем современности важнейшее место занимает проблема отходов, которые в настоящее время образуются в огромных количествах и при их размещении в окружающей среде являются источником ее загрязнения [1]. Одним из возможных путей решения данной проблемы является утилизация отходов, т.е. возвращение их в материальный круговорот, что имеет важное экологическое, экономическое и энергосберегающее значение. Наиболее экономически выгодным направлением является применение их в качестве нетрадиционных удобрений в сельском хозяйстве [2, 3]. Микробиологический деструктор лигнинсодержащих растительных отходов представляет собой комплекс микроорганизмов, которые трансформируют растительные отходы (опилки хвойных деревьев) в гумусовые вещества. В связи с этим заслуживающим внимание является разработка технологического процесса компостирования осадка городских сточных вод в смеси с опилками хвойных пород и при добавлении в качестве микробиологического деструктора препарата «Баркон» [4, 5].

Целью исследования являлось выявление возможности использования полученных высококачественных компостов из смеси осадка городских сточных вод и опилок хвойных пород с оптимальными агроэкологическими свойствами по факторам влияния вышеуказанных компостов на агроэкологические свойства почвы.

В лабораторном опыте была проведена оценка фитотоксичности почвы, удобренной компостами на основе городских ОСВ (ОГСВ) по схеме ранее заложенного полевого опыта:

- Контроль
- ОГСВ 7,5 т/га\* (на 50 % влажность)
- Компост без добавок 7,5 т/га
- Компост с Барконом 7,5 т/га

*Таблица*

**Изучение фитотоксичности дерново-подзолистой почвы удобренной компостами на основе городских ОСВ**

Вариант	Число растений, %		Высота всходов		Ростки, масса надземной части в расчете на 1 растение (в.с.в.)			Корни, вес на 1 растение (в.с.в.)		
	взо-шло	сохра-нилось	см	% к контролю	мг	+	%	мг	+	%
1. Контроль (П)	93	90	7,9	100	0,0175	-	100	0,0205	-	100
2. П + ОСВ	98	93	7,4	94	0,0189	0,0014	108	0,0144	-0,0061	70
3. П + компост без добавок	93	98	7,1	90	0,0177	0,0002	101	0,0134	-0,0071	65
4. П + компост с Барконом	92	98	8,5	108	0,0164	-0,0011	94	0,0118	-0,0087	58
	НСР <sub>05</sub> , мг – 0,0014 Р, % - 2,65							НСР <sub>05</sub> , мг – 0,0179 Р, % - 3,86		

В сосуды емкостью 300 мл была помещена предварительно подготовленная почва весом 500 г. ОГСВ и компосты внесены в количестве 2% от массы почвы (60 т/га) Контроль – почвы без удобрений (П). Семена ячменя, предварительно замоченные в водопроводной воде на 24 часа, внесены по 15 штук на сосуд. Повторность 5-кратная. Определяли: количество вошедших и сохранившихся к

уборке растений, их линейную высоту. Через 2 недели надземная часть растений была срезана, корни отмыты, образцы после высушивания взвешены. Результаты морфологических исследований отнесены к единичному растению (табл.).

Токсичными считаются почвы, ингибирующие прорастание семян, угнетение роста корней проростков по сравнению с контролем на 20-30 % и более.

Результаты тестов показали, что по влиянию на число проросших семян, длину проростков и их массу, почвы, удобренные городскими ОСВ и компостами из ОСВ, фитотоксичности не проявили. Наблюдалось угнетение корней системы ячменя в результате внесения компостов, что может быть вызвано повышенной концентрацией фенольных соединений, образующихся при разложении лигнина и опилок хвойных пород.

Таким образом, в лабораторном опыте не выявлено фитотоксичности почвы на рост ячменя при дозах внесения компостов 60 т/га. Однако наблюдалось угнетение развития корневой системы ячменя. Внесение компостов в почву способствует снижению подвижности ТМ и снижению их уровня в растительной продукции.

### **Библиографический список**

1. Бирюков К.Н. Способы переработки и утилизации отходов в современных условиях. // *Агрохимия*, 2006, № 7. – С. 5-10.
2. Витковская С.Е., Дричко В.Ф. Влияние органических отходов на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и поступление тяжелых металлов в растения // *Агрохимия*. 2002, № 7. – С. 5-10.
3. Касатиков В.А., Критерии загрязненности почвы и растений микроэлементами, тяжелыми металлами при использовании в качестве удобрения осадков городских сточных вод. // *Агрохимия*, 1991, № 11. – С. 78-82.
4. Касатиков В.А., Раскатов В.А., Шабардина Н.П. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на процесс компостирования смеси осадка городских сточных вод и опилок. // *Доклады ТСХА*, выпуск 282, 2010. – С. 803-806.
5. Свиридова О.В., Воробьев Н.И. Получение и использование биокомпостов из древесных отходов. / *Научные основы и практи-*

ческие рекомендации по использованию биоудобрений из отходов животноводства для биологического земледелия. ГНУ ВНИИСХМ, СПб 2005, С. 31-35.

**Abstract.** Article is devoted to it from the major environmental problems – recycling which are a source of environmental pollution. On the basis of laboratory researches phytotoxicity of the soil on growth and development of barley at doses of introduction of composts of 60 t/ hectare isn't revealed.

**Keywords:** waste, cespitose and podsolic soil microbiological destructor, OSV composting, preparation "Barkon", phytotoxicity.

УДК 547.751.04

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СМЕСИ МОРОЖЕНОГО

*И.В. Лукина*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** Определены растворимость, эмульгирующие свойства и вязкость растворов ряда комплексных пищевых добавок с целью получения устойчивых эмульсионных систем для смеси мороженого.

**Ключевые слова:** мороженое, дисперсные системы, эмульсионные системы, стабилизаторы, эмульгаторы, вязкость, пена.

При производстве эмульсионных продуктов основной задачей является создание систем, обладающих специфическими вязкопластическими свойствами. В формировании определенной структуры и свойств эмульсий наиболее важная роль принадлежит эмульгаторам и стабилизаторам.

Сложные структурированные дисперсные системы, к которым принадлежит мороженое, состоят из водной фазы, составляющей 60-

70% от массы смеси [1]. В водной среде растворены соли органических и неорганических кислот, свободные органические кислоты, сахароза, лактоза, молочные белки и стабилизаторы, кроме того, присутствуют жировые компоненты и другие вещества. Среди факторов, определяющих качество мороженого, важная роль принадлежит структурообразователям – веществам, позволяющим обеспечить мороженому высокие потребительские и структурно-механические свойства. К этим веществам относятся стабилизаторы и эмульгаторы. Роль стабилизаторов связана с формированием структуры и консистенции смеси мороженого. В связи со сложностью структуры пищевой системы стабилизаторы должны выполнять конкретную технологическую функцию: связывать часть свободной воды в смеси, тем самым увеличивая взбиваемость, вязкость и дисперсность пузырьков воздуха. Эти свойства стабилизаторов способствуют формированию в мороженом более мелких кристаллов льда, лучшему сохранению структуры в течение длительного периода, увеличению сопротивляемости к таянию [2]. Кроме этого, они стабилизируют пену и жировую эмульсию. Эмульгаторы обеспечивают возможность образования и сохранения однородной дисперсии двух или более несмешивающихся веществ.

В настоящее время в базовых системах смеси мороженого в качестве добавок используют следующие стабилизаторы: гуаровая камедь «Эдикол», карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) «Акуцель AF 2985», ксантан, каррагинан 150, модифицированные крахмалы (75-А, 2075, 2027), пектин LM 106 AS, SB 251 и эмульгаторы: МГД -1, Dimodan OT, Dimodan PVP, МГД -2, MG 4203, 100с гелеон.

Задача исследований заключалась в анализе реологических характеристик базовых стабилизаторов, обоснование подбора ингредиентов комплексного стабилизатора, аналогичного по эффективности действия базовым образцам («Мейпрожен» 3104, 3115, 3151). Состав базовых добавок с наименованием «Мейпрожен» представлен в таблице 1.

Из этих соединений (табл. 1) составляют определённые комплексные пищевые добавки. В табл. 1 представлены составы двух применяемых систем добавок для мороженого под названием «Мейпрожен».

## Состав базовых систем добавок

Мейпрожен сер. 3104		Мейпрожен сер. 3151	
Ингредиенты	Массовая доля, %	Ингредиенты	Массовая доля, %
1. МГД	64,12	1. Моно и диглицериды	67,0
2. Камедь рожкового дерева	6,4	4. Каррагинан	9,0
1. Гуаровая камедь	15,6	2. Карбоксиметилцеллюлоза	11,0
5. Декстроза	11,75	1. Гуаровая камедь	11,0

В данной работе мы исследовали вискозиметрическим методом [3] реологические свойства базовых и альтернативных стабилизаторов, с использованием отечественного эмульгатора МГД-1 и МГД-2. Базовые комплексные стабилизаторы изучали в концентрациях от 0,16 до 0,4%.

Анализ полученных экспериментальных данных позволил сделать вывод о том, что все три базовых стабилизатора (серии 3104, 3151, 3115) имеют одинаковую относительную вязкость  $h$  (0,4 % раствор): сер. 3104 –  $h=3,99$ ; сер. 3151 –  $h=4,18$ ; сер. 3115 –  $h=3,94$ .

Для определения характеристической вязкости данные эксперимента экстраполировали на нулевое разбавление. Точка пересечения с осью ординат при графическом выражении экспериментальных данных соответствует численному значению  $[h]=5,5$  дл/г.

Вязкость раствора (сер. 3104) после 4 суток уменьшилась до  $[h]=3,5$  дл/г. В образцах серий 3151 и 3115 вязкость не изменилась и составила  $[h]=5,5$  дл/г.

Молярные массы базовых стабилизаторов приблизительно одного порядка и определяются молярной массой входящих в состав стабилизатора полисахаридов.

Одним из основных свойств, определяющих эффективность применения пищевых добавок в конкретной пищевой системе, является их полное растворение, которое зависит, прежде всего, от химической природы. Растворимость исходных образцов стабилизаторов и эмульгаторов определяли при температуре 25°C и при нагревании на водяной бане до 70°C, т.к. технологический процесс идет при этих температурах. Из числа исследуемых образцов по растворимости были выбраны следующие стабилизаторы: гуаровая камедь, КМЦ, каррагинан.

В результате фризирования (для частичного вымораживания воды и насыщения воздухом) в мороженом образуется еще одна среда — пена. Устойчивость пен, как и эмульсий, обеспечивается стабилизаторами, поэтому при выборе добавок для мороженого необходимо учитывать их пенообразующие свойства. На устойчивость пен, помимо таких факторов, как температура и рН, влияет вязкость среды. Повышение вязкости всегда увеличивает устойчивость пены. Однако не все загустители, образующие высоковязкие растворы, являются хорошими стабилизаторами: например, агар – хороший студнеобразователь, но неэффективный стабилизатор эмульсий [2].

Критерием оценки эффективности эмульгатора является устойчивость эмульсии, которую рассчитывают как отношение в процентах объема устойчивой фазы к объему эмульсии [4]. Мы провели испытания образцов эмульгаторов на модельной системе, базовая рецептура, которых представлена в таблице 2.

*Таблица 2.*

**Состав модельной системы**

№	Ингредиенты	Массовая доля, %
1	Вода	63,6
2	Сухое молоко	10,0
3	Масло сливочное	10,0
4	Сахар	16,0
5	Комплексная добавка	0,4

Устойчивость эмульсионной модельной системы определяли через 24 и 120 ч от момента ее образования (табл. 3). Установлено, что через 4 ч устойчивость всех вариантов эмульсий составляла 100%. Через 1 сутки устойчивость эмульсий, содержащих комплексные стабилизаторы «Мейпрожен» 3104 и 3151, снизилась до 34-39%, в то время как остальные модельные системы сохранились без изменений. В качестве эмульгатора комплексного стабилизатора выбраны глицеридные смеси отечественного производства серии МГД-1, МГД-2. Комплексные стабилизаторы с выбранными глицеридами дают устойчивую эмульсию. При этом эмульсия смеси мороженого с эмульгаторами МГД-1 и МГД-2 однородная, полидисперсная,

тогда как с добавкой 100с гелеон очень густая, не текучая, не однородная. Следует отметить, что исследуемые смеси, приготовленные с использованием отечественного эмульгатора МГД-2, сохранили 100%-ную агрегативную устойчивость через 10 суток.

Таблица 3.

**Устойчивость эмульсии смеси мороженого с различными стабилизаторами**

Название комплексного стабилизатора	Объем устойчивой фазы к объему эмульсии, %			Примечание
	4 часа	1 сутки	более 5 суток	
1. Сер. 3104	100,0	36,0		Полидиспер.
2. Сер. 3151	100,0	36,5		Полидиспер.
3. Сер. 3115	100,0	37,5		Полидиспер.
4. Сер. МГД-№1	100,0	100,0	9 сут. 86,0	Полидиспер.
5. Сер. «Dimodan OT»	100,0	100,0	13 сут. 86,5	Полидиспер.
6. Сер. «Dimodan PVP»	100,0	100,0	7 сут. 88,0	Полидиспер.
7. Сер. МГД-2, 0,4%	100,0	100,0	11 сут. 100,0	Полидиспер.
8. Сер. МГД-2, 0,3%	100,0	100,0	100,0	Полидиспер.
10. Сер. МГД-2, 0,1%	100,0	78,5	78,5	Полидиспер.
11. Сер. 100с гелеон	100,0	100,0	100,0	Густая, не текучая

Последний результат позволил предположить, что возможно уменьшить концентрацию комплексной добавки с эмульгатором МГД-2, не снижая её эффективности. Действительно, оказалось, что уменьшение концентрации от 0,4 до 0.1 % не влияет на устойчивость модельной смеси.

Таким образом, проведённые исследования выявили эффективную комплексную добавку для смесей мороженого. Эта добавка содержит отечественный эмульгатор МГД-2, её низкая концентрация существенно уменьшит стоимость конечного продукта.

### Библиографический список

1. Оленев Ю.А. Технология и оборудование для производства мороженого. – М.: ДеЛи, 2001. – 77 с.
2. Молочный портал. [Электронный ресурс] Режим доступа-[www.admin.ru](http://www.admin.ru).
3. Серенсон У., Кембел Т.В. Кн.: Препаративные методы химии полимеров. – М.: Издательский центр «Химия», 1963. – С. 46-47.
4. Пищевая химия. Лабораторный практикум. – СПб.: ГИОРД 2006. – С. 208-209.

**Abstract.** *Determined solubility, emulsifying properties and viscosity solutions of some complex food additives in order to obtain a stable emulsion system for ice cream mixture.*

**Keywords:** *ice cream, disperse system, emulsion system, stabilizers, emulsifiers, viscosity, foam.*

УДК 547.751.04

## ИЗУЧЕНИЕ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХОНДРОИТИНСУЛЬФАТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*И.В. Лукина, Н.М. Пржевальский*  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Изучены молекулярно-массовые распределения хондроитинсульфатов различного происхождения и вязкость их разбавленных растворов.*

**Ключевые слова:** *мукополисахариды, хондроитинсульфат, молекулярно-массовое распределение, вязкость, полиэлектролит*

Хондроитинсульфаты (ХС) – важнейшие природные мукополисахариды, которые в виде солей или нейтральных комплексов с коллагеном и другими белками входят в состав тканей и организмов животных [1].

В организме человека встречаются 2 вида хондроитинсульфатов: хондроитин-4-сульфат (ХС тип А) и хондроитин-6-сульфат (ХС тип С). Они состоят из чередующихся остатков  $\beta$ -D-глюкуроновой кислоты и сульфатированного N-ацетил-D-галактозамина, отличие заключается только в положении сульфатной группы в молекуле N-ацетилгалактозамина. Одна полисахаридная цепь хондроитинсульфата содержит около 40 повторяющихся дисахаридных единиц и имеет молярную массу  $10^4$ - $10^6$  Д [2].

Особенностью хондроитина является его способность сохранять воду в толще хряща в виде водных полостей, создающих хорошую амортизацию и поглощающих удары, что в итоге повышает прочность соединительной ткани. Другое важное свойство хондроитина заключается в угнетении действия специфических ферментов, разрушающих соединительную ткань, в том числе лизосомальных ферментов, высвобождающихся в результате разрушения хондроцитов (эластаза, пептидаза, катепсин и др.).

Хондроитинсульфат состоит из нескольких фракций с разной молярной массой, причём высокомолекулярные фракции разлагаются в желудочно-кишечном тракте. В связи с этим первые препараты хондроитинсульфата были пригодны только для внутривенного применения. Впоследствии были разработаны технологии получения низкомолекулярных фракций хондроитинсульфата, которые почти полностью всасываются в желудочно-кишечном тракте, сохраняя при этом свою структуру и способность встраиваться в хрящевую ткань. Современные биологически активные пищевые добавки содержат низкомолекулярные фракции хондроитинсульфата, получаемые в основном из хряща лососёвых рыб [3, 4].

Препараты на основе ХС эффективны для лечения артрологических, ревматических и других заболеваний, причём их физиологическая активность во многом определяется молекулярно-массовыми характеристиками данных мукополисахаридов [5, 6]. В работе [5] показана четкая зависимость противоревматического, противовосклеротического и ранозаживляющего действия ХС от их средней молярной массы (ММ). Вместе с тем, отсутствуют данные, устанавливающие на количественном уровне зависимость физиологической активности препаратов от молекулярно - массового рас-

пределения (ММР) образцов ХС, что во многом связано с несовершенством определения молярных масс кислых мукополисахаридов.

В связи с этим цель настоящей работы заключалась в разработке новых и уточнении существующих методик определения молекулярно-массовых характеристик ХС, а также в изучении вязкостных свойств их разбавленных растворов. ХС представляют собой высокомолекулярные соединения полиэлектролитной природы. По данным светорассеяния и аналитического ультрацентрифугирования [7, 8, 9] молярная масса ХС, выделенного из нативного сырья, варьируется в диапазоне от  $1 \cdot 10^4$  до  $5 \cdot 10^4$  Д. В работе [10] получены соотношения Марка-Куна-Хаувинка, которые связывают характеристическую вязкость  $[\eta]$  растворов ХС с их ММ:

$$[\eta] = 3,1 \cdot 10^{-4} M^{0,74} \quad (\text{ХС типа А})$$

$$[\eta] = 5,8 \cdot 10^{-4} M^{0,74} \quad (\text{ХС типа С})$$

Нами исследованы фракционированные и нефракционированные образцы ХС, полученные из трахей крупного рогатого скота. Одна серия образцов (серия I) была получена фракционированием препарата «Хонсурид», другая - (серия II) - фракционированием ХС, выделенного ионообменным способом. Фракционирование ХС проводили дробным осаждением [6], используя в качестве осаждающего реагента этанол.

Характеристическую вязкость определяли экстраполяцией зависимости  $\eta_{уд} \cdot /C$  и  $\ln \eta_{отн.} /C$  от  $C$  на бесконечное разбавление.

Макромолекулы ХС характеризуются сравнительно высокой плотностью заряда и в водном растворе ведут себя как типичные полиэлектролиты, т.е. их размеры зависят от рН и ионной силы раствора. В области низких значений рН и ионной силы раствора более выгодными являются развернутые конформации макромолекул полиэлектролитов (так называемое полиэлектролитное набухание) [11].

В соответствии со свойствами полиэлектролитов, приведенная вязкость растворов ХС в воде увеличивается с уменьшением концентрации полисахарида, при добавлении низкомолекулярного электролита приведенная вязкость ХС снижается, а зависимость удельной вязкости от концентрации становится линейной [11].

Вязкость водно-солевого раствора ХС снижается, поскольку карбоксильные группы нейтрализуются ионами  $\text{Na}^+$ . При увеличе-

нии концентрации хлорида натрия от 0,2М и выше не наблюдается агрегация макромолекул ХС [6, 11].

Для расчета ММ по уравнению Марка-Куна-Хаувинка ( $[\eta] = k M^\alpha$  для ХС-А  $[\eta] = 3,1 \cdot 10^{-4} M^{0,74}$ ) уточнили константы  $k$  и  $\alpha$  путем определения ММ методом седиментации [12]. Процесс седиментации растворов ХС и соответствующая ему процедура определения ММР в воде осложняются зарядовыми эффектами I и II рода [11]. В общем случае наличие заряда на макромолекуле ХС приводит к заметному уменьшению константы седиментации  $S_0$ . Частично этот эффект обусловлен разворачиванием макромолекулярной цепи и, соответственно, возрастанием коэффициента вязкого сопротивления среды. Этот эффект практически может быть сведен к нулю при добавлении к водному раствору ХС низкомолекулярного электролита. В свою очередь, введение в раствор исследуемых полимеров электролита может вызвать «вторичный» эффект из-за различия масс малых отрицательных и положительных ионов. При разделении последних в поле центробежных сил ультрацентрифуги возникает электрическое поле, которое приводит к замедлению или к ускорению скорости движения полииона. «Вторичный» эффект может быть уменьшен выбором соли с незначительным различием масс противоположно-заряженных ионов. Этому условию вполне удовлетворяет выбор в качестве электролита хлорида натрия. Катионосвязующая способность возрастает в следующем порядке:  $K^+ < Na^+ < Mg^{2+}$

Имеющиеся литературные данные [8, 11, 12], а также наши исследования водных и солевых растворов ХС позволяют заключить, что макромолекулы ХС в растворе 0,2 М NaCl нейтральны, т.е. имеющийся математический аппарат приемлем для расчета истинных ММ характеристик ХС, которые должны быть не только воспроизводимы, но хорошо коррелироваться с экспериментальными данными, полученные иными методами (светорассеянием, эксклюзионной ВЭЖХ, мембранной осмометрией).

По нашим данным фракции ХС достаточно полидисперсны в начале (фракция 1,  $M_w/M_n=2,2$ ) и конце (фракция 5,  $M_w/M_n=2,1$ ) фракционирования, что накладывает известные ограничения для использования их характеристик при оценке параметров уравнения

Марка-Куна-Хаувинка. Так, в работах [6, 11] при оценке параметров уравнения Марка-Куна-Хаувинка авторы не учитывали поправку на полидисперсность образцов ХС. Нефракционированный образец ХС (серия II) сильно полидисперсен ( $M_w/M_n=10,0$  данные демонстрируют влияние ММР на вязкость разбавленных растворов ХС в 0,2 М NaCl. Исходный образец серии II и его вторая фракция с молярной массой  $M \sim 11000$  имеют значения относительной вязкости, различающиеся почти в 1,5 раза.

Таким образом, при разработке лекарственных препаратов на основе ХС важно контролировать не только значение характеристической вязкости, но и учитывать полидисперсность полисахаридов. Для этого можно использовать, например, полидисперсность растворов ХС, определенную методом аналитического центрифугирования. При этом, как мы показали, путем варьирования ММР ХС можно существенно менять реологические характеристики его растворов.

### Библиографический список

1. Иванкин А.Н., Васюков С.Е., Панов В.П. // Хим.-фарм. журнал, №3, 1985. – С. 192-202.
2. Хондроитинсульфаты. [Электронный ресурс] Режим доступа - [www.Fitprof.ru](http://www.Fitprof.ru). 2014.
3. Джесси Рассел. «Хондроитина сульфат». Изд. «VSD», 2013.
4. Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Руководство по микронутриентологии. Роль и значение биологически активных добавок к пище. – М.: Триада-Х, 2006. – С. 151.
5. Пат. США №3405120. 1968. Chem. Abstr. 1969, V.70, № 31678.
6. Golding J., Ghosh P. Current Therapeutic Res. 1983, V. 34, №1. – Р. 67-80.
7. Лосев И.П., Федотова О.Я. Практикум по химии высокомолекулярных соединений. – М. 1962. – С. 45-46.
8. Панов В.П., Овсепян А.М. Физико-химическое изучение гепарина. // Хим.-фарм. журн., №12, 1979. – С. 72-86.
9. Овсепян А. М., Кобяков В.В., Панов В.П. Анализ гепарина и хондроитинсульфатов методом ИК – спектроскопии в растворах D<sub>2</sub>O. // Хим.-фарм. журн., 1979, №12. – С. 72-86.

10. Mathews M.B. Macromolecular Properties of Isomeric Chondroitin Sulphates. Biochem. Biophys. Acta., 1959, V. 36. – P. 9-14.

11. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. – М.: Мир, 1967. – С. 266-339.

12. Меньшов В. М., Киселева Л.А., Тимофеева Г.И. Практические приемы и процедуры расчета различных средних молекулярных масс и молекулярно-массового распределения. В кн. «Аналитическое ультрацентрифугирование в химии и биологии» / под ред. Панова В.П. 1987, – С. 146-163.

**Abstract.** *The article is devoted to the study of physico-chemical properties of dilute solutions of chondroitinsulfates.*

**Keywords:** *mucopolysaccharides, chondroitin sulphate, molecular weight distribution, viscosity, polyelectrolyte*

УДК 547.751.04

## **ВКЛАД ПРОФЕССОРА И.И. ГРАНДБЕРГА В РАЗВИТИЕ ХИМИИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ (К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ И 50-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ РЕАКЦИИ)**

**И.М. Пржевальский, Г.П. Токмаков**  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** *Статья посвящена юбилею профессора И.И. Грандберга. Показан его вклад в развитие химии азотсодержащих гетероциклических соединений. Рассмотрены область применения способа синтеза триптамина, названного «реакция Грандберга», механизм этой реакции, а также работы по химии пиразолов, индолов, кумаринов.*

**Ключевые слова:** *гетероциклические соединения, пиразолы, индолы, триптамины, кумарины, сигматропная перегруппировка.*

Профессора Игоря Иогановича Грандберга (1930-2011) пригласили в МСХА имени К.А. Тимирязева в 1965 г. В течение 30 лет (1965-1995) он был заведующим кафедрой органической химии. И.И. Грандберг начал заниматься химией гетероциклических соединений на химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, который окончил в 1953 г. и где в 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию «Некоторые реакции азинов» (руководитель профессор А.Н. Кост). В 1962 г. И.И. Грандберг блестяще защитил докторскую диссертацию «Исследования пиразолов». В этом труде были обобщены данные по разработанным автором новым способам синтеза и реакционной способности разнообразных производных пиразола. Основные результаты исследования были опубликованы в обзоре в престижной монографии [1].

В последующие годы были найдены эффективные ингибиторы коррозии металлов на основе производных 5-аминопиразола [2], разработан антистатик для изготовления долгоиграющих пластинок [3]. В результате испытаний обнаружены фармакологически активные вещества – производные аминопиразолов [4-6]. Научное сообщество признало И.И. Грандберга ведущим учёным в области химии пиразола в 20 веке [наряду с А.Н. Костом (Россия) и К. Ауэрсом (Karl von Auwers, Germany)] [7].

Основное научное достижение коллектива кафедры органической химии и её лидера в 1965-2010 гг. – открытие в 1965 г. реакции образования триптаминов и их производных [8], получившей впоследствии название «реакция Грандберга» [9]. С помощью этой реакции удалось получить неизвестные или труднодоступные ранее биологически активные производные триптаминов, в том числе аза-триптамины [10], гомотриптамины [11], физовенины [12], триптофолы [13] и гомотриптофолы [14], эзерины [15] и гомозерины [16].

Тщательное и всестороннее изучение механизма реакции позволило сделать вывод, что основная стадия процесса протекает по схеме [3,3]-сигматропной перегруппировки [17]. Также было доказано, что по аналогичному механизму происходит образование индола в реакции Фишера. Обе перегруппировки подчиняются основным закономерностям теории перициклических реакций. На основании этих фактов был сделан важный вывод об общности ряда известных

в литературе реакций, что помогло объяснить их механизм [18, 19]. Отметим, что реакцию Грандберга использовали для синтеза ряда лекарственных веществ: агонистов [20] и антагонистов [21] рецептора 5-НТ, ингибитора деацетилазы [22].

В конце 80-х – середине 90-х годов сотрудниками кафедры под руководством Заслуженного деятеля науки, профессора И.И. Грандберга был изучен процесс фотохимической деградации ряда пестицидов, широко используемых в сельскохозяйственной практике (триклопир, базагран, фюзилад, лонтрел и др.) [23, 24]. В этот же период проведены фундаментальные исследования по синтезу и спектрально-люминисцентным свойствам производных 7-аминокумаринов [25]. В результате были найдены новые соединения, имеющие КПД генерации лазерного излучения не менее 20% (45 веществ), лазерные среды на основе 3-замещённых-7-аминокумаринов показали рекордные характеристики по КПД или фотостабильности [26, 27]. Была обнаружена необычная перегруппировка арилиндолов в дибензоазепины – важный класс биологически активных соединений [28]. В начале этого века И.И. Грандберг вновь проявил интерес к химии пиразола. Был разработан оригинальный синтез новых конденсированных гетероциклических систем на основе амино- и оксипиразолов и  $\beta$ -дикарбонильных соединений [29, 30].

За период творческой деятельности И.И. Грандберг опубликовал свыше 500 статей. Его работы получили Первые премии на конкурсах Всесоюзного химического общества имени Д.И. Менделеева: «Синтетические исследования и изыскание новых лекарственных препаратов в ряду пиразолов» (1961 г.) и «Исследования в области важнейших биогенных аминов индольного ряда» (1972 г.) В 2006 г. И.И. Грандберг был награждён медалью имени профессора А.Н. Коста за выдающиеся достижения в области химии азотсодержащих гетероциклов.

Огромен вклад профессора И.И. Грандберга в подготовку специалистов высшей квалификации. Под его руководством защитили диссертации по органической химии 40 аспирантов, он был консультантом 5 докторских диссертаций. Многие поколения студентов Тимирязевской академии обучались по превосходному учебнику «Органическая химия» и «Практикуму» по органической химии профессора И.И. Грандберга.

### Библиографический список

1. Kost, A.N., Grandberg I.I. Progress in Pyrazole Chemistry // *Advances in Heterocyclic Chemistry*, New York, 1966, Vol. 6. – 347 p.
2. Грандберг. И.И., Григорьев В.П., Горбачёв В.А. Способ защиты металлов от кислотной коррозии. Авт. свидетельство (СССР), 1967, №236181 (закрытая заявка).
3. Хасанджи В.М., Грандберг И.И., Солдатова Л.Н. Композиция для изготовления долгоиграющих пластинок. Авт. свидетельство (СССР), 1970, №279047.
4. Грандберг И.И., Крохина Н.Ф. Синтез 5-аминопиразолов с потенциальной физиологической активностью. // *Хим. фарм. журнал*, 1968, №1. – С. 6.
5. Кудрин А.Н., Полевой Л.Г., Грандберг И.И., Кост А.Н. Связь структур аминопиразолов с их нейротропной активностью. // *Изв. ТСХА*, 1968, Вып. 1. – С. 192.
6. Батулин Ю.М., Ладинская М.Ю., Винокуров В.Г., Троицкая В.С., Грандберг И.И. Фармакологическое действие и некоторые физико-химические свойства в ряду пиразолонов и пиринов. // *Изв. ТСХА*, 1968, Вып. 5. – С. 210.
7. Ведущие учёные 20 века в области химии пиразола. 2009. Universidad de Oviedo.
8. Грандберг И.И., Зуянова Т.И., Афонина Н.И., Иванова Т.А. Новый метод синтеза биогенных аминов ряда индола. *ДАН СССР*, 1967, Т. 176. – С. 583.
9. Джоуль Дж., Миллс К. Химия гетероциклических соединений. – М., 2-е изд., 2004. – С. 452.
10. Грандберг И.И., Ярышев Н.Г. Метод синтеза 7-азатриптаминов и родственных соединений // *Химия гетероцикл. соед.*, 1972. – С. 1070.
11. Грандберг И.И., Зуянова Т.И. Метод синтеза 2-замещённых триптаминов. // *Химия гетероцикл. соед.*, 1970. – С. 1495.
12. Грандберг И.И., Дашкевич С.Н. Синтез структурных аналогов физовенина. // *Химия гетероцикл. соед.*, 1970. – С. 1631.
13. Грандберг И.И., Москвина Т.П. Метод синтеза триптофолов. // *Химия гетероцикл. соед.*, 1972. – С. 1366.
14. Грандберг И.И., Москвина Т.П. Новый метод синтеза гомо-

триптофолов. // Химия гетероцикл. соед., 1970. – С. 942.

15. Грандберг И.И., Иванова Т.А. Новый метод синтеза эзерино-вых систем и исследование их кольчато-цепной таутомерии. // Доклады ТСХА, 1970, Вып. 160. –С. 232.

16. Грандберг И.И., Иванова Т.А. Синтез и исследование кольчато-цепной таутомерии соединений гомоэзеринового ряда. // Химия гетероцикл. соед., 1970. – С. 1489.

17. Грандберг И.И. Триптамины и родственные структуры из  $\gamma$ - и  $\delta$ -галогенкарбонильных соединений и арилгидразинов. // ЖОРХ, Т. 19, Вып. 11, 1983. – С. 2439.

18. Грандберг И.И. Синтез индолов по Фишеру и некоторые родственные реакции как сигматропные перегруппировки. // Изв. ТСХА, Вып. 5, 1972. – С. 188.

19. Пржевальский Н.М., Грандберг И.И. Аза-перегруппировка Коупа в органическом синтезе. // Успехи химии, Т. 56, №5, 1987 – С. 814.

20. Cheng-yi-Chen et. al. J. Org. Chemistry. 1994. Vol. 59. – P. 3738.

21. Audia J.E. et.al. Journal of Medicinal Chemistry. 1996. Vol. 39. №14. – P. 2773.

22. Slade J., Parker D. et. al. Optimization and scale-up of the Grandberg synthesis of 2-methyltryptamine. // Organic process research & development, 2007, №11. – P. 721.

23. Мельникова Н.П., Довгилевич А.В., Грандберг. И.И. Методика определения фотостойчивости пестицидов. // Изв. ТСХА, Вып. 6, 1988. – С. 184.

24. Brodsky E.S., Kluev N.A., Vocharov B.V., Dovgilevich A.V., Melnikova N.P., Grandberg I.I. Photodegradation of the herbicide goal. // Toxicolog. and Environmental chem, 1992, Vol. 34. – P. 105.

25. Горожанкин С.К., Кирпичёнок М.А., Фомина Л.Ю., Грандберг И.И. Синтез, реакции и физико-химические свойства 7-аминокумаринов. // Изв. ТСХА, Вып. 2, 1990, – С. 148.

26. Кирпичёнок М.А., Горожанкин С.К., Грандберг И.И. и др. Авт. свидетельство (СССР). 1987. №1492698 (не подлежит опубликованию в открытой печати).

27. Кирпичёнок М.А., Горожанкин С.К., Грандберг И.И. Авт. свидетельство (СССР). 1990. №1617900 (не подлежит опубликованию в открытой печати).

28. Tokmakov G.P., Grandberg I.I. Rearrangement of 1-arylindoles to 5H-dibenz[b,f]azepines. Tetrahedron, Vol. 51, 1995 – P. 2091.

29. Нам Н.Л., Грандберг И.И., Сорокин В.И. Конденсация 5-аминопиразолов, не замещённых в положении 1, с эфирами β-кетокислот. // Химия гетероцикл. соед., 2003. – С. 1379.

30. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Конденсированные системы на базе amino- и оксипиразолов и β-дикарбонильных соединений. Избранные методы синтеза и модификации гетероциклов / под ред. В.Г. Карцева. – М.: IBS PRESS, Т. 2, 2003. – С. 228.

**Abstract.** *This article is dedicate to anniversary of professor I.I. Grandberg. The contribution of professor I.I. Grandberg to the development of the chemistry of the nitrogen-containing heterocyclic compounds was shown. The scope of application process for synthesis of tryptamines called “Grandberg reaction”, as well as works on the chemistry of pyrazoles, indoles, coumarines are inspected.*

**Keywords:** *heterocyclic compounds, pyrazoles, indoles, tryptamines, coumarines, sigmatropic rearrangement.*

УДК 338. 439.02:000.574

## ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ПРОБЛЕМА: СОЦИАЛЬНО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**И.В. Сластя**

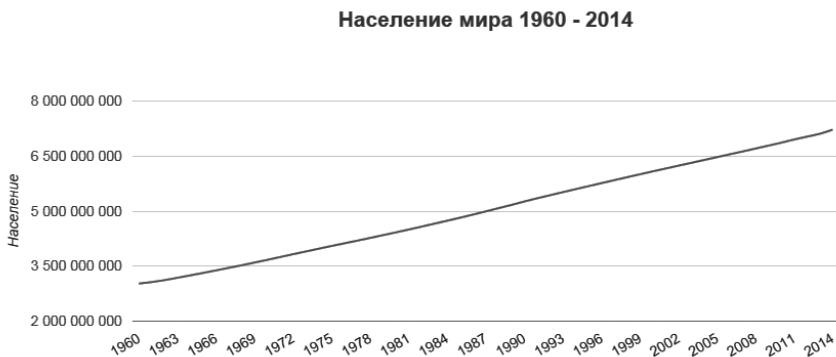
*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация.** *Обсуждаются социально-демографические аспекты продовольственной проблемы в странах мира, масштабы производства продовольствия и деградации почв.*

**Ключевые слова:** *рост численности населения, мировая продовольственная проблема, недоедание, бедность, деградация почв.*

Одной из острейших проблем развития мирового сообщества на современном этапе является продовольственная проблема, связанная с недостатком продовольственных ресурсов для обеспечения населения всех стран продуктами питания.

Нехватка продуктов питания сопровождала человечество на всем протяжении его истории и до сих пор не преодолена. В своей книге «География голода» бразильский ученый Ж. де Кастро пишет: «Очень трудно понять, каким образом это высшее животное, этот господин и хозяин вселенной, выигравший столько битв у природы, не одержал решающей победы в борьбе за питание». В последние десятилетия продовольственная проблема приобретает все большую остроту в связи с быстро увеличивающейся численностью населения планеты (рис.1) и характеризуется резкой дифференциацией мира в уровне потребления продуктов питания.



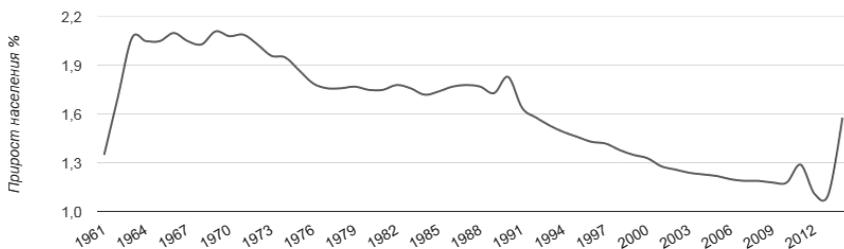
**Рис 1. Численность населения Земли**

В последние десятилетия темпы прироста мирового населения снижались (рис.2), но остаются еще на высоком уровне. За 2014 г. население увеличится еще примерно на 78 млн. человек или на 1,1%.

Дифференциация мира в уровне потребления продуктов питания привела к появлению «пояса голода», протянувшегося вдоль экватора. Страны с высоким показателем голодающих (40-50%): Чад, Мозамбик, Сомали, Уганда, Эфиопия. Голод – это когда человек получает менее 1000 ккал/день. Сейчас в мире в среднем по разным оцен-

кам голодает около 1 млрд. чел, ежегодно умирает от голода более 18 млн. чел. Хроническим недоеданием (подразумевающим не только калорийную недостаточность, но и специфически белковую, а также нехватку микроэлементов) при суточном потреблении 1000-1800 ккал охвачено более 2 млрд. чел. Проблема голода и недоедания чревата для общества в целом огромными человеческими, социальными и экономическими издержками, связанными с падением производительности труда, потерей здоровья, благосостояния, снижением способности к обучению и неполной реализацией потенциала человека.

**Прирост населения 1961 - 2014**



**Рис.2. Прирост численности населения, %**

В то же время количество страдающих от ожирения оценивается примерно в 500 млн. человек. «Пояс переядания» протянулся через США и Европу. Граждане США в год потребляют мясных продуктов в 80 раз больше, чем граждане Индии. По усредненным оценкам потребление белка в развитых странах – 100 г/сут., из них 50 % – белки животного происхождения; в странах третьего мира – 50 г/сут., из них – только 20 % белки животного происхождения.

По данным ФАО норма питания – 2400 ккал/сут., но многие специалисты считают ее заниженной и говорят о 2700-2800 ккал/сут. и даже о 3000. Вообще же норма питания для людей зависит от региона проживания, рода деятельности, а также возраста, пола, роста, веса и в меньшей степени – от некоторых других факторов. (В Европе средний уровень предложения продуктов питания на душу населения составляет 3370 ккал/сут.).

Последние оценки ФАО свидетельствуют о том, что масштабы голода в мире сокращаются: в 2010-2014 годах число хронически голодающих составило 805 млн. чел., сократившись за последнее десятилетие более чем на 100 млн. чел. и на 209 млн. чел. по сравнению с 1990-1992 годами. За тот же период доля населения в мире, страдающего от недоедания, сократилась с 18,7 до 11,3%, а в развивающихся странах – с 23,4 до 13,5% (рис. 3). От хронического недоедания страдают 161 млн. детей в возрасте до пяти лет.

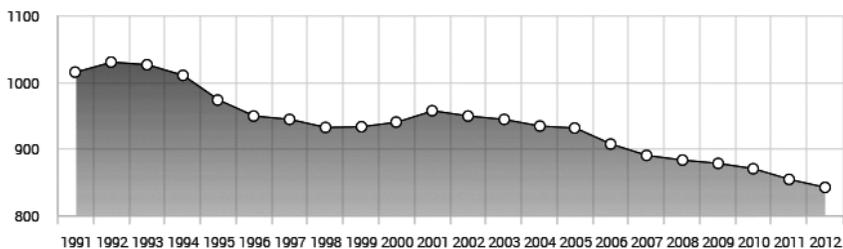


Рис.3. Количество голодающих в мире, млн. чел

В мире существует достаточно возможностей для производства продовольствия в таком объеме, чтобы обеспечить каждого человека достаточным питанием. По данным ФАО мировое производство зерновых в 2013 г. составило 2 515 млн. т, мировое производство мяса – примерно 250 млн. т. Это противоречит широко распространенному мнению, что причиной недоедания является дисбаланс между количеством населения и предложением продовольствия. Более верное объяснение — колоссальное неравенство в распределении доходов. При низких доходах населения (бедность) в большинстве развивающихся стран продукты питания недоступны для значительной его части. Увеличить долю затрат на питание в этих странах жители не могут: в семейных расходах она и без того часто превышает 60% (во Франции – 16%, в США – 13%, в Японии – 11%).

При этом необходимо отметить, что среднегодовые темпы прироста производства продовольствия снизились с 70-х гг. с 3 до 1,5%. Объем сельскохозяйственного производства уменьшился в 90 странах мира, в том числе в 44 странах Африки. Это в значительной степени связано с сокращением площади земель, пригодных

для сельскохозяйственного использования, в связи с процессами их деградации (рис.4), а также участвующими неблагоприятными погодными условиями.

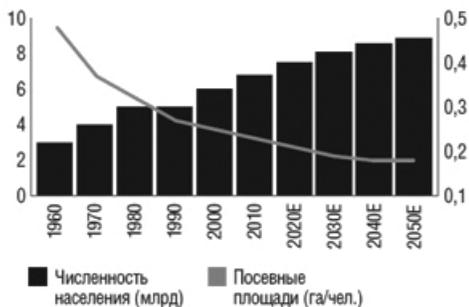


Рис.4. Динамика численности населения и посевных площадей на душу населения

По оценкам ООН, в результате деградации почв ежегодно в мире безвозвратно теряется 7-10 млн. га пахотных земель, что составляет базу жизни для 21-30 млн. человек (при ныне существующей норме – 0,3 га на одного человека). Возможный потенциал прироста производства продовольствия оценивается в 2,0-2,2% в год, ожидаемый темп – 1,7-1,9%. Основной вклад в него должны внести развивающиеся страны. Расширится применение в сельском хозяйстве биотехнологий и, прежде всего – распространение генетически модифицированных культур. Однако, ввиду неопределенности с долгосрочными эффектами от их использования, их применение будет расширяться, главным образом, в развивающихся странах.

#### Библиографический список:

1. [www.fao.org](http://www.fao.org)
2. [www.eurochem.ru](http://www.eurochem.ru)

**Abstract.** *The social, demographic and ecological questions of world food problem, degree of food production and soil degradation are discussed.*

**Keywords:** *population growth, food production, undernutrition, poverty, soil degradation*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА СИМБИОНТ-3.1. НА ОГУРЦАХ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА**

**Т.В. Таразанова**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

***Аннотация.** В статье описано практическое применение стимулятора роста Симбионт – 3.1. на огурцах в условиях защищенного грунта, который повысил урожайность огурцов и улучшил качество по содержанию в них нитратов.*

***Ключевые слова:** стимулятор роста, Симбионт, урожайность огурцов, минеральный субстрат, корневая система, содержание нитратов в огурцах.*

Регуляторы роста и развития растений применяются в сельскохозяйственном производстве более 50-ти лет. Их список ежегодно пополняется новыми препаратами, однако, практическое применение нашло чуть больше 1 % из выделенных, открытых и синтезированных препаратов.

Цель применения регуляторов роста и развития в разных отраслях сельского хозяйства разнообразна. Мы предлагаем эффективно применять стимулятор роста типа Симбионт в защищенном грунте с целью увеличения не только урожая, но и улучшения качества товарной продукции.

В связи с поставленной задачей мы апробировали стимулятор роста Симбионт-3.1. в производственных условиях защищенного грунта ГУП РМ «Тепличное» поселка Озерный, Саранской области, республики Мордовия [1]. В отличие от других стимуляторов роста: Симбионт-1, Симбионт-2 и Симбионт-3, данный препарат выделен специфичным образом, и в процессе его приготовления наблюдались некоторые, весьма отличные качества от предыдущих стимуляторов роста. Для приготовления рабочего раствора концентрация Препарата Симбионт-3.1. была минимизирована. Осталось выяснить влияние этого стимулятора на урожайность и качество зеленцов огурца F1 Атлет.

Гибрид огурца F1 Атлет высокоурожайный, пчелоопыляемый, среднеспелый, растения с повышенной теневыносливостью – главная особенность этого гибрида. Зеленцы салатного назначения с отличными вкусовыми качествами [2].

Для эксперимента были выделены два отдела теплицы, в которых возделывается по 288 растений огурца.

Эксперимент включал два варианта, в которых проводили общепринятую систему возделывания огурцов на предприятии «Тепличный»: контрольный вариант и второй, в котором дополнительно вносили стимулятор роста Симбионт-3.1. Повторность опытов пятикратная.

Производственное предприятие для возделывания огурцов применяет минеральный субстрат Волга-Рост, изготовленный на основе минерального волокна, который получают путем плавления базальтовых горных пород при температуре свыше 1400 °С. Размеры кубика минерального субстрата составляют 15X10X6,5 см [3].

Перед посевом в кубики минерального субстрата были внесены элементы питания для выращивания рассады огурцов. Посев семян огурцов провели одновременно – одно семя огурца на один кубик минерального субстрата. После посева огурцов провели полив, а во втором варианте с поливной водой был внесен стимулятор роста Симбионт-3.1. Норма полива в обоих вариантах составила – 250 см<sup>3</sup> воды на один кубик минерального субстрата.

Через четыре дня всхожесть семян огурцов составила в контрольном варианте 93%, а в варианте с применением препарата – 98% с доверительной вероятностью 95%.

Режим выращивания рассады огурцов F1 Атлет характеризовался длиной светового дня – 16 часов и последующим досвечиванием, температурой воздуха 19-21 °С, температурой поливной воды до 25 °С, влажностью воздуха 70-85% и влажностью кубика минерального субстрата 60-80% НВ.

В фазу появления первого настоящего листа рассады огурцов провели вторую обработку стимулятором Симбионт-3.1 совместно с поливом, проводимым для всех растений.

Посадку развившейся рассады огурцов на постоянное место проводили в начале второй декады декабря в фазу четырех листьев.

Плотность посадки – 2 растения на 1 м<sup>2</sup>.

Отличительные различия в растениях огурцов по вариантам стали проявляться после их посадки на постоянное место. Во втором варианте растения характеризовались большей площадью поверхности листа, более развитой корневой системой, при этом стебель мощный и не вытянутый, а в его нижнем ярусе просматривались зачатки завязей.

Сбор урожая зеленцов огурца на предприятии начали в конце первой декады января и закончили - в сентябре 2013 г. Экспериментальные исследования проводили с января по март включительно.

Урожайность огурцов F1 Атлет в варианте, где применяли стимулятор роста, увеличилась на 2,3 кг/м<sup>2</sup> в январе месяце. Прибавка урожая зеленцов в феврале и марте составила 52% и 28 % соответственно. Наибольшая эффективность препарата Симбионт-3.1 была проявлена в январе, который характеризовался отрицательными погодными условиями, с минимальной продолжительностью дня. В связи с этим применяли досвечивание растений лампами, что, несомненно, отражалось на статье затрат производства тепличного хозяйства. Стимулирующий эффект препарата плавно снижался по месяцам на фоне увеличения урожайности обоих вариантов. Здесь влияла нарастающая интенсивность солнечной радиации с января по март. Урожайность в контрольном варианте за март месяц увеличилась в 2,4 раза по сравнению с январской урожайностью огурцов, а во втором варианте – в 1,7 раза соответственно. Огурцы второго варианта, выровненные по сравнению с огурцами контрольным вариантом, где наблюдалось их разнообразие по форме и пропорции плодов.

В марте месяце определяли качество зеленцов на содержание нитратов. ПДК содержания нитратов в огурцах защищенного грунта составляет 400 мг/кг [4]. По данным анализов, в зеленцах обоих вариантов концентрация нитратов не превышала данный уровень. Однако, в плодах огурцов контрольного варианта этот показатель составил 206,3 мг/кг с.м. В варианте, где применяли Симбионт-3.1. содержание нитратов в огурцах снизилось в 2,14 раза и составило 96,6 мг/кг с.м. Это можно объяснить значительным приростом урожайности огурцов, которое вызвано влиянием стимулятора роста Симбионт-3.1. Такая же закономерность наблюдалась и в ранее проведенных экспериментах на огурцах [5, 6].

Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать стимулятор роста Симбионт-3.1. применять для возделывания огурцов защищенного грунта с целью повышения урожая и улучшения качества растительной продукции по содержанию нитратов. Невысокие концентрации препарата для приготовления рабочего раствора, 2-3 кратное его применение в начальный период развития растений огурца и отсутствие каких-либо ограничений по применению, поскольку он является экологически безопасным, несомненно, подтверждают его востребованность в возделывании овощных культур защищенного грунта.

Однако, необходимо провести дополнительные исследования по применению стимулятора роста и на других сельскохозяйственных культурах защищенного грунта.

### Библиографический список

1. <http://www.tkrm.ru/about.html>
2. <http://www.rusagroweb.ru/katalog-sortov/ogurets-pchjoloopylyaemyj/atlet-f1.html>
3. <http://volga-rost.ru/produkcija>
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. № 36 «О введении в действие санитарных правил» (с изменениями от 31 мая, 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.)
5. Игнатъев Н.Н., Таразанова Т.В., Бирюков А.О. Влияние стимулирующего фактора на содержание нитратов в огурцах. – М.: Деп. ВИНТИ, № 11, 2005.
6. Таразанова Т.В., Игнатъев Н.Н. Особенности действия препарата Симбионт- 3 на рост и развитие растений огурца // Известия ТСХА, № 3, 2014

**Abstract.** *This paper describes the applications of growth stimulating agent called Simbiont-3.1 on cucumber plants in greenhouses. The growth stimulating agent Simbiont-3.1 increased the cucumber crop yield and improved crop quality in relation to nitrate content.*

**Keywords:** *growth stimulating agent, Simbiont, cucumber yield, mineral substrate, root system, nitrate content in cucumber.*

## МОНИТОРИНГ ВОДНОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВ В ЛЕСНЫХ И ЛЕСОПАРКОВЫХ ФАЦИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

*И.М. Яшин*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассматриваются процессы водной миграции веществ в подзолах, развитых на двучленных и флювиогляциальных породах в лесных (фоновых) фациях заповедников Карелии и таежного лесопарка Петрозаводска. Изучение миграционных потоков углерода ВОВ проводилось за счет средств гранта РФФИ 02-04-48791 (руководитель профессор И.М. Яшин).*

***Ключевые слова:** таежные экосистемы, мониторинг, водная миграция, сорбционные лизиметры, сорбенты, компоненты ВОВ с кислотными свойствами, барьеры миграции.*

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились в фоновых экосистемах (заповедники «Кивач» и «Кижисаари» в Карелии), а также в почвах антропогенно измененных лесных фаций Петрозаводска. Петрозаводский стационар заложен вблизи ул. Университетская, в фации ельника сложного, на подзолах контактно-осветленных песчаных на двучленах, в почвенно-геохимической катене плакор – склон – подошва склона.

Лизиметрические наблюдения осуществлялись с 2002 по 2013 гг., которые характеризовались контрастными условиями погоды. В работе участвовали аспиранты и студенты-дипломники кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Был использован метод сорбционных лизиметров (сорбенты – активированный уголь и органические ионообменные смолы: катионит КУ-2 и анионит АВ-17). Сорбционные лизиметры устанавливались под генетическими горизонтами почв в 2 - 4-кратной повторности: под кроной зрелой ели, а также на *вырубках – в западинах* [3]. В данной статье приведены не все данные полевых опытов [1].

Компонентный состав водорастворимых органических веществ (ВОВ) изучался с использованием *аналитической схемы W. Forsyth (1947) в модификации Яшина И.М. (1972, 1993)* – их сорбцией на низкозольном активированном угле «карболен» в колонках. Как известно, сорбционные лизиметры сочетают приемы лизиметрии, сорбции и хроматографии. После извлечения колонок из почв, сорбированные чистыми сорбентами ВОВ, последовательно вытеснялись в лаборатории из угля в динамике 90% водным ацетоном и водой, потом 1-2% водным раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  и водой (*активация угля для новых опытов осуществлялась водным раствором 0,1 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$* ). В 1-й элюат десорбируются индивидуальные органические вещества *фотосинтетической природы* (ИОВ), а во второй – фульвосоединения (ФС) - специфические водорастворимые органические вещества, в *формировании которых принимали участие и микроорганизмы*. Fe определяли в элюатах методом атомной абсорбции. Ионообменные смолы использовали в колонках для сорбции из почвенных растворов подзолов *мобильных органоминеральных веществ комплексной природы с разного знака заряда*.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что на лесных вырубках в подзоне средней тайги (по западинам в рельефе на стационаре таежного лесопарка «Петрозаводский») почвы постепенно трансформируются в генетический ряд: *подзол глееватый - подзол глеевый - болотно-подзолистая почва на двучленах*. В подзонах *средней и северной тайги почвы на двучленах после рубок превращаются в заболоченные массивы*: резко уменьшается эвапотранспирация при  $\text{КУ} > 1,3$ , но активизируется *выщелачивание*. Наблюдается трансформация веществ генетических горизонтов (*и оглеение*), в которой своеобразную роль играют низкомолекулярные компоненты ВОВ с кислотными и комплексообразующими свойствами [3].

Новообразованные компоненты ВОВ интенсивно утилизируются анаэробной микрофлорой. *Плесневые грибы – кислотообразователи становятся доминантами и источниками, в частности, супертоксикантов – микотоксинов, а также антибиотиков и низкомолекулярных органических кислот. Микроорганизмы затрудняют точную оценку масштаба миграции, и способствуют динамике органических веществ*. При этом биоразнообразии органических ли-

гандов увеличивается: в составе ВОВ появляются промежуточные продукты и *новые педогенные молекулы веществ* - фульвокислоты. Их функции изучены пока неполно. Поэтому остановимся подробнее на этом вопросе. Известно, что несмотря на глубокую очистку в препаратах ФС всегда обнаруживаются *ионы железа*, кальция, а также некоторое количество ионов тяжелых металлов (ТМ). Величины молекулярных масс ФС заметно возрастают при насыщении их ионами металлов. При этом ФС теряют мобильность и химическую активность [1]. Пока неясно, в частности, почему ВОВ не осаждаются сразу под лесной подстилкой? Возможно, это связано как с их ненасыщенностью ионами металлов и низкими величинами молекулярных масс, так и с избытком в растворах органических кислот и полифенолов. *Не исключено формирование молекулярных структур ФС также in situ в иллювиально-железисто-гумусовом горизонте Bfh* вследствие комплексообразования и гетерогенных каталитических реакций. Следовательно, можно допустить следующие процессы образования природных молекулярных структур ФК:

1. сорбционно-каталитический,
2. миграционный и
3. комплексообразовательный.

Причем соотношение данных процессов в реальных почвах тайги будет различное. Установлено, компонентный состав ВОВ определяется, в известной мере, соотношением масс **ИОВ и ФС**, которое контролируется свободными ионами  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  - комплексообразователями [3].

В генезисе ФС определенную роль играет восходящая миграция ВОВ из гор. Bfh. В этом случае ФС выступают *в качестве образца новых молекул*. ФС, возможно, образуются и как *кластерные структуры сорбционного типа*. При этом роль матрицы выполняют кластеры конституционного типа. В подзолах – это оксиды Si, Fe, Al, а также их гидрогели гидроксидов. Подобное объяснение вполне логично, если рассматривать молекулы воды с позиции мерцающих кластеров. Их особенности проявляются и в неповторимости структур снежинок, и в аномальных свойствах воды.

Подчеркнем, в профиле трансформированного подзола стационара «Петрозаводский» (в западинках на вырубке) морфологические границы между генетическими горизонтами диффузионно-раз-

мытые, а верхний песчаный субпрофиль прокрашен «потечным гумусом», маскирующим нативные цвета почвенных горизонтов в сравнении с подзолами плакора. Он заливается. Нисходящая водная миграция продуктов почвообразования происходит в оглеенном профиле довольно активно: большая масса ВОВ мобилизуется в почвенный раствор, чем утилизируется микрофлорой. В профиле подзола выявлены «миграционные тяжи» светло голубого цвета, косо ориентированные вглубь почвы и в виде бурой «рубашки» окруженные гидрогелями гидроксида железа. Этот феномен пока не изучен. При подсыхании гор.  $EL_{hg}$  и  $V_{fhg}$  сильно уплотняются, наблюдается сегрегация соединений Fe и Mn в мелкие конкреции. В транс-элювиальных ландшафтах активно выражен боковой (латеральный) вынос мигрантов, который приводит к формированию еще более мощного контактно-осветленного горизонта  $EL_g$ . Водная миграция веществ в изучаемых подзолах выражена активно. Заметно меньший масштаб абиотической миграции ВОВ отмечен в подзоле контрольного (ненарушенного) лесного ландшафта на плакоре (разрез 4п) и в заповеднике «Кивач» разрез 1. ВОВ слабо сорбируются на оглеенных почвенно-геохимических барьерах, с низкой емкостью поглощения – гор. А1 не образуется. ВОВ являются основной движущей силой трансформации продуктов почвообразования (соединений Fe, Ca, и Si), так и ионов ряда тяжёлых металлов. Роль  $H_2CO_3$  второстепенна: эта кислота очень слабая и не содержит энергии в химических связях. В полевых лизиметрических опытах обнаружен возврат части мигрантов за счет восходящей миграции. Так, для соединений Fe он варьировал по повторностям от 272 до 623 мг/м<sup>2</sup> за 1 год. По наблюдениям аспиранта П.В. Кузнецова, еще более высокий масштаб восходящей миграции из гор.  $V_{fhg}$  обнаружен для ионов  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$  соответственно равный (мг/м<sup>2</sup> за 1 год): 2967, 1650 и 1701 – 2008-2009 гг. (институт Геохимии СО РАН в г. Иркутске).

Отмечается, если бы из почв происходил только нисходящий вынос продуктов почвообразования (при промывном типе водного режима), то они со временем вообще перестали бы существовать. На самом деле происходит активное накопление различных мигрантов как в биомассе таежных экосистем, так и возврат их заметной массы в верхние почвенные горизонты с восходящими капиллярными по-

токама влаги (табл. 1): наблюдается пульсация мигрантов. Для ВОВ она реализуется в форме «гумусовой занавески» [3]. Восходящий вектор водной миграции веществ обусловлен гидротермическим градиентом, возникающим в периоды промерзания или иссушения.

Таблица 1

**Масштаб нисходящей и восходящей водной миграции соединений Fe и ВОВ в подзолах контактно-осветленных в таежном лесопарковом ландшафте г. Петрозаводска.**  
**Наблюдения: 2003 – 2004 гг.**

Горизонт и глубина установки колонок, см	C <sub>орг</sub> ВОВ, г/м <sup>2</sup> за 1 год		Fe, мг/м <sup>2</sup> за 1 год	
	по сорбции катионитом КУ - 2 Н <sup>+</sup>	по сорбции анионитом АВ - 17 ОН <sup>-</sup>	по сорбции катионитом КУ - 2 Н <sup>+</sup>	по сорбции анионитом АВ - 17 ОН <sup>-</sup>
<b>Разрез 5п.</b> Ландшафт транс-элювиальный. <b>Вырубка</b> (западинка; фация черничника-сфагнового в средней части склона увала).				
A <sub>0</sub> <sup>тп</sup> - 7	8,7 ±3,4	8,6 ±2,0	260,5±63,8	322,4 ±91,3
E <sub>hg</sub> - 12	7,4 ±1,6	14,4±3,8	142,5±71,5	183,8±75,2
B <sub>hg</sub> - 36	2,1 ±0,7	3,8±1,7	74,2±29,1	121,8±59,3
B <sub>hg(восх.)</sub>	6,6 ±1,5	8,1±2,2	305,1±94,7	394,9±123,7
<b>Разрез 3п.</b> Ландшафт транс-аккумулятивный. <b>Вырубка</b> на опушке леса - нижняя 1/3 склона увала (фация ельника-зеленомошника).				
A <sub>0</sub> <sup>тп</sup> - 5	10,8±2,7	11,6±2,7	327,5±131,8	614,9±204,3
E <sub>hg</sub> 14(транс.) <sup>1</sup>	3,9±0,8	9,4±2,9	397,4±98,4	422,3±143,8
B <sub>hg</sub> 40(транс.)	0,4±0,0	5,7±1,7	84,6±29,5	130,7±58,4

**Транс.** – это трансформированные генетические горизонты; **восх.** – восходящий поток ВОВ.

**Закключение.** На глеевом барьере миграции изменяется форма миграции Fe, Si, AL Mn: наряду с ионами, «под защитой» ВОВ мигрируют и коллоиды. Происходит заиливание песчаного субпрофиля, усиление его оглеения и трансформация почвы сначала в глеевый подзол, а затем и в болотно-подзолистую почву. Гидроморфизм усиливается и сказывается на соседних ареалах почвы. Коллоидная форма миграции, например, Fe, четко выражена в нижней 1/3 склона увала, по западинкам, где происходит латеральная геохимическая «разгрузка» водного потока миграции. Важную роль здесь играет диффузия.

### Библиографический список

1. Яшин И.М., Кузнецов П.В., Петухова А.А. Экогеохимическая оценка почв и лесопарковых фаций Петрозаводска // Известия ТСХА, 2011, Вып. 4. – С. 30-43.
2. Яшин И.М., Сердюкова А.В., Петухова А.А., Грачев Д.А. Изучение миграционных потоков тяжелых металлов для диагностики загрязнения таежных экосистем // Известия ТСХА, 2012, Вып. 2. – С. 20-31.
3. Яшин И.М. Мониторинг процессов миграции и трансформации веществ в почвах. – М.: 2013. – 183 с.

**Abstract.** *This paper describes the processes of water migration of substances in podzols developed on two layer and fluvioglacial rocks in forest (uncontaminated) facies of reserves in Karelia and taiga forest park of Petrozavodsk. The study of migration flows of carbon in water-soluble organic substances was conducted by the grant RFBR 02-04-48791 (supervised by Professor I.M. Iashin).*

**Keywords:** *taiga ecosystems, monitoring, water migration, sorption lysimeters, sorbents, water-soluble organic substances with acidic properties, barriers of migrations.*

# ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ЗАЩИТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

---

УДК 631.623

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА КАНАЛООЧИСТИТЕЛЯ РР-303

*Х.А. Абдулмажидов*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена экспериментальным исследованиям нового ковшового рабочего органа каналоочистителя, работа которого является весьма важной составляющей в обеспечении полноценного функционирования мелиоративных каналов в зоне осушения.*

***Ключевые слова:** мелиоративные машины, зона осушения, каналоочистители, осушительные каналы, профиль канала, наносы, заиления, ковши прямоугольного и трапецеидального сечения, каналы с закрепленным и незакрепленным дном.*

Перспективное направление развития технологий по очистке каналов заключается в комплексном использовании каналоочистителей с пассивными и активными рабочими органами. В такие комплексы могут входить экскаваторы с пассивными и активными рабочими органами типа МР-16, МР-7А, ЭМ-202 и ОП после их модернизации. Их сравнительные характеристики дают представление о границах применения и о технологических возможностях каналоочистителей при обслуживании каналов с характерными естественно-производственными условиями [1]. Вся используемая на сегодняшний день каналоочистительная техника, а именно стандартные одноковшовые экскаваторы имеют высокие данные по производительности. Эта характеристика актуальна при производстве земляных работ, где важны объемы разрабатываемых грунтов. При очист-

ке каналов приоритетными характеристиками являются не объемы, а качество очистки от наносов с учетом их крайне неравномерного распределения. В основном значительное количество наносов распределяются в устьях каналов, на соединениях одних типов осушительных каналов с другими.

Максимальная производительность некоторых каналоочистительных машин достигается при определенной оптимальной толщине стружки. Так, для бокового драглайна необходимо, чтобы толщина наносов была не менее 0,15 м, для каналоочистителей МР-16 и МР-7А с активными рабочими органами толщина наносов должна быть уже равной 0,4 м, а для ЭМ-202, наоборот, не превышать 0,2 м. Кроме того, фрезерные каналоочистители требуют обязательного выполнения условия соответствия ширины очищаемого дна и диаметра фрезы, а также наличия воды в канале не более 15 см и отсутствия донной растительности. Каналоочиститель ЭМ-202 достигает максимальной производительности, когда его многоковшовый цепной рабочий орган очищает поверхность шириной до 2,0-2,5 м. При очистке дна канала шириной 0,4; 0,6 или 0,8 м производительность резко снижается [2]. Очиститель откосов каналов с пассивным рабочим органом в виде отвала ПО-2 не получил широкого распространения из-за больших боковых тяговых сопротивлений, возникающих при работе. Использование бокового отвала приводит к уходу машины в сторону канала, в связи с этим применялись специальные ножи и лыжи для удержания курсового направления.

Виды эксплуатационных работ на осушительных системах предусматривают выполнение большого количества мероприятий, целью которых является поддержание сети в состоянии высокой эксплуатационной надежности. К примеру, в зоне повышенного увлажнения эффективность работы мелиоративной системы в большей степени связана с состоянием открытой сети, ее способностью сбрасывать грунтовые и паводковые воды. При этом основное влияние на пропускную способность канала оказывает не только состояние его донной, как считалось ранее, но и состояние придонной части, т.е. прилежащих ко дну откосах. В действительности наносы, заиления и растительность распределены не только по дну. На пропускную способность каналов также влияет соответствие уровня и

уклонов дна проектным значениям, извилистость русла, наличие размывов и обрушений, состояние креплений.

Принципиально отличающийся подход к решению проблемы механизированной очистки дна каналов был предпринят Отраслевой лабораторией Московского гидромелиоративного института еще в начале 80-х годов прошлого века. Здесь был создан каналочиститель РР-303 на базе трактора ДТ-75, рабочий орган, которого представляет собой жесткую направляющую балку с перемещающимся вдоль нее прямоугольным ковшом. Балка могла снабжаться дополнительно двумя сменными ковшами различной ширины. Причиной применения ковша шириной 0,4; 0,6 и 0,8 м явилось то, что большинство осушительных каналов имеют соответствующую ширину по дну. Очистку более широких каналов по дну планировалось проводить за несколько проходов. Для придания очищаемому дну канала требуемого уклона балка была снабжена двумя концевыми опорами с возможностью регулирования высоты. Также предусмотрена возможность изменения толщины снимаемых наносов. Сепарированный ковш позволяет производить очистку дна канала наполненного водой без снижения производительности. Ковш также снабжен подвижной стенкой для его принудительной разгрузки. Для соблюдения прямолинейности русла составная стрела каналочистителя снабжена механизмом выноса концевой опоры направляющей балки. Разгружаемые из ковша наносы и заиления падают на наклонный желоб, который в свою очередь отводит их от канала. Каналочиститель способен очищать сильно заросшее дно каналов, разрушая и удаляя корневую систему растений.

Заложенные при создании данной машины принципы позволили получить при очистке прямолинейную, спланированную поверхность дна, по которому беспрепятственно осуществляется движение потока воды. Следовательно, до минимума сведена вероятность возникновения таких негативных образований на дне канала как размывы, отложения наносов, намывы гребней и растительные образования.

Экспериментальные исследования, проведенные с уменьшенной в 2,5 раза моделью ковша каналочистителя РР-303 прямоугольного сечения на грунтовом лотке лаборатории мелиоративных машин МГУП, а также исследования работы ковша в натуральную величину

шириной 0,4 м прямоугольного сечения на грунтовом канале кафедры «Мелиоративные и строительные машины», выявили некоторые недостатки в эксплуатации ковша. Было замечено, что при движении ковша прямолинейно срезается стружка определенной толщины, в то же время происходит подрезание прилежащих ко дну частей откосов канала, которые в свою очередь в зависимости от их состояния быстро сползают на дно. В таком случае работу по очистке нужно будет повторить, что, соответственно, производительность падает.

Изначально ковш прямоугольного профиля для каналоочистителя РР-303 был спроектирован для очистки закрепленного дна осушительных каналов. Однако, следует учитывать значительное количество и большую протяженность каналов с незакрепленным дном.

На основе проведенных экспериментальных исследований предложен новый ковш защищенный патентом на изобретение №2500858. Ковш каналоочистителя [3], включающий днище и боковые стенки с режущими кромками и заднюю стенку, отличающийся тем, что боковые стенки соединены с днищем под углом  $45^\circ$ , образуя трапециевидальное сечение, копирующее дно и прилегающие к нему части откосов канала, боковые стенки и днище имеют заострение режущей кромки. Толщина боковых стенок и днища уменьшается по длине ковша. Такое решение позволяет уменьшить тяговые сопротивления, возникающие из-за бокового трения стенок о грунт.

Проведенные экспериментальные исследования модели ковша каналоочистителя на грунтовом лотке также показали, что в процессе копания перед ковшом формируется призма волочения, и задняя часть ковша остается незаполненной. Это связано с особенностью ковша каналоочистителя, которая заключается в креплении его с направляющей балкой – связь обеспечивается над верхней горизонтальной плоскостью ковша. Поэтому в данной конструкции нет возможности заполнения ковша с «шапкой». Одним из способов решения этой проблемы может быть выполнение рабочего органа большей высоты, которое позволит переместить грунт вглубь ковша.

Применение нового ковша каналоочистителя обеспечивает очистку не только дна каналов трапециевидального профиля от наносов и заилений, но и прилежащих ко дну частей откосов. Здесь также следует учитывать, что ковш трапециевидального сечения также

не может очищать всю поверхность откосов осушительных каналов. Отсутствие универсальной машины, которая производила бы полную очистку профиля различных осушительных каналов, вызывает необходимость поиска новых технологических решений.

Одним из таких решений является применение комплекса, содержащего машину для очистки дна канала от наносов и машину для очистки откосов от заиления. Необходимо также дальнейшее перемещение наносов с бермы в отвал с помощью бульдозера.

В состав рекомендуемого комплекса могут входить следующие марки машин: каналоочистители РР-303 с новым ковшом трапецеидального сечения и ЭМ-202 с модернизированными рабочими органами.

Таким образом, применяемые в настоящее время для очистки каналов одноковшовые экскаваторы не в состоянии эффективно справляться с работами по качественной очистке. Предложенный ковш каналоочистителя позволяет качественно очищать не только дно, но и прилежащие ко дну части откосов. Наибольший эффект будет достигнут при комплексном применении различных каналоочистительных машин. Рекомендуемый комплекс состоит из каналоочистителей РР-303 с ковшом трапецеидального сечения и ЭМ-202 с модернизированными рабочими органами.

### Библиографический список

1. Мелиоративные машины / Под редакцией И.И. Мера. – М.: Колос 1980. – 351 с.
2. Бадаев Л.И., Донской В.М. Техническая эксплуатация гидро-мелиоративных систем – М.: Колос, 1992. – 270 с.
3. Патент на изобретение № 2500858. Ковш каналоочистителя / Абдулмажидов Х.А. Зарегистрирован 10.12.2013 г.

**Abstract.** *Article experimental investigations of a new ladle working body of the channelcleaner, which is a very important component in ensuring the proper functioning of the drainage canals in the area of drainage.*

**Keywords:** *agricultural machines, drying area, channelcleaner, drainage channels, channel profile, sediment, silt, buckets of rectangular and trapezoidal cross-section, channels with docked and undocked bottom.*

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ МАШИН МЕЛИОРАТИВНОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*А.С. Апатенко, Н.И. Владимирова*  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы технической готовности мелиоративного комплекса и предложены методы ее повышения за счет оптимизации ремонтно-технических воздействий.*

***Ключевые слова:** производственно-техническая база, мелиоративные машины, машинно-тракторный парк, технический сервис, коэффициент технической готовности.*

Сегодня, в рамках утвержденной и принятой к реализации федеральной целевой программы «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы» предусматривается ввод в эксплуатацию 840,96 тыс. гектаров мелиорируемых земель [1]. Одним из главнейших направлений в развитии эффективной экономики страны в современных условиях, является модернизация, техническое и технологическое обновление всей производственной сферы, включая мелиоративный комплекс. Для выполнения мелиоративных работ применяют специальные (мелиоративные), и общестроительные, дорожные и сельскохозяйственные машины. Комплексная механизация мелиоративных работ должна быть основана на оптимальном сочетании использования строительных и мелиоративных машин. В основу такой оптимизации, естественно, должен быть положен принцип обеспечения наибольшей производительности при высоком качестве, минимальной трудоемкости и стоимости работ [2].

Несмотря на то, что в 2001 г. были разработаны «Федеральные регистры базовых и зональных технологий и технических средств для мелиоративных работ в сельскохозяйственном произ-

водстве России на период до 2010 г.», они так и не стали нормативным документом по созданию и производству мелиоративной техники. В связи с этим, последний двадцатилетний период мелиоративной отрасли характеризуется полным развалом отраслевого машиностроения [3]. Для проведения широкомасштабных работ в мелиорации необходимо обновление технического и технологического парка общестроительной, специализированной мелиоративной и оросительной техники. Из общего наличия этой техники более 54% единиц с истекшим сроком службы и требуют обновления и замены. За последние годы на заводах России был практически полностью приостановлен выпуск специализированной мелиоративной техники.

В сложившихся условиях на российский товарный рынок активно внедряются ведущие зарубежные фирмы-производители сельскохозяйственной, в том числе и мелиоративной техники. Однако для импортных машин, используемых в сельском хозяйстве России, остро стоит проблема технического сервиса. По сравнению с российской техникой зарубежные машины требуют более дорогого обслуживания, очень высокие затраты на запасные части и расходные эксплуатационные материалы.

**Одновременно с этим, остаются низкими показатели надежности отечественной техники в условиях эксплуатации.** Сроки фактической эксплуатации машин и оборудования превышают нормативные в 2-3 раза [3]. Проведенный ГОСНИТИ анализ затрат на ремонт техники показал, что в настоящее время почти 50 млрд. руб. или 10% от всей выручки за произведенную сельскохозяйственную продукцию ежегодно затрачивается на поддержание машинно-тракторного парка в рабочем состоянии. Для поддержания машин в работоспособном состоянии на протяжении всего срока службы товаропроизводителями вкладываются крупные финансовые средства на ремонтно-обслуживающие воздействия [3].

**Машины для выполнения мелиоративных работ эксплуатируются в специфических условиях.** Тяжёлые условия эксплуатации машин мелиоративного комплекса обуславливают более быстрое проявление дефектов и неисправностей отдельных элементов в виде нарушений работоспособности машины в целом.

Нарушение работоспособного состояния в процессе эксплуатации машин происходит под воздействием множества факторов (конструктивных, технологических, эксплуатационных, организационно-производственных и других) и носит случайный характер. Интенсивность потока отказов зависит от совместного влияния возраста машины, условий эксплуатации, квалификации машиниста и др. [4]. Практически отсутствуют площадки для настройки и регулировки технике, что приводит, прежде всего, к необоснованному расходу материально-технических ресурсов. Установленное на этих объектах ремонтно-технологическое оборудование в большинстве своем не могут быть адаптированы к выпускаемой технике, особенно к машинам нового поколения, в основном зарубежного производства. В этих условиях, необходимо проводить обновление ремонтно-технологического оборудования новыми образцами или его модернизация на основе новых технических требований.

Исходя из сложившейся ситуации, на наш взгляд, необходимо уделить особое внимание развитию производственно-технической базы, обеспечивающей работоспособность машин мелиоративного комплекса. Одним из вопросов, влияющих на эффективность производственно-технической базы, является оптимизация оснащённости службы ремонтно-технических воздействий. Оптимальное количество которой, позволит снизить потери от простоев техники и предоставит возможность повысить коэффициент технической готовности парка машин в целом.

### **Библиографический список**

1. Постановление Правительства РФ от 12 октября 2013 года №922 Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014–2020 годы».
2. Апатенко А.С., Владимирова Н.И. Повышение технической готовности машин мелиоративного комплекса за счет оптимизации ремонтно-технических воздействий // Труды ГОСНИТИ. – М.: 2013, Том 113 – С. 116-121
3. Конкин Ю.А., Голубев И.Г., Конкин М.Ю., Кузьмин В.Н. Технический сервис - опыт и перспективы развития. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 336 с.

4. Апатенко, А.С. Анализ причин простоев и отказов агрегатов для выполнения культуртехнических работ // Техника и оборудование для села. – М., 2014, №2 – С.14-17

**Abstract.** *Questions of technical readiness of reclamation complex and suggest ways to improve it by optimizing repair and technical influences.*

**Keywords:** *production and technical base, reclamation machine, tractor fleet, technical services, technical readiness coefficient.*

УДК378.34

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОБЩЕУНИВЕРСИТЕТСКОГО РЕЙТИНГА ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ КАК ОДИН ИЗ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ИНИЦИАТИВНОЙ И ТАЛАНТЛИВОЙ МОЛОДЕЖИ**

**А.С. Балабаев**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена развитию системы поддержки инициативной и талантливой молодежи посредством формирования общеуниверситетского рейтинга достижений студенчества.*

**Ключевые слова:** *рейтинг, государственная повышения академическая стипендия, система поддержки инициативной и талантливой молодежи, достижения студента.*

В 2011 году в сфере поддержки инициативной и талантливой студенческой молодежи произошло знаковое событие. 18 ноября Правительство Российской Федерации своим постановлением № 945 утвердило «Порядок совершенствования стипендиального обеспечения обучающихся в федеральных государственных образовательных учреждениях профессионального образования» [1]. Впервые студенты стали получать государственную повышенную академическую стипендию за особые достижения в учебной, научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой и спортивной деятельности.

В начале 2014 года в Московском государственном университете природообустройства изучили опыт других вузов, как аграрных, так и технических, в частности МГТУ имени Н.Э. Баумана, Костромской ГСХА, Вологодской молочно-хозяйственной академии, Иркутского ГТУ и на основании вышеуказанного Постановления Правительства РФ в целях развития системы поддержки инициативной и талантливой молодежи разработали свое положение о рейтинге обучающихся в ФГБОУ ВПО МГУП.

Данное положение было утверждено на заседании Ученого совета 27 января 2014 года.

Рейтинг является унифицированным бальным показателем, отражающим общую информацию о развитости и популярности среди студентов Университета учебной, научной, общественной, культурно-творческой и спортивной деятельности. Каждому виду деятельности присваивается свой балл. В целом в рейтинге учитываются все показатели, указанные в Постановлении Правительства.

Отдельно отмечу, что максимальный балл можно получить за отличные оценки в течение четырех семестров перед назначением на стипендию.

Возможные достижения в общественной деятельности раскрыты более подробно. Так в рейтинге учитываются следующие показатели: организация и проведение учебного, научного, культурно-массового, спортивного и иного мероприятия, а также помощь в организации такого мероприятия; работа в качестве дежурного на мероприятиях; участие в работе выставок и конференций; работа в качестве волонтера; информационно-имиджевая работа, в том числе написание статей для газеты и сайта; руководство общественной организацией, секцией, кружком, студией; участие в образовательных мероприятиях, связанных с деятельностью общественных организаций; членство в Ученом совете Университета, факультета, стипендиальной комиссии факультета; работа старостой и профоргом; участие в субботниках и работе специализированных строительных отрядов, а также получение студентом награды за достижения в области студенческого самоуправления и волонтерского движения [2].

В феврале 2014 года для определения рейтинга студенты Университета подавали все документы, подтверждающие их дея-

тельность, а также сопроводительную анкету в отдел организационно-массовой и воспитательной работы.

В сентябре 2014 года после прошедшей реорганизации и присоединения Московского государственного университета природообустройства к РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в качестве Института природообустройства имени А.Н. Костякова студенты подавали анкеты своим заместителям декана по воспитательной работе.

После обработки всех поданных анкет формировался общий рейтинг студентов Института. На основе рейтинга студенты назначались на государственную повышенную академическую стипендию за особые достижения.

В первый раз в феврале 2014 года анкеты подало 166 человек. 14 человек не были включены в рейтинг по разным причинам (3 человека опоздали с подачей заявок, 8 человек на момент подведения итогов имели задолженности, 3 человека имели оценки удовлетворительно). Таким образом, в конкурсе участвовало 152 человека. Больше всего анкет поступило со строительного факультета – 45 штук (29,6% от общего количества поданных анкет), 42 анкеты (27,6%) с факультета экологии и природопользования, 29 анкет или 19,1% подали студенты факультета природообустройства и водопользования, 19 анкет (12,5%) студенты экономического факультета. И замыкают список студенты механического факультета с 17 анкетами (11,2%).

В сентябре 2014 г. заявки подало всего 100 человек. 49 анкет (и соответственно, 49% от общего количества) подали студенты факультета техносферной безопасности, экологии и природопользования (появившегося в процессе объединения факультета экологии и природопользования и механического факультета); 30 анкет (30%) – студенты факультета гидротехнического, агропромышленного и гражданского строительства (новое название строительного факультета) и 21 анкету (21%) студенты факультета природообустройства и водопользования.

Весной из 152 анкет 20 анкет на конкурс подали студенты первого курса (13,2% от общего количества), 27 анкет (17,8%) – студенты второго курса, 33 анкеты (21,7%) – студенты третьего курса, 27 (17,8%) – четвертого курса, 38 (25%) – пятого курса, 5 анкет (3,3%) – магистранты 1 года обучения и, наконец, 2 анкеты или 1,3% - магистранты 2 года обучения.

Осенью 2014 года студенты 1 курса в рейтинге не участвовали, поэтому из 100 анкет 30 анкет (30%) подали студенты второго курса, 24 анкеты (24%) – студенты третьего курса, 22 (22%) – четвертого курса, 14 (14%) – пятого курса, 7 анкет (7%) – магистранты 1 года обучения и, наконец, 3 анкеты или 3% - магистранты 2 года обучения.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

Снижение количества студентов, подавших анкеты, связано с тем, что:

1. из числа студентов, подававших анкеты весной, очень много студентов обучались на выпускном курсе;
2. 19 человек представляли экономический факультет, который после объединения вышел из состава Института природообустройства имени А.Н. Костякова и, соответственно, осенью студенты уже не могли принимать участие в данном конкурсе;
3. в осеннем рейтинге не могли участвовать студенты первого курса, так как они только поступили, и еще не успели принять какое-либо участие в жизни академии.

Сравнив суммарные результаты двух рейтингов, можно сказать, что общая сумма баллов по рейтингу почти не изменилась (2815 весной против 2663 осенью).

В обоих рейтингах на первом месте достижения в общественной жизни (36,5% весной и 31,2%). Связано это в первую очередь с тем, что данный вид деятельности наиболее многогранен и включает в себя очень большой перечень возможных видов работ. На втором месте, что достаточно приятно, достижения в учебной деятельности. И вклад достаточно высок – 28,2% весной и 20,2% осенью.

Вес достижений в научной деятельности практически не изменился – 18,6% весной против 17,1% осенью.

Вес достижений культурно-массовой и спортивной работ по итогам осеннего рейтинга вырос примерно на 10 и 5% соответственно. Достижения в культурно-массовой деятельности выросли с 9,3% весной до 19,3% осенью, в спортивной деятельности с 7,4% весной до 12,2% осенью.

По итогам проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Несмотря на уменьшения общего количества анкет осенью 2014 г., в целом формирование общеуниверситетского рейтинга позволила повысить интерес студенчества как к более активно участию в учебном процессе, так и в других сферах жизни университета: научной, культурно-массовой, общественной и спортивной.

2. Студенты научились делать портфолио, и таким образом, формируя портфолио, научились презентовать себя и свои достижения, а также вести учет таких достижений.

3. Необходимо транслировать опыт формирования институтского рейтинга на всю академию. Формировать общий рейтинг всех студентов академии, как обучающихся за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, так и с полным возмещением затрат на обучение, и назначать на государственную повышенную академическую стипендию за особые достижения в учебной, научной, культурно-массовой, общественной и спортивной деятельности, опираясь на этот рейтинг и выделяя квоты на факультеты.

4. Необходимо информировать студентов о формировании данного рейтинга всеми возможными способами, для того, чтобы со временем все студенты академии участвовали в этом рейтинге.

5. Целесообразно обучать студентов, проводить мастер-классы как себя правильно презентовать, как формировать свое портфолио личных достижений.

6. Целесообразно также в конце каждого календарного года награждать 100 лучших студентов университета по результатам данного рейтинга.

### **Библиографический список**

1. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2011 г. N 945 «О порядке совершенствования стипендиального обеспечения обучающихся в федеральных государственных образовательных учреждениях профессионального образования»

2. Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/12191951>

3. 2. «Положение о рейтинге обучающихся федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства».

**Abstract.** Article is devoted to the development of systems to support the initiative and talented youth by forming a University student achievement rating.

**Keywords:** rate, improve the state academic scholarship support system initiative and talented young student achievement.

УДК 631.31: 63

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ НА ОБЪЕКТАХ АПК

**В. В. Голобородько**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические и практические вопросы проектирования вспомогательных служб на животноводческих комплексах, а также выбор таких способов их организации, при которых можно обеспечить ритмичную и непрерывную работу технологических процессов и эффективную работу комплекса в целом. Определены возможности применения методов теории массового обслуживания, системного анализа и перебора вариантов при оптимизации, работы отдельных элементов системы «Производственный объект», (службы: электротехническая; инженерная и другие) и в целом решения проблемы стоимости выпускаемой продукции.

**Ключевые слова:** вспомогательные службы, сельскохозяйственная продукция, агропромышленный комплекс, методов теории массового обслуживания.

Построение оптимальной системы обслуживания и ремонта электрооборудования технологических процессов на объектах АПК связано с решением следующих проблем:

1. Рациональное размещение ремонтных мастерских на территории производственных объектов АПК;
2. Выбор способа организации обслуживания и ремонта электрооборудования (централизованное, децентрализованное или смешанное);

3. Определение соотношения между рабочими энергетической и инженерной служб, а также между рабочими оперативных и ремонтных бригад;

4. Определение соотношения между различными способами резервирования (нагруженный и ненагруженный резервы);

5. Рациональное размещение на объектах АПК складских помещений для резервного оборудования, запасных частей и электро-материалов.

Все эти проблемы являются количественными. Основные особенности количественных проблем - точность, управляемость и согласованность. Для решения этих проблем целесообразно использовать системный анализ.

Вспомогательные службы (энергетическая и инженерная) решают задачи, связанные с массовым обслуживанием электрического и механического оборудования технологических процессов. Отказы оборудования носят случайный характер. В результате отказов имеют место нарушения технологических процессов, что сопровождается потерями выпускаемой продукции. Для того чтобы уменьшить потери продукции, необходимо так рассчитать количественный и качественный составы вспомогательных служб, чтобы работники этих служб были загружены работой, а отказы оборудования устранялись за минимальное время. Эти процессы необходимо формализовать и выбрать уравнения для их описания.

Для изучения отказов необходимо использовать статистические методы исследования, что предполагает организацию пассивного эксперимента на работающем оборудовании животноводческих комплексов.

Для расчета показателей эффективности работы вспомогательных служб необходимо выполнить общее условие: опытным путем установить свойства потока требований на устранение отказов в виде среднего числа циклов времени между отказами.

По терминологии, применяемой в теории массового обслуживания, энергетическую систему производственного объекта АПК можно разделить на две подсистемы: обслуживающую и обслуживаемую, то есть электротехническую службу и электрооборудование технологических процессов.

При исследовании работы этих подсистем были использованы следующие совокупности данных:

- количество единиц обслуживаемого электрооборудования. За единицу обслуживаемого оборудования принимаем электрооборудование равное 5 у.е. на обслуживание и ремонт;
- у.е. – условная единица электрооборудования;
- момент времени отказа электрооборудования;
- время начала устранения отказа;
- время окончания устранения отказа;
- время включения в работу отказавшего электрооборудования;
- наличие резерва (нагруженный, ненагруженный или запас со склада).

Применение методов теории массового обслуживания позволяет определить количественные характеристики качества работы энергетических служб (обслуживающая подсистема) и оборудование технологических процессов (обслуживаемая подсистема) с последующей оптимизацией по себестоимости единицы выпускаемой продукции.

Однако этого недостаточно для обеспечения ритмичной и непрерывной работы технологических процессов объектов АПК. Так как при этом не учитывается работа всех подразделений производственного объекта в целом, в этом случае энергетическая служба может работать в оптимальном режиме, а производственный объект АПК будет иметь большие потери из-за неудовлетворительной работы смежных подразделений. Это работа инженерной службы, машин, оборудования и основного технологического персонала. Необходим учет работы всех подсистем производственного объекта в целом, что требует применения аппарата системного анализа.

Производственный процесс объекта АПК имеет различные технико-экономические показатели. Поэтому для выбора основного из этих показателей проводим оптимизацию по каждому из них. Основной показатель является критерием оптимальности. Связь основного и вспомогательных показателей работы производственного объекта выражается целевой функцией. С помощью целевой функции определяем минимальное или максимальное значение основного показателя.

$$C = 3/B - \min$$

где  $C$  - себестоимость единицы выпускаемой продукции;

$3$  - суммарные затраты на производство;

$B$  - общий объем выпускаемой продукции.

По этому показателю определяем рациональное количество работников, единиц оборудования и других элементов системы.

Для определения характеристик работы энергетической и инженерной служб, электрического и механического оборудования используем принципы формализации и формулы теории массового обслуживания. Характеристики систем массового обслуживания подтверждены данными исследований, которые проводились на животноводческих комплексах.

При оптимизации животноводческий комплекс представлен в виде системы, направленной на увеличение продуктивности коров. Параметрами системы является её объекты:

- вход (кадры, оборудование, машины, корма, лекарства);
- процесс (стадо животных для получения продукции);
- выход (полученная продукция: молоко, телята, мясо, навоз);
- обратная связь (изменение продуктивности, изменение в ценах и производственных затратах);
- ограничения (покупатели, сохранение объема выпускаемой продукции; новые задачи, возникающие при реализации продукции, изменение соотношения по выпускаемой продукции).

Таким образом, концептуальный аппарат системного анализа позволяет определить методы анализа животноводческого комплекса для моделирования и повышения эффективности его работы.

Работа вспомогательных служб связана с массовым обслуживанием, поэтому для их математического описания используем методы теории массового обслуживания. Эти методы позволяют определить характеристики вспомогательных служб и оборудования технологических процессов. Оптимизацию этих характеристик проводим путем применения метода перебора вариантов организации вспомогательных служб и вариантов повышения надежности оборудования, количества запасных частей и электроматериалов.

С помощью метода перебора вариантов возможно подобрать рациональные варианты размещения ремонтных мастерских, скла-

дов, способа организации обслуживания и ремонта, определения численного состава вспомогательных служб и способов резервирования оборудования, количества запасных частей и электроматериалов

**Abstract.** *The article deals with theoretical and practical issues of design support services on livestock complexes, as well as the choice of methods for their organization, which can provide a rhythmic and continuous operation of the technological processes and effective work of the complex as a whole. The possibility of application of queueing theory, system analysis and optimization options, through the work of individual elements of the system of “production facility”, (services: electrical engineering; and others) and overall solution to the problem of the cost of production.*

**Keywords:** *support services, agricultural products, agriculture, techniques of queueing theory.*

УДК 631.12

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УРОВЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА**

**В.А. Евграфов, А.И. Новиченко**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности эксплуатации машин в агропромышленном комплексе, приведены производственные факторы, которые могут значительно влиять на уровень технической эксплуатации машин и оборудования природообустройства.*

**Ключевые слова:** *уровень технической эксплуатации, технологические комплексы, машины и оборудование, надежность, природообустройство.*

Степень оснащенности производственных организаций АПК технологическими машинами и оборудованием характеризует только их потенциальные возможности. Влияние ряда объективных и субъективных причин (природно-климатические условия, организация производства, техническое состояние машин и прочее) ограничивает производственные возможности организации. В значительной мере это определяется уровнем технической эксплуатации машин и оборудования.

От технического состояния машин зависит своевременная сдача в эксплуатацию объектов, ритмичность и качество строительства, а также величина затрат на эксплуатацию техники. Особое значение принимают все эти вопросы в связи с современной экономической ситуацией, которая заставляет серьезно заняться анализом эффективности использования машин.

Анализ затрат на эксплуатацию машин демонстрирует значительные колебания их значений. Данное обстоятельство обусловлено низким уровнем технической эксплуатации в результате чего имеют место высокие затраты на устранение отказов техники в процессе эксплуатации, сверхнормативный расход топливо-смазочных материалов, перерасход заработной платы машинистам и ремонтному персоналу, увеличение продолжительности технологических процессов и снижение качества выполняемых работ [1].

Для установления причин, влияющих на основные показатели эффективности использования машин, необходимо рассмотреть весь процесс эксплуатации техники непосредственно в условиях производственной организации, выявить основные факторы, влияющие на уровень технической эксплуатации машин, выработать систему оценочных показателей достигнутого уровня эксплуатации машин и установить их количественное значение, по результатам оценки которых станет возможным применение регулирующих организационных мероприятий [2].

Проблема поддержания машин в работоспособном состоянии не может рассматриваться как частная, локальная задача, она должна решаться в рамках системного подхода. Системный подход можно представить как исследование способов организации элементов в единое целое и взаимного воздействия процессов функционирования

системы, ее подсистем и элементов друг с другом. Система формирования надежности машин является сложным человеко-машинным комплексом и может быть отнесена к сложным системам, управление которыми является комплексной многокритериальной задачей [3].

Уровень эксплуатации машин определяется следующими факторами:

1. Система и организация технического обслуживания машин, которые определяют рациональную стратегию поддержания и восстановления работоспособности парка машин и создают нормативно-техническое обеспечение мероприятиям инженерно-технической службы.

2. Производственная база, обеспечивающая материальные условия поддержания работоспособного состояния машин и оборудования.

3. Персонал, уровень квалификации и заинтересованность которого создают условия для качественного и своевременного обслуживания машин.

4. Система снабжения и резервирования, обеспечивающая техническую эксплуатацию машин запасными частями, материалами и агрегатами.

5. Структура и возраст парка машин, которые при прочих равных условиях определяют объем и характер ремонтных воздействий.

6. Условия эксплуатации, которые влияют на надежность и, как следствие, на потребность машин в техническом сервисе.

Данные факторы подразделяются на управляемые, частично управляемые и неуправляемые (учитываемые). Например, природно-климатические условия необходимо учитывать при определении эффективности технической эксплуатации машин, но они практически неуправляемы для конкретной организации.

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность использования машин и механизмов, являются удельные затраты на эксплуатацию машин и механизмов на 1 рубль строительно-монтажных работ ( $Y_{zc}$ ) и на 1 рубль их балансовой стоимости ( $Y_{bc}$ ):

$$Y_{zc} = Z_3 \cdot V_p, \quad Y_{bc} = Z_3 \cdot C_m \quad (1, 2)$$

где  $Z_3$  – суммарные затраты на эксплуатацию машин и оборудования;

$V_p$  – объем выполненной работы;

$C_m$  – балансовая стоимость машин и оборудования.

Характеризуя систему показателей эффективности использования парка машин, следует отметить, что они во многом зависят от уровня технической эксплуатации парка машин и от экономической эффективности всего производственного процесса. Следует отметить, что показатели, определяемые только стоимостными характеристиками выполняемых работ (стоимость строительно-монтажных работ, прибыль, рентабельность) не могут адекватно отражать эффективность использования машин.

При этом важное значение приобретают показатели, непосредственно связанные с условиями эксплуатации машин в конкретной организации.

### Библиографический список

1. Евграфов В.А. Учет надежности при формировании технологических комплексов машин и оборудования в природообустройстве / В.А. Евграфов, Б.Н. Орлов, А.С. Апатенко, А.И. Новиченко, Н.Б. Орлов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 80 с.

2. Евграфов В.А. Применение организационно-экономических методов при формировании парка машин в производственных организациях агропромышленного комплекса / В.А. Евграфов, А.С. Апатенко, А.И. Новиченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 131 с.

3. Евграфов В.А. Применение методов имитационного моделирования при оптимизации состава технологических комплексов в природообустройстве / В.А. Евграфов, А.И. Новиченко, И.М. Подхватилин, В.И. Горностаев, А.В. Шкиленко // Образование. Наука. Научные кадры, №3, 2013. –С. 136-141.

**Abstract.** *The article considers the issues of increasing the efficiency of operation of machinery in the agricultural sector, given the production factors that can significantly affect the level of technical operation of machinery and equipment environmental engineering.*

**Keyword:** *level of technical operations, production facilities, machinery and equipment, reliability, environmental engineering.*

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА БЕСТРАНШЕЙНОГО ДРЕНУКЛАДЧИКА

*И.А. Ельцов*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена выбору и обоснованию параметров двухступенчатого рабочего органа бестраншейного дренаукладчика на основе экспериментальных исследований с моделями рабочих органов.*

***Ключевые слова:** бестраншейный дренаукладчик, ступенчатый рабочий орган, критическая глубина резания, физическое моделирование, экспериментальные исследования.*

В настоящее время в зоне избыточного увлажнения большинство дренажа строят открытым способом. При этом дренажные трубы укладываются в траншеи шириной 50 см, которые образуются путем экскавации грунта многоковшовым рабочим органом дренаукладчика.

Переход от траншейного способа строительства дренажной сети к бестраншейному, при котором трубы укладываются в щель, образующуюся в результате разрезания грунта пассивным рабочим органом дренаукладчика, позволит в значительной степени сохранить плодородие почвы, сократить сроки строительства, улучшить условия ведения работ, а также использовать более простые по конструкции, чем многоковшовые экскаваторы, машины и, значит, более надежные.

Однако значительно возрастают тяговые усилия (в зоне осушения до 400 кН, а в зоне орошения до 1000 кН и более) и появляется уплотнение грунта рабочими органами в стенки дренажной щели, что снижает фильтрационные свойства дренажа. Качество строительства ухудшается, особенно при строительстве дренажа в тяжелых грантах.

Глубокое резание грунтов пассивно-ножевыми рабочими органами разрезающего типа характеризуются критической глубиной резания  $h_{кр}$ , разделяющего забой на две зоны: зону сдвига грунта на

дневную поверхность и зону упругопластических деформаций грунта и уплотнения его в стенки прорезаемой щели. Причем, удельное сопротивление резанию грунта во второй зоне значительно больше, чем в первой.

Этих недостатков можно избежать, используя специальные «ступенчатые» рабочие органы. Методика выбора и расчета основных параметров таких рабочих органов еще недостаточно отработана, в основном из-за отсутствия достаточного количества экспериментальных данных. С целью получения объективных энергетических и некоторых технологических показателей ступенчатого рабочего органа БД было разработано несколько их моделей в масштабе 1:10 с различными по форме и размерам уширяющими накладками первой ступени. С целью сравнения двухступенчатого и одноступенчатого рабочих органов была изготовлена модель последнего тоже. Исследования проводились на грунтовом канале с использованием методов физического моделирования.

В ходе проведения эксперимента с различными вариантами двухступенчатых рабочих органов бестраншейного дреноукладчика был выявлен ряд недостатков в их конструкции – несоответствие тем параметрам, которые предполагалось получить, большое уплотнение грунта в нижней части прокладываемой щели, а также большое тяговое усилие. Было изготовлено несколько новых моделей, в которых были исправлены недостатки предыдущих. В последующем были найдены уравнения регрессии зависимостей тяговых сопротивлений и удельной энергоемкости от различных факторов. В результате проведенных исследований уточнена методика выбора и расчета основных параметров ступенчатых рабочих органов БД.

В настоящее время изготовлены новые модели рабочих органов БД с уточненными параметрами первой и второй ступени, а также основываясь на рекомендациях, полученных нами в период первого эксперимента, с целью проведения многофакторного эксперимента. Основная цель предстоящего экспериментального исследования – выявление «значимости» того или иного параметра, а также уточнение методики выбора и расчета основных параметров рабочего органа бестраншейного дреноукладчика.

### Библиографический список

1. Томин Е.Д. Бестраншейное строительство закрытого дренажа. – М.: Колос, 1981.
2. Томин Е.Д. Определение сопротивлений резанию и тяговых усилий дреноукладчика при бестраншейном строительстве дренажа // Строительные и дорожные машины, №2, 1980. – С. 11.
3. Ельцов И.А. Оценка эффективности работы ступенчатого рабочего органа бестраншейного дреноукладчика. Диссертация на соискание академической степени магистра техники и технологии по направлению: 560.700 «Природообустройство». – М., 2000.

**Abstract.** *The article is devoted to the selection and justification settings the two-step working body of trenchless machine based on experimental research on models of working bodies.*

**Keywords:** *trenchless machine, step effector, critical depth of cut, physical modeling, experimental studies.*

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА РЫХЛИТЕЛЯ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ РЫХЛЕНИЮ И ХАРАКТЕР ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ГРУНТА В ВЕРХНЕМ СЛОЕ

**Ю.П. Леонтьев, А.А. Макаров**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье приведены результаты сравнительных экспериментальных исследований рабочего органа объемного рыхлителя с различным дополнительным оборудованием для рыхления крупных фракций грунта.*

***Ключевые слова:** разуплотнение, глубокое рыхление, рыхлитель пассивного действия с V-образной формой рабочего органа, экспериментальные исследования, физическое моделирование, тяговое усилие, размеры фракций грунта.*

Известно негативное влияние различного вида переуплотнений на физические свойства и режимы почв, особенно суглинистых, переувлажненных с коэффициентом фильтрации  $K_f < 0,3$  м/сутки. Как известно, для снижения переуплотнения почвы применяется агротехнический способ механической обработки почвы, включающий технологическую операцию разуплотнения с помощью глубокого безотвального рыхления пахотного и подпахотного слоев.

Для глубокого рыхления грунта применяют различные рабочие органы, которые по принципу воздействия на грунт разделяются на рыхлители пассивного и активного действия.

Наибольшее распространение для рыхления прочных грунтов до III категории включительно получили рыхлители пассивного действия. Рыхлители этого типа имеют рабочие органы клыкового или зубового типа с лемехами, установленными на концах стоек.

Наряду со стоечными рыхлителями, чизельными плугами, щелевателями- кротователями, известны рыхлители пассивного

действия с V - образной формой рабочего органа типа РГ-1,2; РГ-0,5; РГ-0,8, разработанные во ВНИИГиМ. Эти рыхлители отличаются от стоечных тем, что рабочий орган их состоит из двух наклонных к горизонту стоек, соединенных в нижней части рыхлящим лемехом.

Рыхлители пассивного действия с V-образной формой рабочего органа позволяют за один проход осуществлять рыхление всего объёма грунта по ширине захвата без оборота пласта на глубину до 1,2 м в зависимости от вида уплотнения, возделываемых культур, типа почвы с производительностью большей, чем у стоечных рыхлителей в 2-5 раз. Коэффициенты разрыхления и полноты рыхления не уступают или выше чем у стоечных рыхлителей в 1,3 и 1,5 раза соответственно. Анализ работы этих рыхлителей показал, что у них имеются существенные недостатки – они требуют больших тяговых усилий и неравномерно рыхлят пласт по глубине – образуют на поверхности от 16 до 20% фракций почвы размером 200 и более мм, требующих дополнительного измельчения [1]. Применение рыхлителей с V-образной формой рабочего органа в некоторых случаях позволяло полностью заменить отвальную вспашку на грунтах II категории в Московской области [2]. Поэтому рабочие органы рыхлителей такого типа представляют особый интерес с точки зрения совершенствования их конструкции.

В настоящее время опубликован ряд идей и конструктивных предложений по устройству мелиоративных рыхлителей. Однако не все предлагаемые виды рыхлителей достаточно изучены, хотя бы для получения общей оценки, подтверждённой исследованиями, достоинств и недостатков каждого. Анализ патентов и авторских свидетельств позволил выявить значительное количество технических решений по конструкции рабочих органов рыхлителей. Большая часть рыхлителей имеет такие общие элементы, как лемех, боковые стойки, рама. Отличие, в основном, состоит в некоторых особенностях конструкции этих элементов.

В связи изложенным выше, нами были проведены экспериментальные исследования рабочих органов объёмного рыхлителя различной конструкции, на которые были получены патенты [3, 4].

Целью экспериментальных исследований была сравнительная оценка тягового усилия и однородности поперечных размеров фракций разрыхлённого грунта для трёх моделей рабочих органов

рыхлителей, на которые получены патенты. В качестве базовой модели был принят рабочий орган с параболическими боковыми стойками без дополнительного оборудования. Другие модели имели дополнительные устройства для измельчения крупных фракций, одна из них оборудована поперечной балкой, установленной между боковыми стойками на определённой высоте, другая рыхлящими дисками, расположенными за боковыми стойками. Масштаб моделей был выбран 1:4 на основании приближённого физического моделирования. Исследования проводились на грунтовом канале, заполненном лёгким суглинком. Плотность грунта во всех опытах составляла 4 удара плотномера ДОРНИИ, влажность порядка 9-10%. Глубина рыхления во всех опытах была одинаковой и равной 18 см, что соответствовало глубине 0,72 м в натуре. Тяговое усилие измерялось тензометрическим методом, с регистрацией результатов на жестком диске компьютера. После каждого прохода рабочего органа измерялись размеры фракций разрыхлённого грунта, не менее 100 значений. Повторность опытов составляла 5 раз.

В результате исследований получены записи усилий для трёх моделей рабочих органов. Каждая запись была обработана при помощи программы MathCad. В результате обработки получены такие величины, как математическое ожидание  $m_x$ , дисперсия  $D_x$ , коэффициент вариации  $v$ . Параметры, полученные для модели, были пересчитаны на натуру. Средние значения результатов обработки соответственно для базового рабочего органа, рабочего органа с ограничивающей зону рыхления балкой и рабочего органа с рыхлящими дисками, составило:  $m_x$ , кН – 23,4; 29,8; 26,93,  $D_x$ , кН<sup>2</sup> ,- 4,74; 7,49; 1,85,  $v$  - 0,097; 0,096; 0,063. Анализ полученных результатов позволил получить сравнительную оценку усилий для исследуемых моделей относительно рабочего органа без дополнительного оборудования, который был принят в качестве базового. Так, применение поперечной планки увеличивает тяговое усилие примерно на 18-28%, применение рыхлящих дисков увеличивает усилие на 9-13%. Большее увеличение тягового усилия с поперечной балкой можно объяснить образованием и перемещением перед планкой призмы волочения грунта.

Наибольшая дисперсия имела место для модели с поперечной планкой, и превышала дисперсию для базовой модели в 4 раза.

Для модели с рыхлящими дисками дисперсия была больше в 2,5 раза по сравнению с базовой моделью. Сравнительно большая дисперсия нагрузки для модели с поперечной планкой свидетельствует о значительных колебаниях тягового усилия.

По результатам измерений фракций разрыхлённого грунта были построены гистограммы распределений, определено среднее значение фракций, сделана оценка однородности размеров фракций. Сравнительный анализ гистограмм, показал, что содержание наиболее крупных фракций наблюдалось в большей степени при рыхлении базовой моделью, т.е. без дополнительного оборудования. Наиболее равномерное и мелкое рыхление происходило при работе рыхлителя с поперечной балкой. Модель с рыхлящими дисками показала промежуточные результаты, но близкие к рыхлителю с поперечной балкой. Из гистограмм видно, что при рыхлении моделями с дополнительным оборудованием не наблюдалось крупных фракций грунта размером от 80 до 120 мм, а фракций размером от 60 до 80 мм было всего от 2 до 4% от общего количества. В полосе разрыхлённого грунта преобладали фракции размером до 60 мм, что составляло 95,5-97,7% от общего числа, что показывает удовлетворительную однородность разрыхлённого грунта. Кроме этого, экспериментальным путем были найдены положение оси рыхлящих дисков относительно поверхности разрыхлённого грунта, боковых стоек, а также их количество. Расстояние от задней поверхности боковых стоек составило примерно  $1,65 h_{\text{рыхл}}$ , где  $h_{\text{рыхл}}$  - глубина рыхления, число рыхлящих дисков следует рекомендовать 5.

Таким образом, при испытании рабочего органа без дополнительного оборудования наблюдалось наименьшее усилие, при наличии большого количества крупных фракций разрыхлённого грунта. Дополнительное оборудование позволило обеспечить однородность агрегатов почвы, полностью исключить фракции грунта поперечным размером 80-100 мм, а фракций размером 60-80 мм было всего 2-4%. Тяговое усилие с применением рыхлящих дисков увеличивается на 14-15%, а с планкой на 26-27% по сравнению с базовой моделью. Измельчение грунта в большей степени наблюдалось при работе модели с 5-ю дисками. Для модели с 4-мя дисками наблюдалось появление более крупных фракций при

некотором уменьшении фракций меньшего размера. Тяговое усилие для модели рабочего органа с 5-ю дисками оказалось больше, примерно, на 6-8%, чем у модели с 4-мя дисками. Для практического использования можно рекомендовать в первом приближении рыхлящие диски в качестве дополнительного рабочего оборудования для достижения более однородной структуры почвы и исключения наиболее крупных агрегатов.

### **Библиографический список**

1. Кизяев Б.М., Маммаев З.М., Першина О.Ф. Агромелиоративные мероприятия на минеральных переувлажнённых землях. – М.: ВНИИА, 2013. – 140 с.
2. Казаков В. С. Глубокие рыхлители тяжелых почв. Осушение тяжелых почв / под. ред. Б. С. Маслова. – М.: Колос, 1981. – С 202-2015.
3. Патент на изобретение № 2484610. «Объёмный мелиоративный рыхлитель». А.А. Макаров, Ю. П. Леонтьев. Опубликовано 20.06.2013, бюл. № 17.
4. Патент на полезную модель № 136673. Объёмный мелиоративный рыхлитель с дополнительным оборудованием. Ю.Г. Ревин, Ю.П. Леонтьев, А.А. Макаров. Опубликовано 20.01.2014, бюл. № 2.

**Abstract.** *The article presents the comparative results of experimental studies of the working body volume Ripper with various additional equipment for loosening large fractions of the soil.*

**Keywords:** *softening, deep ripping, Ripper passive actions with V-shaped working body, experimental studies, physical modeling, traction, size fractions of soil.*

## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА РЫХЛИТЕЛЯ НА ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТА РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ**

**Ю. П. Леонтьев, А.А. Макаров**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований рабочего органа объемного рыхлителя на грунте с разной влажностью.*

***Ключевые слова:** деформация, блокированное резание, спелость, влажность, экспериментальные исследования, фракции грунта, тяговое усилие.*

Изучение закономерностей физических процессов, происходящих при воздействии пассивного рабочего органа объемного рыхлителя для глубокого рыхления на грунт, является довольно сложной задачей в основном из-за неоднородности грунта и изменчивости его механических характеристик в зависимости от различных факторов. Из большого разнообразия расчётных моделей почв наибольшее распространение в научных исследованиях получила модель сплошной среды. В этом случае любой объём, выделенный из массива, имеет такие же физико-механические свойства, как и вся среда. Элементарные объёмы равномерно заполняют рассматриваемое пространство, образуя однородный по плотности массив.

Интенсивность рыхления и перемещения грунта во многом определяются параметрами и конструкцией рабочего органа. Существенно влияют на этот процесс величины углов резания лемеха и боковых стоек. Очевидно, что с увеличением углов резания интенсивность воздействия рабочего органа на массив грунта возрастает. При этом увеличиваются затраты энергии на рыхление и перемещение его в пространстве.

Перемещение всего массива грунта состоит из движений элементарных объемов. Однако практически каждый элементарный объем перемещается по собственной траектории. Траектории отличаются между собой формой и протяженностью.

Изменяя параметры движения элементарных объёмов, можно влиять на значения и направление действия элементарных сил сопротивления рыхлению, и в конечном итоге на реакцию грунта. При анализе процесса рыхления можно использовать в общем виде математическую модель, отображающую движение элементарных частиц грунта.

Экспериментальные исследования моделей рабочих органов, проведенные ранее авторами, позволили получить фактические данные о характере перемещения грунта в процессе глубокого рыхления. Установлено, что верхние слои грунта вначале перемещаются в направлении движения перед рабочим органом, затем поднимаются вверх между боковыми режущими стойками, а затем опускаются вниз, располагаясь относительно ровным слоем. Получены численные значения этих перемещений [1].

Особенностью грунтов является то, что характер и величина деформации зависят не только от типа и параметров рабочих органов, но и от физико-механических свойств обрабатываемой среды (структура, влажность, механический состав). Под воздействием одного типа рабочего органа грунт в различных состояниях будет по-разному деформироваться. Сжатие грунта при блокированном резании происходит в условиях невозможности бокового расширения, и грунт оказывает давление на боковые стенки массива. Влажность почвы является одним из основных факторов, влияющих на процесс деформации, тяговое сопротивление рыхлению и качество разрыхления. Интервал спелости (наиболее благоприятный интервал влажности почвы обеспечивающий наилучшее разрыхление при минимальных значениях тягового усилия) зависит от типа грунта, скорости движения и конструкции рабочего органа, а для суглинистых и супесчаных почв он располагается в довольно широких пределах 12-21% массы абсолютно сухой почвы [2]. Поэтому определение оптимальных границ влажности для работы объемного рыхлителя представляет особый интерес.

С целью определения влияния влажности на тяговое усилие и процесс рыхления были проведены экспериментальные исследования с моделью рабочего органа объемного мелиоративного рыхлителя 1:4. Исследования проводились на грунтовом канале, оборудованным перемещающейся тележкой с установленной на ней моделью рабочего органа объемного рыхлителя. Глубина рыхления составляла 17 см, что соответствует 64 см в натуре; трудность разработки – 4 удара ударника ДОРНИИ; влажность менялась от 6 до 22% массы абсолютно сухой почвы. От 6% увлажнения проводилось 6 раз до 22% одинаковым количеством воды при этом влажность составляла 7,0%; 8,7%; 9,4%; 16,3%; 21,7%. В процессе экспериментов измерялось тяговое усилие при помощи тензометрических датчиков сигнал от которых через усилитель поступал на ЭВМ, где происходила запись значений тягового сопротивления. Также измерялись поперечные размеры фракций грунта в верхнем слое 10 см. Каждый опыт повторялся не менее 5 раз

Обработка полученных результатов проводилась в математическом пакете Mathcad и Microsoft Excel. Для каждого опыта были получены средние значения усилий, дисперсия, коэффициент вариации, корреляционная функция, а также средние значения размеров фракций почвы, значения однородности разрыхления, построены гистограммы распределения фракций грунта по размерам. Были построены зависимости тягового усилия и дисперсии от влажности, зависимости размеров фракций от влажности.

Полученная зависимость тягового усилия показала, что при увеличении влажности от 6 до 16% тяговое усилие увеличивается от 24 до 32 кН, а при влажности от 16 до 22% наблюдалось уменьшение от 32 до 29 кН. Увеличение усилия можно объяснить возрастанием уплотнения грунта между стойками рыхлителя по мере увеличения влажности, а уменьшение - потерей связности частиц более влажного грунта и уменьшением трения между рабочим органом и грунтом.

Таким образом, экспериментальные исследования в целом подтвердили зависимость тягового усилия и состав разрыхленного грунта от влажности грунта. Полученная зависимость тягового усилия показала, что при увеличении влажности от 6 до 16% тяговое усилие увеличивается от 24 до 32 кН, а при влажности от 16 до

22% уменьшается от 32 до 29 кН. Увеличение усилия можно объяснить возрастанием уплотнения грунта между стойками рыхлителя, а уменьшение потерей связности частиц более влажного грунта и уменьшением трения между рабочим органом и грунтом. Наличие мелких фракций в грунте увеличивается с уменьшением влажности и уменьшается с увеличением влажности. Результаты исследований позволили определить, что наиболее рациональный диапазон влажности, при которой наблюдается преобладание более однородной структуры грунта и состав разрыхленного грунта по фракциям составляет от 6 до 10-12%.

### **Библиографический список.**

1. Леонтьев Ю. П., Макаров А.А. Физические основы рыхления грунта и расчет тягового усилия объемного рыхлителя // Природообустройство, 2011, № 5. – С. 87-92.
2. Ермоленков В.В., Никончик П.И. и др. Земледелие. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.

**Abstract.** *In the article the results of experimental studies of the working body volume Ripper on the ground with different humidity.*

**Keywords:** *deformation, blocked cutting, ripeness, humidity, experimental studies, the soil fractions traction.*

УДК 338.439

## **ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ И СТЕПЕНИ РАЗРЫХЛЕНИЯ ГРУНТА НЕНАРУШЕННОЙ СТРУКТУРЫ РАБОЧИМ ОРГАНОМ РЫХЛИТЕЛЯ**

**Ю.П. Леонтьев, А.А. Макаров**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В статье приведены результаты экспериментальных исследований рабочего органа объемного рыхлителя на грунте ненарушенной структуры.*

**Ключевые слова:** механическая обработка почвы, глубокое мелиоративное рыхление, грунт ненарушенной структуры, крошение, экспериментальные исследования, энергоемкость, плотность грунта.

Большая часть сельхозугодий (свыше 80%) подверженная водной эрозии (т. н. зона осушения) сосредоточена в Нечерноземной зоне России. В данном природном регионе преобладают слабОВОдопроницаемые почвы с различными суглинистыми и глинистыми покровными породами, по отношению к механической обработке так называемые почвы тяжелого механического состава. Коэффициент фильтрации таких почв  $K_{\phi}$  не превышает 0,1...0,01 м/сутки. За счет водной эрозии на пашне плодородие снизилось на 30-60% [1].

Кроме того, по данным ГНУ ВНИИГиМ, за последние 12 лет общие посевные площади сельскохозяйственных угодий сократились на 33,2 млн га.

Обследования и анализ состояния мелиорируемых земель в Центральном, Северо-Западном, Волго-Вятском и Уральском районах показывают, что ежегодно по причине их вторичного зарастания из использования выбывает 1,5-2,0% сельхозугодий. За последние 20 лет в этих районах выбыло из использования 17 млн. га пастбищ и пашни [1]. В настоящее время по данным Россельхозакадемии из общей площади сельскохозяйственных угодий 152 млн га нуждаются в коренном улучшении.

Существует проблема вторичного уплотнения почв, в результате многократного воздействия движителей ходовых систем сельскохозяйственных и мелиоративных машин на почву (10-12 раз за сезон), в результате чего образуется уплотненный подпахотный горизонт на глубине 25-50 см, который приводит к снижению коэффициентов фильтрации и воздухопроницаемости в 5-15 раз [1].

Глубокое мелиоративное рыхление и крошение является одним из важнейших составных элементов комплекса специальных агро-мелиоративных мероприятий, направленных на улучшение структурного состояния, плотности и водопроницаемости тяжелых почв, выполняемое на суглинистых и глинистых почвах,  $K_{\phi}$  подпахотных горизонтов, которых в естественном состоянии в слое 30-80 см менее 0,3 м/сутки [2].

Рыхлители пассивного действия с V-образной формой рабочего органа позволяют за один проход осуществлять рыхление всего объёма грунта по ширине захвата без оборота пласта на глубину до 1,2 м. При большой производительности и простоте конструкции они требуют значительных тяговых усилий. Для совершенствования такого рабочего оборудования необходимо изучение их рабочего процесса.

Ранее авторами был выполнен комплекс экспериментальных исследований в лабораторных условиях на грунтовом канале с физическими моделями рабочих органов V-образных и других рыхлителей по изучению влияния параметров и формы боковых стоек объемного рыхлителя на рабочий процесс. В результате анализа результатов экспериментов были выявлены наиболее оптимальные значения параметров и форма боковых стоек рабочего органа рыхлителя [3, 4].

Поскольку экспериментальные исследования проводились на грунтах нарушенной структуры, возникла необходимость проведения полевых испытаний с целью уточнения ранее полученных результатов лабораторных исследований на грунтовом канале и исследования характера процесса рыхления на грунтах естественного сложения.

Для этого была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для испытания рабочего органа рыхлителя, конструкция которого подобна лабораторной модели. Установка состоит из таких основных элементов, как рабочий орган, рама, дышло для сцепки с трактором, направляющие кронштейны для установки глубины рыхления и закрепления рабочего органа рыхлителя. Для подъема и опускания рабочего органа использовалась ручная лебедка, сзади на раме предусмотрено место установки ящика для балласта, необходимого для стабильной работы установки. Такие основные параметры рабочего органа как угол резания лемеха  $\alpha$ , угол резания стоек  $\beta$ , ширина лемеха были приняты на основе предыдущих исследований авторов, и составляли  $\alpha = 35^\circ$ ,  $\beta = 15^\circ$ . Боковые рыхлящие стойки сделаны в форме параболы типа:  $y=0,2 \cdot x^2$ .

В процессе испытаний проводилось измерение и регистрация тягового усилия тензометрическим методом. Для этого был использован датчик ES-1-3t и аналого-цифровой преобразователь ZET 210 Sigma USB с предварительным усилителем ZET 410, сигнал реги-

стрировался на компьютере. Измерительная аппаратура размещалась на прицепном устройстве.

При проведении экспериментов выбирались участки шириной 1,2 метра, длиной 7-10 метров, на которых *предварительно был снят дерновый слой толщиной 10-15 см.* Для заглубления рабочего органа отрывался прямок глубиной 50 см. *В качестве тягача для рабочего органа рыхлителя был использован трактор МТЗ-80.* Эксперименты проводились на пониженных передачах.

Исследования проводились на минеральных суглинисто-глинистых грунтах влажностью 11-13%. Плотность грунта, по данным измерений на разной глубине, увеличивалась от поверхности до глубины 0,5 м в пределах от 1,38-1,4 г /см<sup>3</sup> до 1,8-1,95 г /см<sup>3</sup>.

*Повторность опытов была не менее 7-10 раз, в процессе которых* измерялось тяговое усилие, а также оценивались показатели рабочего процесса: плотность грунта на разной глубине обработки; характер и величина распространения деформации  $L_{\text{расп. деф}}$  и подъем образующейся призмы грунта –  $h_1$  перед рабочим органом; подъем грунта относительно исходной поверхности  $h_2$  и размеры агрегатов грунта - а после прохода рабочего органа на поверхности и по глубине, рабочая скорость. По результатам измерений определялись удельная энергоёмкость процесса и удельный коэффициент сопротивления рыхлению.

По результатам наблюдений, замечено, что зона деформации перед рабочим органом имеет в плане форму кривой близкой к параболе, длинна распространения деформации в процессе рыхления составляла  $L_{\text{расп. деф}}$  - 38-40 см, что соизмеримо с глубиной обработки. Высота подъема грунта после рыхления составляла  $h_2$  – 20-25 см, что составляет 0,3-0,4 от глубины обработки, а подъем образующейся призмы грунта перед рабочим органом  $h_1$  – 30-32 см, что составляет 0,6-0,64 от глубины рыхления. Коэффициент разрыхления составлял 1,8-2,2.

Полученные результаты этих измерений во многом совпадают с аналогичными данными, полученными в лабораторных условиях.

Анализ распределения агрегатов грунта по фракциям показал, что после прохода рыхлителя по непаханой местности, в верхнем слое (15-20 см) размеры фракций грунта менее 50 мм составляли

45%, от 50 до 100 мм 28%, от 100 до 200 мм – 20%, свыше 200 – 7%. Средний размер агрегатов составлял  $a_{cp} = 8-10$  см, а на глубине 30-50 см  $a_{cp} = 3,5-4,0$  см.

Для оценки однородности и степени разрыхления грунта по глубине, определялась плотность грунта до прохода и после прохода рыхлителя в слоях 10, 20, 30, 40 см. Анализ полученных данных показал, что средняя плотность грунта после прохода рабочего органа, в верхнем слое от поверхности (10-20 см) составляла 1,3 г/см<sup>3</sup>, а на глубине 30-40 см – 1,35 г/см<sup>3</sup>, что говорит о равномерности рыхления по всей глубине.

Рыхление проводилось по полосам. Результаты обработки записей тягового усилия позволили определить средние значения тяговых усилий  $m_x$  – 12-13,5 кН, коэффициент удельного сопротивления рыхлению  $K_{уд}$  – 65-68 кН/м<sup>2</sup>, удельная энергоёмкость составляла 0,14-0,16 кВт·ч/м<sup>3</sup>. Необходимо отметить, что коэффициенты удельного сопротивления рыхлению для лабораторных и полевых условий соизмеримы.

Полевые испытания объемного рыхлителя в целом показали, что процессы деформации и рыхления грунта во многом имеют схожий характер с аналогичными процессами при лабораторных исследованиях.

Таким образом, регистрация тягового усилия при рыхлении позволила определить коэффициент удельного сопротивления рыхлению  $K_{уд} = 67$  кН/м<sup>2</sup>, энергоёмкость процесса 0,15 кВт·ч/м<sup>3</sup>, которые могут быть использованы для оценки тягового сопротивления рыхлителей при выполнении практических расчетов. Однородность размеров агрегатов по глубине рыхления и на поверхности составляла  $b_{cp} = 4,67$ , а коэффициент разрыхления  $K_p = 1,8-2,2$  что можно считать достаточно приемлемым результатом. Плотность грунта после прохода по глубине рыхления практически была одинаковой, и составляла 1,3-1,35 г/см<sup>3</sup>, что свидетельствует об однородном разрыхлении по обрабатываемому профилю. Статистическое распределение агрегатов грунта по фракциям показало, что большую часть – 73% составляют агрегаты от 10 до 100 мм, что является вполне приемлемым.

### Библиографический список

1. Кизяев Б.М., Маммаев З.М., Першина О.Ф. Агромелиоративные мероприятия на минеральных переувлажнённых землях. – М.: ВНИИА, 2013. – 140 с.
2. Рекомендации по проектированию и выполнению строительных работ по глубокому мелиоративному рыхлению почв Нечерноземной зоны РСФСР / Под ред. Ф. Р. Зайдельмана. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 62 с.
3. Леонтьев Ю. П. Макаров А.А. Влияние параметров мелиоративного рыхлителя на рабочий процесс // Природообустройство, 2013, № 2. – С. 83-89.
4. Леонтьев Ю. П. Макаров А.А. Экспериментальные исследования моделей рабочих органов глубокорыхлителей с различной конструкцией боковых стоек // Природообустройство, 2013, № 3. – С. 86-93.

**Abstract.** *In article results of pilot studies of working body of the volume ripper are given in soil of undisturbed structure.*

**Keywords:** *machining of the soil, deep meliorative loosening, soil of undisturbed structure, dyeing, pilot studies, power consumption, soil density.*

УДК 626.823.913

## ПРИМЕНЕНИЕ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

*Н.Б. Мартынова*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *С течением времени река меняет русло, изменяется расход воды и скорость течения. Со временем создаются зоны размыва и заиления. В местах подводных переходов магистральных нефте- и газопроводов могут возникнуть зоны оголения и провисания трубы. Применение габрионных конструкций для защиты грун-*

*та от размывания надежно укрепит русло реки и органически впишется в окружающий ландшафт.*

**Ключевые слова:** габион, подводный переход, нефтепровод, газопровод.

Русла рек, построенных в грунте, подвержены свободным деформациям, проявляющимся в формировании устойчивых форм и размеров. На устойчивость откосов оказывают влияние как состав грунта с его физико-механическими свойствами, так и поток, а также компрессионные свойства грунта. В этой связи работы по укреплению берегов рек, озер и мостовых переходов необходимы для правильного функционирования гидротехнических и иных хозяйственных сооружений.

Подводные переходы магистральных нефте- и газопроводов играют важную роль в транспортировке углеводородного сырья. В процессе эксплуатации подводных переходов оказывают воздействие русловые процессы, вызывающих оголение и провисание труб с последующими авариями. Количество последних исчисляется десятками в год, а ущерб измеряется сотнями миллионов рублей.

На ликвидацию аварийных состояний подводных переходов ОАО «Газпром» затрачивает более 1 млрд. рублей. Производится засыпка оголенных частей трубопроводов крупнообломочным материалом и песком. Эффективность такой защиты от размыва подводных переходов остается очень низкой: после прохождения половодья начинается размыв соседних участков трубопроводов вследствие сужения русла.

Защита трубопроводов осуществляется с помощью укладки мешков с цементно-песчаной смесью, дополнительного заглубления трубопровода методом подсадки, засыпки трубопровода песчано-гравийными грунтами и камнем.

Для предотвращения негативных русловых деформаций в комплекс защиты подводных переходов трубопроводов включаются специальные сооружения, возводимые из грунта. Эти специальные сооружения приводят русло к прямолинейной форме, обеспечивают равномерное распределение глубин и скоростей течения.

Уравнение баланса наносов в конечных приращениях для условий плоской задачи ( $B = \text{Const}$ ) имеет следующий вид:

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma_n} \Delta t = B \Delta \ell \Delta Z$$

где:  $P_1$  и  $P_2$  – расход наносов в начальном и конечном створах расчетного участка, длиной  $\Delta \ell$ , кг/с;  $\gamma_n$  – объемный вес наносов, кг/м<sup>3</sup>,  $B$  – ширина русла,  $\Delta Z$  – величина понижения уровня воды.

Деформации определяют последовательно от сечения к сечению для отдельных интервалов времени, в течение которых ширина реки, расходы и уровни воды остаются постоянными. В качестве примера рассмотрим русло реки Обь в районе подводного перехода магистрального газопровода Уренгой-Сургут-Челябинск.

В процессе эксплуатации произошло перераспределение крупных и мелких фракций грунта по участку. Анализ относительных количеств крупных  $d > 0,25$  мм и мелких  $d < 0,25$  мм у правого и левого берегов протоки свидетельствует, что в результате размыва берегов начинает расти процент крупных фракций грунта. Так, отношение суммы процентных содержаний фракций ( $d = 0,1 - 0,25$  мм) у правого берега к такой же сумме у левого берега оказалось равным 11,2. Для мелких фракций (0,25-0,1 мм и менее) это отношение находилось в пределах 0,5-0,8, что указывает на размыв правого берега.

При креплении берегов дерном и многолетними травами корневая система скрепляет грунт, увеличивает устойчивость к размыву и механическую прочность поверхностного слоя откоса. Недостатки – плохо работают на несвязных грунтах, а также высокая трудоемкость, низкий уровень механизации при укладке дерна.

Крепление берегов гравием, камнем, бетонными и железобетонными плитами применяется при строительстве каналов с большими уклонами. Недостатки: высокая стоимость, ограничение применения в слабосвязных грунтах из-за проблем проходимости строительной техники.

Одним из перспективных направлений в технологии крепления дна и берегов рек является габионное крепление. Габион представляет собой ящик, сделанный из сетки двойного кручения и заполненный камнями. Среди преимуществ технологии крепления габионами следует отнести простоту конструкции, невысокую стоимость. Габионная кладка обладает высокой прочностью, гибкостью, устойчивостью к климатическим условиям, хорошими филь-

традиционными способностями. По прошествии 10-15 лет габионные сооружения зарастают травой и становятся частью окружающего ландшафта. Сдерживающим фактором более широкому распространению технологии крепления дна и откосов каналов габионами является низкая механизация работ по строительству и укладке габионных ящиков. Однако, процесс укладки габионных ящиков можно механизировать, осуществляя сборку ящиков непосредственно на месте укладки. Описываемая технология для укладки габионной ленты может быть использована в берегоукреплении русел рек, в том числе на подводных переходах магистральных трубопроводов.

В качестве базовой машины выбран паром понтонный ППЭ-120, состоящий из четырёх понтонов, грузоподъёмностью 120 т. В средней части судна установлен роликовый конвейер, состоящий из двух рядов роликов, установленных на специальной раме. Длина ролика составляет 1,2 м. В передней части конвейер горизонтальный, далее следует наклонный под углом  $5^\circ$  участок, несколько секций – приводные (приводятся от электродвигателя при помощи конической передачи), последние секции предназначены для плавного спуска габионной ленты в воду. Проволочная сетка доставляется на судно, затем устанавливается на конвейер и далее осуществляется сборка габионной ленты. Сетка шириной 1 м сгибается пополам вдоль её длины, следующая сетка также сгибается пополам вдоль её длины и по дну сшивается проволокой диаметром 2 мм. Образуется короб шириной 1 м и высотой 0,5 м, сшитый по дну. Между двумя такими коробами к нижней части пристыковывается ещё одно полотно сетки шириной 1 м. Затем сетку разделяют пополам и готовят поперечные мембраны, привязывая их ко дну и бокам проволокой. Так получается габионная лента, состоящая по ширине из трёх коробов. Технология предусматривает заполнение габионов камнями. На судне предусмотрена установка экскаватора, который оборудован грейферным ковшом. Экскаватор загружает на судно камни, предназначенные для заполнения габионов, с берега или с другого плавсредства. Экскаватор также производит выгрузку камней в специальный бункер, расположенный над конвейером. Бункер представляет собой стальной сваренный короб, в нижней части которого имеются три выходных отверстия, снабженные специальной заслонкой, которая управляется

с помощью гидроцилиндра. Камни выгружаются из бункера в ячейки габионной ленты. За бункером над конвейером установлен барабан с намотанной на него габионной сеткой. Сетка устанавливается на торцевую часть габионной ленты и скрепляется проволокой диаметром 2 мм. Далее габионная лента при помощи приводных роликов конвейера погружается в воду. К месту укладки габионную ленту подтягивают при помощи канатов лебёдкой, установленной на берегу. Точность укладки габионной ленты достигается с помощью специальных створов, установленных по ходу движения судна.

Использование описанной технологии позволит получить сооружение, укрепляющее дно и берега рек, обладающее необходимой прочностью и удачно вписывающееся в окружающий ландшафт.

Технология берегоукрепительных работ с использованием габионных конструкций была использована при проектировании капитального ремонта подводного перехода магистрального газопровода через р. Кама.

Таким образом, русловые процессы могут создать аварийную ситуацию на подводных переходах магистральных нефте- и газопроводов. Для укрепления русла предлагается применение габионной конструкции. Это позволит надежно защитить трубопровод от оголения и провисания и органически впишется в окружающий ландшафт.

### **Библиографический список**

1. Иванов И.А., Медведев С.С. Габионы в мелиорации и дорожном строительстве. – Улан-Уде, 2005. – 143 с.
2. Алтунин В.С. Мелиоративные каналы в земляных руслах. – М., 1979. – 255 с.
3. Ибад-заде Ю.А. Транспортирование воды в открытых каналах. – М., Строиздат, 1983. – 270 с.

***Abstract.** Over time, the river changes direction, changes the water flow and velocity. Over time, creates zones of erosion and sedimentation. In areas of underwater crossings of trunk oil and gas pipelines may experience areas of an exposed and sagging of pipe. The use of gabion structures to protect the soil from erosion securely strengthen the riverbed and organically fit into the surrounding landscape.*

**Keywords:** gabion, underwater crossing, the pipeline, the gas pipeline.

УДК 631.12

## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МАШИН ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗОВ

**А.С. Матвеев**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена оценке надежности машин природообустройства при их эксплуатации в различных условиях. Оценка проведена на основе отказов машин.*

**Ключевые слова:** *надежность машин, эксплуатация машин природообустройства, математическая модель.*

Расчетные зависимости для определения основных характеристик надежности системы показывают, что надежность системы зависит от ее структуры и надежности элементов.

Поэтому для сложных систем возможны два пути повышения их надежности:

1. повышение надежности элементов системы,
2. изменение структурной схемы системы.

Повышение надежности элементов, составляющих машин природообустройства, на первый взгляд представляется наиболее простым приемом повышения надежности. Действительно, теоретически всегда можно указать такие характеристики надежности элементов, чтобы вероятность безотказной работы системы удовлетворяла заданным требованиям.

В настоящее время существует множество подходов при решении вопросов выбора формы организации и исполнителя работ по техническому сервису. Набирающая популярность форма реализации техники через дилеров заводов – изготовителей, предла-

гает использование фирменной системы сервисных отношений. Выбрать этот сервис или сохранить существующий можно при построении математической модели и анализе полученных таким образом результатов.

Для достижения поставленных целей исследования предлагается математическая модель, имитирующая различные формы отношений между дилером и владельцем техники. При этом объектом исследований выступает изменение состояния машин природообустройства в процессе эксплуатации с различными исполнителями видов технического обслуживания и ремонта.

В ходе модельных расчётов предполагается сравнивать варианты обслуживания с различными исполнителями видов технического обслуживания и ремонта. Модель позволяет имитировать различные варианты реализации техники, выделяя лучшие из них, учитывая уровень технического сервиса владельца техники. Модель, построенная по такой схеме, является инструментом, с помощью которого можно, при различных условиях, определить самый подходящий для владельца техники вариант обслуживания с соответствующим его уровню технического сервиса распределением работ по техническому обслуживанию и ремонту [1].

В модели имитируется процесс использования техники в различных условиях эксплуатации. Моделирующая система включает в себя предприятия, занимающиеся эксплуатацией данной техники, а так же предприятия – дилеры, реализующие и обслуживающие её. Каждому предприятию соответствуют определенные характеристики, например опыт эксплуатации имеющихся машин, наличие ремонтной базы и кадров высокой квалификации.

В результате изучения проблемы было выделено три типа предприятий:

- первого типа – имеют хорошо развитую ремонтную базу и высококвалифицированные кадры;
- второго типа – слабо развитая ремонтная база и отсутствие высококвалифицированных кадров;
- третьего типа – имеют среднеразвитую ремонтную базу и кадры средней квалификации, есть возможность выполнения несложных работ по техническому обслуживанию и мелкому ремонту.

Модель имитирует прохождение машиной следующих этапов жизненного цикла:

1. доставки, наладки и регулировки;
2. эксплуатации с проведением соответствующих работ по техническому сервису.

Для практических расчётов необходима имитационная модель, которая, будет решать следующие задачи:

- расчет разового платежа;
- выбор оптимального варианта распределения исполнителей с учётом важности различных факторов.

В процессе реальной эксплуатации техники отказы возникают всегда с различной частотой. При этом у машины, обслуживаемой более качественно, они будут происходить реже, чем у машины, обслуживаемой с меньшим качеством.

Имеются векторы отказов при различном распределении видов технического сервиса. Отказы происходят с различной частотой, чем качественнее обслуживание, тем реже отказы, при этом наличие отказа в течение одного такта моделирования обозначается 1, отсутствие 0. Пусть неисправность А возникает с вероятностью Р. при этом вероятность Р(А) совпадает с вероятностью  $P(x_i < p)$ , где  $X_i$  - некоторая случайная, расчетная вероятность поломки в момент t из равномерной последовательности (0,1), имеем:

$$P(A) = P(x_i > p) = p \quad (1)$$

Наличию неисправности А соответствуют все события с вероятностью

$$X_i > p \quad (2)$$

Таким образом если  $x_i > p$ , то поломка произошла, значение функции 1, требуется проведение соответствующих ремонтных работ,  $X_i < p$  означает отсутствие поломки, значение функции равно 0, или

$$P(A) = P(x_i > p) = 1 \quad (3)$$

$$P(A) = P(x_i < p) = 0 \quad (4)$$

Для определения остаточного ресурса можно использовать метод учета издержек на эксплуатацию [14, 77, 78], поскольку он позволяет учитывать влияние на процесс эффективной эксплуатации различных факторов и условий, таких как изменение стоимости

запасных частей, горюче-смазочных материалов (ГСМ), транспортные расходы, стоимость рабочей силы и т.д. Необходимо ввести корректировку, учитывающую рост издержек на плановые работы по техническому сервису в виде коэффициента  $K_p$ , и показатель оптимальных предельных издержек до ремонта  $G_{\text{п}}^{\text{опт}}$  заменить согласно рекомендациям на  $\Pi_M$ , в результате получим следующую формулу:

$$t_{\text{осм}} = t_{\text{к}} \cdot \left[ \left( \frac{\Pi_M - K_p * C_{\text{пл}}}{[C_{\text{мк}} - K_p * C_{\text{пл}}] * (\alpha - 1)} \right)^{\alpha - 1} - 1 \right] \quad (5)$$

где  $\Pi_M$  – стоимость машины, руб.;

$K_p$  – коэффициент роста затрат на ТО и ремонт с увеличением наработки;

$\alpha$  – показатель функции увеличения издержек на техническое обслуживание и ремонт;

$t_{\text{к}}$  – наработка на момент контроля, мото-час;

$C_{\text{тк}}$  – значение суммарных издержек на техническое обслуживание и ремонт в момент окончания срока контракта (руб).

$$C_{\text{мк}} = N_{\text{ето}} C_{\text{ето}} + N_{\text{ТО-1}} C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} C_{\text{ТО-2}} + N_{\text{Хр}} C_{\text{Хр}} \quad (6)$$

где  $C_{\text{пл}}$  – значение постоянных суммарных издержек на техническое обслуживание и ремонт (руб).

$$C_{\text{пл}} = N_{\text{ето}} C_{\text{ето}} + N_{\text{ТО-1}} C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} C_{\text{ТО-2}} + N_{\text{Хр}} C_{\text{Хр}} \quad (7)$$

где  $K_p$  – коэффициент роста затрат на ТОР с увеличением наработки.

Для учета работы машины, количества плановых воздействий по техническому сервису (ЕТО, ТО-1, ТО-2) необходимо применить такой метод, который удовлетворяет следующим требованиям [2]:

- полностью отражает объем выполненной работы, т.к. учитывает работу энергетической машины на всех режимах;
- изменяется вследствие уменьшения или увеличения износа сопряжения;
- может служить основой периодичности обслуживания;
- приемлем для оценки использования любой энергетической машины.

## Библиографический список

1. Матвеев, А. С. Применение имитационной модели для эффективного использования различных видов технического сервиса // Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования и развития экосистем: Сб. материалов международной научно-практической конференции. Ч. 2. / Под ред. А. С. Матвеев – М.: МГУП, 2006 – С. 236-240.
2. Сборник нормативных актов по вопросам лизинговой деятельности в АПК. – М.: Информагробизнес, 1995. – 96 с.

**Abstract.** Article is devoted to assessing the reliability of environmental engineering during their operation in various conditions. Evaluation had been based on failures of machines.

**Keywords:** reliability, operation of machines of environmental engineering, mathematical model.

УДК 631.12

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАШИН И ИХ ПАСПОРТИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

*А.И. Новиченко, В.И. Горностаев  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы создания базы данных информационной системы на основе имитационной модели для оптимизации технологического парка машин, используемых в мелиоративном строительстве.

**Ключевые слова:** оптимизация парка машин, имитационное моделирование, информационная система, эксплуатационно-технологические свойства машин, паспортизация машин, информационные технологии.

Эмбарго на импорт некоторых видов сельхозпродукции может оказать существенное влияние на экономическую политику в области продовольственной безопасности Российской Федерации. В первую очередь, для исправления сложившейся ситуации необходимо увеличение посевных площадей, что подразумевает окультуривание новых территорий и реконструкцию старых.

Для повышения качества и увеличения объема урожая в России уже несколько лет используются инновационные технологии, такие как точное земледелие и космический мониторинг. Использование данных информационных систем, безусловно, позволяет более эффективно использовать посевные площади и исследовать новые места для окультуривания. Но, к сожалению, обе системы узконаправленны и делают акцент на почву и окружающую среду. В связи с этим было принято решение создать информационную систему, учитывающую эксплуатационно-технологические свойства машин и позволяющую оценить затраты или сроки выполнения работы.

Информационная система – это результат взаимодействия двух модулей, где одним является хранилище данных, а вторым математический аппарат, позволяющий использовать данные из хранилища для оценки, расчета и планирования результата исследования.

Используя, имеющиеся разработки в области мелиоративного строительства предложен метод создания информационной системы по аналогии с приведенным выше. В первую очередь, модуль расчета представляет собой имитационную модель, которая включает в себя описание условий эксплуатации техники, количество машин и операций, определяет необходимость технического обслуживания машин и имеет ряд статистических данных, на основе которых определяется вероятность отказа и необходимость диагностирования машины.

Хранилище данных представляет собой огромный массив информации по технологическому составу машин, включая внешний вид, основные технические характеристики, стоимость аренды и покупки, и краткое описание от фирмы-изготовителя. Для обработки и использования информации внедрена система паспортизации машин, которая присваивает шифр каждой единице техники в базе и соответственно путь к ячейкам информации, описывающим дан-

ную машину или оборудование. Помимо этого паспортизация позволяет создавать машины комплекса уже с известной наработкой и показателями надежности при наличии статистических данных. Таким образом, паспортизация позволяет создавать машины одного марочного состава и года выпуска, но с разными показателями надежности, тем самым позволяя оценить эффективность использования машины в составе комплекса.

Для взаимодействия двух модулей и удобного использования, разрабатываемой информационной системы создан интернет-портал, который можно использовать не только для комплектования комплекса машин, но и как учебный материал для студентов ВУЗов и колледжей. На портале необходима обязательная регистрация с предоставлением прав доступа к контенту. Подразумевается расширение базы данных за счет, как пользователей, так и разработчиков. К дополнительным возможностям портала относится набор таблиц для расчетов показателей машин и строительно-мелиоративным операциям, расчет тяговых характеристик, статистический расчет и др. Планируется расширение модуля имитационной модели, увеличение количества рассматриваемых операций и создание мини-проектов для организаций на основании выбранного критерия оптимизации.

Предложенная информационная система обладает рядом преимуществ. Во-первых, при помощи паспортизации машин можно производить сравнение комплексов или спланировать аренду техники при регламентированном финансировании, так как известны сроки проведения работ. Во-вторых, имеется возможность модернизации информационной системы в режиме мониторинга, что позволит её использовать совместно с другими информационными системами, тем самым дополняя точность производимых работ. В-третьих, простой интерфейс информационного портала в большей степени снимает возрастной барьер между пользователем и информационной системой.

### **Библиографический список**

1. Новиченко А.И., Подхвятилин И.М., Горностаев В.И., Шкиленко А.В. Применение методов имитационного моделирования в механизации мелиоративного строительства. // Природообустройство, 2013, № 3. – С. 76-80.

2. Евграфов В.А., Новиченко А.И., Подхватилин И.М., Горностаев В.И., Шкиленко А.В. Применение методов имитационного моделирования при оптимизации состава технологических машин и комплексов // Образование. Наука. Научные кадры, 2013, № 3. – С. 136-141.

3. Евграфов В.А., Новиченко А.И., Подхватилин И.М., Горностаев В.И., Шкиленко А.В. Формирование технологического комплекса машин в мелиоративном строительстве с помощью имитационного моделирования // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки, 2013, № 3-4. – С. 44-50.

**Abstract.** *The article deals with creation the database information system based on a simulation model for the optimization technological complex used in meliorative construction.*

**Keywords:** *fleet optimization, simulation, information system, operational and technological properties of machines, system of certification machine, information technology.*

УДК 631.12

## **ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ**

**Б.Н. Орлов, В.А. Евграфов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В статье рассмотрены актуальные вопросы по оценке надежности машин и оборудования с учетом затрат при формировании технологических комплексов в природообустройстве.*

**Ключевые слова:** *надежность, технологические комплексы, машины и оборудование, природообустройство.*

Темпы списания и обновления технологических машин и оборудования природообустройства показывают, что в ближайшие

3 года не менее 65% всего объема механизированных работ предстоит выполнять техникой, оставшейся на сегодня у сельхозтоваропроизводителей.

Проведенные исследования затрат на ремонт показали, что в настоящее время 10% от всей выручки за произведенную сельскохозяйственную продукцию ежегодно затрачивается на поддержание машинно-тракторного парка в рабочем состоянии, причем идет их постоянный суммарный рост в расчете на одну списочную (физическую) машину. Таким образом, для поддержания машин в работоспособном состоянии на протяжении всего срока службы товаропроизводителями вкладываются крупные финансовые средства на ремонтно-обслуживающие воздействия [1].

В этой связи, основные задачи инженерной сферы по повышению качества ремонта и обеспечения работоспособности машин должны состоять в:

- повышении уровня технической готовности парка машин до уровня 0,95-0,98 (против 0,80-0,82 имеющихся) и достижении годовой выработки на эталонный трактор в основных сельскохозяйственных зонах до 700 эт.га (против имеющихся 400 эт.га);
- освоении ремонта машин в процессе диагностирования состояния агрегатов при жестком плано-предупредительном техобслуживании в процессе их эксплуатации;
- сокращении объемов списания машин.

При решении указанных выше задач важную роль играют методические подходы к планированию видов и объемов работ по ремонту новых машин, а также еще работающей старой техники [2].

Технологические комплексы машин и оборудования в природообустройстве, как объект построения системы ремонта и обслуживания, можно разделить на 3 группы машин:

- первая группа – машины старого поколения (более 6 лет эксплуатации);
- вторая группа – отечественные новые машины, выпускаемые в последнее время (до 6 лет эксплуатации);
- третья группа – импортная техника и отечественные машины новых марок.

С учетом приведенной группировки машин в общем парке долевые коэффициенты наличия техники по возрастному составу составляют:

- старые машины – 0,80-0,90
- новые машины – 0,15-0,20
- импортная техника – 0,05-0,10

Для первой группы машин действует адаптированная, сформированная в 80-е годы, система технического обслуживания и ремонта. На ее основе в последние годы техника, с почти полностью выработанным ресурсом, поддерживается частыми ремонтами в основном в условиях мастерских самих сельхозоваропроизводителей. Для этой группы машин предусмотрен и выполняется капитальный ремонт и ремонт с модернизацией.

Вторая группа – это отечественные новые машины (включая производство заводов Белоруссии и Украины). Для этой, более энергонасыщенной техники, в действующей системе обслуживания и ремонта должны быть скорректированы нормативы обслуживания и ремонта, при этом сложные узлы и агрегаты необходимо ремонтировать на специализированных предприятиях. По данной группе машин должна корректироваться необходимая нормативная документация.

И, наконец, третья группа – «Импортные машины» - с новыми свойствами по надежности и долговечности, а следовательно, и с новыми подходами к техническому сервису. Анализ технической документации фирм-поставщиков показывает, что и они на стадии проектирования закладывают затраты на обслуживание и устранение отказов выпускаемой ими техники.

Рассматривая особенности модернизации предприятий технического сервиса, необходимо учитывать инфраструктуру и взаимосвязь участников технического сервиса. Ранее, при оснащении сравнительно простыми машинами трактористы и мастера-наладчики были способны самостоятельно полностью обслужить и отремонтировать свою машину. В настоящее время, тракторист, работая на российской новой машине или импортной технике, не в состоянии устранить сложный отказ и, тем более, провести самостоятельно ремонт узлов и агрегатов. В связи с этим, в полной мере должна развиваться и эффективно работать сеть специализированных агре-

гаторемонтных предприятий, дилеров и технических центров, которые повысят надежность при формировании технологических комплексов машин и оборудования природообустройства.

Мировой опыт показывает, что в настоящее время сохраняется востребованность сохранения и модернизации на высокотехнологическом уровне агрегаторемонтных предприятий по двигателям, дизельной топливной аппаратуре, гидротрансмиссиям, турбокомпрессорам и другим, наиболее сложным узлам и агрегатам. Однако такие предприятия требуют оснащения их высокоточным оборудованием, оснасткой и нормативно-технической документацией. Главным здесь следует считать меры, связанные с участием иностранных фирм и отечественных заводов по повышению качества ремонта узлов и агрегатов, как основы повышения работоспособности и надежности отремонтированной машины, при формировании технологических комплексов машин и оборудования природообустройства.

### **Библиографический список**

1. Евграфов В.А., Орлов Б.Н., Апатенко А.С., Новиченко А.И., Орлов Н.Б. Учет надежности при формировании технологических комплексов машин и оборудования в природообустройстве. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 80 с.

2. Орлов Н.Б. Технологическое реформирование и модернизация по повышению технического уровня и надежности агрегатов машин и оборудования природообустройства. – М.: Изд-во ФГБОУ ВПО МГУП, 2012. – 218 с.

**Abstract.** *The article deals with topical issues in the assessment of the reliability of machines and equipment with cost accounting in the formation of technological systems in environmental engineering.*

**Keywords:** *reliability, technological systems, machinery and equipment, environmental engineering.*

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЪЕМНОГО РАЗУПЛОТНЕНИЯ ПОЧВО - ГРУНТОВ ВЕРТИКАЛЬНЫМ ФРЕЗЕРНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

*Н.А. Палкин*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В данной работе решалась задача теоретического обоснования параметров движения вертикального фрезерного рабочего органа объемного разуплотнителя при различных условиях выполнения технологического процесса разрушения переуплотненных почвогрунтов и возможных параметрах рабочего органа путем анализа результатов математической модели движения.*

***Ключевые слова:** разуплотнение почво-грунтов, фрезерно-шнековый разуплотнитель, модель движения, сопротивление разуплотняемого массива, скорость проходки, угловая скорость вращения, оптимизация режима разуплотнения, удельная энергоёмкость процесса.*

Для разуплотнения тяжелых по механическому составу и переуплотненных почво-грунтов и ликвидации «плужной подошвы» применяются стоечные и объемные мелиоративные рыхлительные орудия. Однако при выполнении работ существующими орудиями в разуплотняемом слое невозможно достичь однообразной мелкокомковатой структуры и требуется применение специальной техники, что приводит к дополнительным трудовым и материальным затратам.

С целью окончательного уточнения рациональных параметров навесного разуплотнителя с активным рабочим органом и дальнейшей разработки технологии его применения, а также сокращения затрат на лабораторные эксперименты, в данной работе разрабатывалась задача по созданию математической модели поступательного движения вертикального фрезерного рабочего органа для объемного разуплотнения почво-грунтов при различных параметрах рабочего органа и условиях выполнения полевых работ.

Принимая к сведению ранее полученные результаты по выбору и расчету параметров вертикального фрезерно-шнекового рабочего органа [5] и взяв за основу конструкцию и основы расчета винтового забурника, оснащенного шнековым транспортером, можно утверждать, что вертикальное перемещение почвогрунтовой массы по спиральям шнека оказывает значительное влияние на режим разуплотнения [3].

Используя принятую схему сил, действующих на разуплотняющий рабочий орган (рис.), рассмотрим систему дифференциальных уравнений движения разуплотнительного фрезерного рабочего органа, оснащенного шнековым транспортером-разрыхлителем, с целью установления закономерностей нагружения инструмента в процессе разуплотнения почвогрунтового массива.

Интегрирование дифференциальных уравнений движения (1) позволяет установить основные закономерности, характеризующие режим рабочего процесса, влияние физико-механических свойств почво-грунта и конструктивных характеристик фрезерного рабочего органа на основные параметры разуплотнения почвогрунтов. Однако эта система уравнений достоверно описывает работу разуплотняющего рабочего органа при небольшой мощности разуплотняемого слоя почво-грунта (до 0,5 м). При больших толщинах разуплотняемого слоя необходимо учитывать возрастание сопротивления разуплотняемого массива разрушению по глубине разуплотнения  $z$ , и система уравнений (1) в этом случае принимает более сложный вид [2].

$$\begin{cases} \frac{mg + pZ}{g} \ddot{z} = Q - Ah + pZ; \\ \frac{mg + pZ}{g} R_{\varphi}^2 \ddot{\varphi} = M - BhR_{\varphi} - pZd\omega^2, \end{cases} \quad (1)$$

где  $R$  – радиус инерции массы шнекового рабочего органа;  
 $d$  – коэффициент нагружения рабочего органа со стороны транспортируемого вверх почвогрунта за счет его трения о стенки траншеи;  
 $P$  – вес грунта на единице длины транспортирующего шнека;  
 $\varphi$  – угол поворота рабочего органа;

$h$  – толщина срезаемой стружки за один оборот рабочего органа;

$Q$  и  $M$  – соответственно усилие подачи и вращающий момент, действующие на рабочий орган;

$A$  и  $B$  – соответственно сопротивления подаче и вращению рабочего органа со стороны разуплотняемого массива.

Для установившегося режима работы справедливо:

$$\begin{cases} Q = Ah(1 + \alpha_z Z) - pZ \\ M = BhR(1 + \alpha_z Z) + pZd\omega^2. \end{cases} \quad (2)$$

Из условия равенства толщины срезаемой стружки определим:

$$\begin{cases} Q = \frac{C(M - pZd\omega^2)}{R} - pZ \\ M = \frac{R(Q + pZ)}{C} + pZd\omega^2 \\ C = \frac{A}{B} \end{cases} \quad (3)$$

Система уравнений (3) связывает между собой усилие подачи, вращающий момент, угловую скорость вращения рабочего органа и глубину разуплотнения.

Согласно условиям работы, усилие подачи активного разуплотнителя прямо пропорционально вращающему моменту. Это объясняется тем, что увеличение усилия подачи приводит к увеличению толщины срезаемой стружки и, следовательно, к увеличению момента от силы сопротивления разрушения

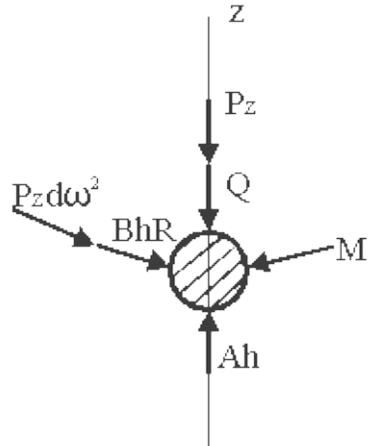


Рис. Схема сил, действующих на разуплотняющий рабочий орган

почвогрунта. Увеличение веса почво-грунта на шнеке транспортере уменьшает величину усилия подачи. Возрастание глубины разуплотнения увеличивает общий вес транспортируемого грунта, что уменьшает усилие подачи, но увеличивает вращающий момент.

Исходя из первого уравнения системы (1) справедливо:

$$\frac{(mg + pZ)V^2}{g} = Q \cdot Z - Ah(1 + \alpha_z Z)Z + pZ^2, \quad (4)$$

Уравнение (4) описывает равенство кинетической и потенциальной энергий процесса разуплотнения по оси oz.

После преобразования выражения (4) следует:

$$V = \sqrt{\frac{2g[QZ - Ah(1 + \alpha_z Z)z + pZ^2]}{mg + pZ}}, \quad (5)$$

Эта же зависимость может быть представлена через выражение вращающего момента.

$$\begin{cases} \frac{mg + pZ}{g} \ddot{Z} = Q - Ah(1 + \alpha_z Z) + pZ; \\ \frac{mg + pZ}{g} R_{cp}^2 \ddot{\varphi} = M - BhR_{cp} - pZd\omega^2 \end{cases} \quad (6)$$

Полученные зависимости (1-6) описывают режим работы разуплотняющего рабочего органа, перемещающего вверх почвогрунт шнеком, тем самым способствующего разрыхлению почвогрунтового пласта по всей толщине.

Достоинством этих уравнений является то, что они учитывают изменение параметров движения разуплотнителя от сопротивления грунта разрушению по глубине разуплотнения и позволяют регулировать соответственно скорость проходки (поступательную скорость) и угловую скорость вращения фрезерного рабочего органа в зависимости от свойств разуплотняемого почвогрунта и конструктивных параметров инструмента.

Из анализа уравнения (5) следует, что при определенных соотношениях параметров с одной стороны скорость проходки может возрастать (слагаемые  $QZ$  и  $pZ^2$ ), с другой – уменьшаться (член  $pZ$  в знаменателе и слагаемые  $Ah(1 + \alpha_z Z)$  в числителе). Полученные зависимости позволяют разработать инженерную методику расчета параметров движения фрезерно-шнекового разуплотняющего рабочего органа.

В качестве критерия оптимальности разуплотнения грунтов фрезерно-шнековым инструментом использована величина удельной энергоёмкости

$Q_{\text{опт}}$ , функционально связанная с приведенными затратами на объем выполненных работ [1]. При минимальных значениях  $Q_{\text{опт}}$  достигается наибольшая экономическая эффективность разуплотнения грунтов фрезерно-шнековым рабочим органом.

В результате оптимизации режима работы разуплотняющего рабочего органа по критерию удельной энергоёмкости процесса получена следующая зависимость:

$$Q_{\text{опт}} = \sqrt{2\pi MA(1 + \alpha_z Z) - pZ} \quad (7)$$

Значение вращающего момента для этих случаев описывается зависимостями:

$$M = \frac{(Q_{\text{опт}} + pZ)^2}{2\pi A(1 + \alpha_z Z)} \quad (8)$$

$$M = \frac{(Q_{\text{опт}} + pZ)^2}{2\pi A} \quad (9)$$

Из анализа зависимостей (4-9) следует, что увеличение удельной силы сопротивления подаче инструмента вызывает возрастание усилия подачи. С другой стороны увеличение этой удельной силы, при одном и том же усилии подачи, уменьшается толщина срезаемой стружки и, следовательно, величина крутящего момента, что также подтверждается результатами исследований [4].

Полученные зависимости по нашему мнению являются базовыми для раз-работки инженерной методики расчета технологических параметров разуплотнителя и позволяют привести следующие положения:

- разработана математическая модель движения разуплотняющего фрезерного рабочего органа со шнековым транспортером-разрыхлителем, описывающая изменение усилия подачи и скорости проходки в зависимости от удельных сил сопротивления почвогрунта подаче и вращению фрезы, веса почвогрунта на шнеке-транспортере, угловой скорости вращения рабочего органа и его диаметра;
- анализ предложенного критерия оптимальности – удельной энергоемкости процесса разуплотнения позволил определить оптимальную закономерность изменения усилия подачи;
- значения усилия подачи пропорциональны корню квадратному из величины произведения вращающего момента и удельной силы подачи фрезы и тем меньше, чем больше глубина разуплотнения.

Создание работоспособной конструкции разуплотнителя с фрезерным рабочим органом требует практического подтверждения полученных математических зависимостей посредством проведения лабораторных или полевых экспериментов с разномасштабными моделями, а также впоследствии необходима разработка методики учета влияния состояния почвогрунта и скорости фильтрации грунтовых вод на величину силы резания грунта, определения характера изменения сил резания в зависимости от радиуса рабочего органа.

### **Библиографический список**

1. 1. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. – М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
2. 2. Вайнсон А.А., Кадыров А.С., Нартя В.И. Параметры рабочего органа непрерывного действия для устройства фундаментов способом «стена в грунте» // Строительные и дорожные машины, 1985, № 9. – С. 13-14.
3. Кадыров А.С., Кабашев Р.А. Основы нагружения фрезерных и бурильных машин. – Караганда: КарГТУ, 1999. – 124 с.
4. Кадыров А.С., Мулдагалиев З.А. Разработка и исследование математической модели движения бурильных рабочих органов // Труды КарГТУ – Караганда, 2005. – С. 34-38.
5. Палкин Н.А. Зависимость параметров вертикального фрезерного рабочего органа от почвенно-гидрогеологических условий

выполнения технологического процесса // Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства в России. – М., 2014.

**Abstract.** *This work addressed the challenge of conceptualizing the movement parameters of vertical milling working body surround of the destroyer under various conditions of the technological process of compacted soil and the possible parameters of a working body through analysis of the mathematical model of movement.*

**Keywords:** *the destruction of soil soils, milling and grinding motion model, the destroyer, array of the destruction resistance, ROP, angular velocity, optimizing disintegration of the regime, the specific power consumption of the process.*

УДК 621.3: 631.587

## РАСЧЕТ КОМПЕНСАЦИОННЫХ ЗАТРАТ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТАХ

**С.В. Сучугов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена одной из важнейших проблем народного хозяйства, а именно росту стоимости энергоресурсов, сырья и материалов.*

**Ключевые слова:** *техносфера; совокупные затраты энергии; энергетические эквиваленты; материальные, энергетические и трудовые затраты.*

Дальнейший рост стоимости энергоресурсов, сырья и материалов приводит к необходимости постановки задачи по их экономии. Для выполнения такой задачи необходимы методы тщательного измерения общих совокупных затрат энергии, вкладываемых в производство, и проведение сравнительного анализа производственных процессов с целью выбора энергосберегающих технологий.

Применяемый в настоящее время техно-экологический анализ производства базируется в основном на натуральных и денежных единицах. Причем, преобладающим в оценке эффективности является денежное выражение (руб., дол, евро и т.д.), учитывающий все трудозатраты.

Оценивать компенсационные мероприятия, возможно точнее с применением энергетических эквивалентов.

Все виды материальных, энергетических и трудовых затрат с помощью энергетических эквивалентов переводят в общие затраты энергии ( $\Sigma Q$ ).

Резкое увеличение антропогенного давления на природу привело к нарушению экологического равновесия и вызвало деградацию не только среды обитания, но и здоровья людей. Биосфера постепенно утратила свое господствующее значение и в населенных регионах стала превращаться в техносферу.

Техносфера – это регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми в технические и техногенные объекты, т. е. среда населенных мест.

Техносфера пришла на смену биосфере и в результате на планете осталось мало территорий с ненарушенными экосистемами. Развитие техносферы в XX в. имело исключительно высокие темпы по сравнению с предыдущими столетиями. Это привело к двум диаметрально противоположным последствиям. С одной стороны, были достигнуты выдающиеся результаты в науке и различных отраслях промышленности, что оказало позитивное влияние на все сферы жизнедеятельности. С другой стороны, были созданы невиданные ранее потенциальные и реальные угрозы человеку, сформированным им объектам и среде обитания. Создавая техносферу человек стремился к повышению комфортности среды обитания, обеспечению защиты от естественных негативных воздействий. Все это благоприятно отразилось на условиях жизни и в совокупности с другими факторами сказалось на качестве и продолжительности жизни.

Безопасность можно обеспечить двумя путями:

1. устранением источников опасности;
2. повышением защищенности от опасностей, способности надежно противостоять им.

С позиции окружающей среды возникновение любого хозяйственного объекта приводит к разбалансировке.

Объект энергетики или объект водного хозяйства:

- Отчуждение территории;
- Электромагнитное воздействие;
- Тепловое воздействие;
- Территориальное загрязнение (отвалы, хранилища и т.п.);
- Изменение стока русла рек;
- Заболачивание территории;
- Выброс вредных веществ в атмосферу.

Строительство объекта приводит к нарушению местного природно-климатического баланса. Разбалансировка – это и есть воздействие объекта на окружающую среду. Величина разбалансировки должна определяться разумным компромиссом системы Природа-Человек-Объект.

Аргументами компромисса является:

- Необходимость сооружения объекта (комфорт, безопасность и т.п.);
- Среда обитания (ореол);
- Компенсационные мероприятия (защитное воздействие).

Защитные мероприятия:

- нормативно-законодательные;
- технические (защитное воздействие);
- технологические (изменение или совершенствование технологии);
- финансовые.

Дальнейший рост стоимости энергоресурсов, сырья и материалов приводит к необходимости постановки задачи по их экономии. Для выполнения такой задачи необходимы методы тщательного измерения общих совокупных затрат энергии, вкладываемых в производство, и проведение сравнительного анализа производственных процессов с целью выбора энергосберегающих технологий.

Применяемый в настоящее время техно-экологический анализ производства базируется в основном на натуральных и денежных единицах. Причем, преобладающим в оценке эффективности является денежное выражение, учитывающее все трудозатраты.

Оценивать компенсационные мероприятия, возможно точнее с применением энергетических эквивалентов.

Все виды материальных, энергетических и трудовых затрат с помощью энергетических эквивалентов переводят в общие затраты энергии ( $\Sigma Q$ ).

Затраты совокупной энергии  $Q_2 \dots Q_5$  определяются по выражениям 1, 2, 3, 4.

$$Q_2 = \sum_{j=1}^m X_{2j} \cdot Z_{2j}, \quad (1)$$

$$Q_3 = \sum_{k=1}^p X_{3k} \cdot Z_{3k}, \quad (2)$$

$$Q_4 = \sum_{\ell=1}^r X_{4\ell} \cdot Z_{4\ell}, \quad (3)$$

$$Q_5 = \sum_{q=1}^t X_{5q} \cdot Z_{5q}, \quad (4)$$

где:  $i, j, k, l, q$  – означает конкретный вид основных, оборотных средств производства и трудовых ресурсов;

$X_{1i}$  – энергетический эквивалент конкретного вида основных средств производства, МДж/ на 1 кг массы средств;

$X_{2j}, X_{3k}, X_{4l}$  – энергетический эквивалент конкретного вида оборотных средств, МДж/кг;

$X_{5q}$  – энергетический эквивалент на трудовые ресурсы, МДж/чел.ч;

$Y_{1i}$  – время работы машин, непосредственно участвующих в технологическом процессе, ч;

$Z_{1i}$  – масса основных средств производства, кг;

$Z_{2j}, Z_{3k}$  – затраты оборотных средств, кг;

$Z_{4l}$  – расход используемых энергоресурсов, кг или кВт. ч.;

$Z_{5q}$  – затраты труда, чел. ч.

Таким образом, в отличие от денежного выражения энергетические эквиваленты не подвержены инфляции и отображают реальные энергозатраты любого производственного цикла, входящего в технологию и соответственно дают реальные затраты, не зависящие от конъюнктуры.

**Abstract.** *The article is devoted to one of the most important problems of the national economy, the increase in the cost of energy, raw materials and components.*

**Keywords:** *technosphere; cumulative cost of energy; energy equivalents; material, energy and labor costs.*

УДК 502/504 631.311.5

## **ЗНАЧЕНИЕ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВ В ПОВЫШЕНИИ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Н.К. Теловов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В статье приведены результаты теоретических исследований в области обработки полей. Рекомендованы основные параметры рабочего органа разработанного двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя.*

**Ключевые слова:** *глубокорыхлитель, лемех, обработка почвы.*

Сельскохозяйственный глубокорыхлитель – это рабочий орган для разрушения, переуплотненных тяжелых (глина, суглинок) почв, предназначенное на достижения однородности комков плодородного слоя.

Основной целью использования глубокорыхлителя является разуплотнение плодородного слоя и плужной подошвы без оборота пласта и повреждения стерня. Применение **глубокорыхлителей** для глубокого рыхления переуплотненного слоя почвы с пониженной фильтрацией позволяет достичь улучшения водно-воздушного режима корневого слоя и предотвращения развития эрозии почвы. Для разрыхления и улучшения плодородного слоя сельскохозяйственных почв, применяются различные конструкции рабочего оборудования: чизельные, плоскорезные орудия, бороны дисковые, плуги и глубокорыхлители.

Почвы России характеризуются большим разнообразием по составу и, как следствие, по способам обработки. Даже внутри административных районов выделяются участки земли с урожайностью близкой к максимально возможной, но необрабатываемые в течение последних 10-15 лет. По данным МСХ РФ только в Нечерноземной и Центральной зоне России более 40% сельскохозяйственных земель, бывших ранее в обороте не обрабатывается.

Установлено, что в процессе использования почв наблюдается снижение их продуктивности в результате образования различного рода уплотнений почвенного профиля, нарушений его водно-воздушного и теплового режимов.

Если структурированные почвы в пахотном горизонте имеют структуру оптимальную для развития растений, то почвы ранее не обрабатываемые (подлежащие восстановлению) имеют высокую засоренность до 3-4 кустарников на 1 м<sup>2</sup> с глубиной проникновения корней свыше 1 м. При культивации, дисковании, лущении, отвальной и плоскорезной обработке и других операциях происходит дополнительное уплотнение почвы движителями агрегатов [4].

Корневая система культурного растения, “натолкнувшись” на уплотнение подпахотного горизонта, не сможет воспользоваться влагой.

При сельскохозяйственном использовании земель, особенно переувлажненных тяжелых почв, широко распространенных в зонах избыточного и неустойчивого увлажнения, имеет место их довольно интенсивное уплотнение, поэтому необходимо каждые 3-4 года обрабатывать глубокорыхлителями. Наличие большого количества микрочастиц грунта приводит к заилению и общему уплотнению. При использовании орудий для глубокого рыхления улучшается водно-воздушный режим корневого слоя почвы, предотвращается развитие эрозии почвы, происходит накопление влаги и в итоге повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Предлагаемый глубокорыхлитель предназначен для разрушения почвы на глубину 0,30-0,50 м, что позволяет разрушить подпахотный переуплотненный слой. При безотвальной технологии взамен зяблевой и весенней вспашек, глубокое рыхление почвы на склонах и паровых полях применяют для послеуборочного

рыхления и предпосевной обработки стерневых и мульчированных агрофонов, заплывших почв, а так же для обработки залежных земель и кормовых угодий, виноградников и садов. **Предлагается применять глубокорыхлитель с лемехами с периодичностью обработки один раз в 3-4 года [5].** Глубокорыхлитель, включает в себя наклонные относительно друг друга симметричные стойки с лемехами. Лемеха передних стоек устанавливаются таким образом, что высота образующихся гребней не превышала половины суммы ширины междуследия и лемеха. Толщина стоек второго ряда рабочего органа, отогнутых в противоположную сторону меньше толщины стоек первого ряда. Такой способ дает возможность уже в первый год после рыхления получать дополнительный урожай [1]. «Плужная подошва» образуется при длительной сельхозобработке разными движителями на глубине 0,25-0,30 м от поверхности, что вызывает необходимость глубокого рыхления до 0,30-0,50 м. Таким требованиям вполне удовлетворяет предлагаемый рабочий орган. Если используется 1, 2 или 3 рабочих органа, то будем иметь соответственно одно, двух и трех модульный глубокорыхлитель.

Выбор времени для глубокой обработки уплотнённых почв определяется ротацией культур. Вместе с тем лучше, чтобы глубокая обработка проводилась осенью после уборки урожая и до наступления сезона дождей для аккумуляции влаги.

К основным параметрам предлагаемого глубокорыхлителя можно отнести: углы резания нижней  $b_1$  и верхней  $b_2$  ступеней;  $b_3$  - углы резание второго ряда стойки;  $\delta_1$  - углы нижнее боковые режущий стойки;  $\delta_2$ - углы верхние боковые режущие стойки;  $\delta_3$  - углы нижнее боковые режущий стойки второго ряда стойки; ширина лемехов нижней и верхних ступеней ( $b_1$  и  $b_2$ ). Влияние этих параметров на тяговое усилие и процесс рыхления практически не изучено.

Были изготовлены три модели глубокорыхлителя в масштабе 1:2,5. Исследование физических моделей проводилось на грунтовом канале в лаборатории кафедры мелиоративных и строительных машин Московского государственного университета природообустройства. При этом приняты  $\delta$ -углы резания наклонных стоек относительно оси продольного движения - для нижней ступени: 1)  $\delta_1 = 10^\circ$ ; 2)  $\delta_1 = 25^\circ$ ; и 3)  $\delta_1 = 20^\circ$ . Соответственно - для верхней ступени:

1)  $\delta_2 = 10^\circ$ ; 2)  $\delta_2 = 20^\circ$  и 3)  $\delta_2 = 15^\circ$ .  $\delta_3$  – углы резания второго ряда на всех моделях  $\delta_3 = 100$ . Углы резания нижней ступени лемеха, в град; 1)  $b_1 = 30^\circ$ ; 2)  $b_1 = 40^\circ$ ; 3)  $b_1 = 45^\circ$ . Углы резания верхней ступени лемехов, в град; 1)  $b_2 = 25^\circ$ ; 2)  $b_2 = 30^\circ$ ; 3)  $b_2 = 35^\circ$ ;  $b_3$  – углы резания второго ряда,  $b_3 = 30^\circ$ , на всех моделях и другие параметры тоже изменялись кроме ширины лемеха.

Исследования были проведены по схеме полного многофакторного эксперимента. В качестве переменных факторов были приняты глубина рыхления, плотность и влажность почвы, и углы установки рабочего органа.

Для оценки указанных выше параметров были проведены экспериментальные исследования этих моделей рыхлителей в лаборатории кафедры мелиоративных и строительных машин. В качестве параметров оптимизации были приняты два показателя: тяговое сопротивление движению рабочего органа рыхлителя  $F_c$  и качество рыхления  $K_{рых}$ , которое оценивалось на первом этапе величиной вспученности пласта разрыхляемого грунта по центральной продольной оси.

Используя теорию планирования эксперимента, были построены математические модели, связывающие исследуемый параметр со всеми влияющими на него факторами. Определяли полное сопротивление движения рабочего органа при рыхлении, используя рабочую методику приближенного физического моделирования процессов рыхления грунта без изменения его свойств (по В.И. Балловневу), для рабочего органа (рыхлителя) в натуральную величину.

По результатам, полученным в ходе экспериментальных исследований, были рекомендованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя табл. 1.

Испытания показали следующие результаты:

По основным технико-эксплуатационным параметрам глубокорыхлители удовлетворительно агрегируются с основными отечественными пахотными тракторами:

- одномодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.1) – с тракторами тяговых классов 1,4;
- двухмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.2) – с тракторами тяговых классов 3-5;

- трехмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-05.3) – с трактором тягового класса 7-10.

Таблица 1

**Рекомендуемые основные параметры рабочего органа  
двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя**

Наименование параметра	Значение параметров	
	Для нижней ступени	Для верхней ступени
Угол резания лемеха, град.	$\beta_1 = 30$	$\beta_2 = 25$
Углы резания вертикальных стоек относительно оси продольного движения, град.	$\delta_1 = 10$	$\delta_2 = 10$
Углы разворота вертикальных стоек относительно оси продольного движения, град.	$\beta_1 = 5$	$\beta_2 = 3$
Ширина лемеха, м	$b_1 = 0,2$	$b_1 = 0,10$

Однообразие качественных и энергетических показателей фронтальных глубокорыхлителей обеспечивается на различных типах почв, в условиях умеренного и недостаточного увлажнения.

Двухступенчатый двухрядный глубокорыхлитель рекомендуется использовать для рыхления (разрушения) в основном «плужной подошвы» при агрегатировании с тракторами класса 3-10. В зависимости от класса трактора навесное рабочее оборудование может включать один или три рабочих органа (модуля), расположенных в шахматном порядке (два спереди, один сзади). Сам рабочий орган обладает новизной [5].

Таким образом, рыхление на глубину до 50 см – технологический процесс, обеспечивающий оптимальный влаговоздушный обмен во взрыхленном слое, улучшает микроклимат в почве и обеспечивает: хорошую аэрацию и инфильтрацию дождевых и талых вод; в несколько раз увеличивается пористость почвы; на 20% повышается водопроницаемость; создаются условия для накопления значительных запасов находящейся влаги в почве и воздухе, а так же ее перераспределения; в зоне рыхления увеличивается в 1,7-2 раза

количество активных корней; при работе на склоновых землях глубокорыхлитель способствует предотвращению эрозионных процессов; глубокое проникновение влаги и ее аккумуляция в нижних слоях, способствуя тем самым хорошему развитию корневой системы и повышению урожайности на 18-30%; за счет разуплотнения почвы в дальнейшем снижается сопротивление при проходе тракторов и других орудий, что ведет к экономии ГСМ, снижению нагрузок на орудия.

**Агрономическая выгода:** восстановление структуры плотных почв; разрушение обработанных слоев; получение рыхлые и вентилируемые почвы без переворачивания слоев; улучшение характеристик почвы; контролирование роста сорняков со снижением использования гербицидов; хорошая аэрация и инфильтрация дождевых и талых вод.

**Экономические преимущества:** экономия энергии благодаря меньшему тяговому сопротивлению движению, что обеспечивается особенностям конструкции безотвальной и безоборотной обработки почвы, способной заменить вспашку; глубокорыхлитель выполняет обработку там, где она необходима, даже глубокую, что очень полезно для подготовки почвы к посеву, способствует развитию корневой системы культур; - обработка без переворачивания слоев способствует формированию органических веществ.

### **Библиографический список**

1. Черненко В.Я, Брусиловский Ш.И. Глубокое рыхление осушаемых тяжелых почв. – М.: Колос, 1983 – 63 с.
2. Насыров Н.К., Казаков В.С. Руководство по мелиорации почвенного профиля при комплексной реконструкции оросительных систем (на примере Яванской долины) МИИСП им. В. П. Горячкина. – Тверь: Агропромиздат, 1990 – 68 с.
3. Ревин Ю.Г. Практикум по мелиоративным машинам. – М.: Колос, 1995 – 204 с.
4. Казаков В.С., Максименко В.П., Умирзакова С.И. Рекомендации по технологии регулирования водно-солевого режима тяжёлых почв на рисовых системах Кызыл Ордынской области. МИИСП им. В.П. Горячкина.; МГМИ им. А.Н. Костякова. – М., 1989 – 67 с.

5. Глубококорыхлитель: Патент № 2150183 Российской Федерации МКИ А01В13/08, А01В13/16/ Н.К. Теловов, Ю.Г. Ревин, В.С. Казаков; заяв. 30.04.1999 г; опубл. 10.06.2000 г.

**Abstract.** *The results of theoretical research in the fields. Recommended basic settings of the working body developed a two-stage two-row subsoiler.*

**Keywords:** *subsoiler, blade-and soil cultivation.*

УДК 621.002; 631.3

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАПЕКАНИЯ СТАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НА БРОНЗОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИПА «ВТУЛКА»**

*А.П. Шнырёв, П.В. Голицыцкий  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена вопросу восстановления бронзовых подшипниковых втулок при помощи напекания металлических порошков.*

**Ключевые слова:** *Бронзовые втулки, напекание, металлические порошки.*

При эксплуатации сельскохозяйственных и мелиоративной машин неизбежно возникают неисправности и отказы, связанные с тяжёлыми условиями работы данных машин. Для предприятий, обладающих ограниченным парком техники, выход из строя одной машины может привести к срыву запланированных видов работ и значительному увеличению экономических потерь.

В большинстве случаев основной причиной выхода из строя деталей и узлов сельскохозяйственной и мелиоративной техники является износ сопрягаемых поверхностей. При разработке ремонтной технологии особое внимание уделяют повышению износостойкости восстанавливаемых деталей по сравнению с новыми.

В последние годы для восстановления поверхностей тел вращения применяется электроконтактное напекание. Существует несколько способов восстановления электроконтактным напеканием, из которых наибольшую распространённость благодаря своей простоте получили напекание металлических порошков и приварка ленты. В настоящее время разрабатываются технологии восстановления бронзовых подшипников скольжения при помощи нанесения стальных материалов, в которых особое внимания уделяется именно этим двум технологиям [1].

После проведения литературного обзора было выяснено, что наибольшую трудность при проведении восстановления бронзовых подшипниковых втулок стальными материалами вызывает различная температура плавления бронзы и железа [2]. Использование токоподводящей графитовой оболочки и специального охлаждаемого электрода позволяет решить эту проблему, но создаёт дополнительные трудности при подборке температуры напекания.

В результате проведенных предварительных экспериментов по напеканию стальных порошков на втулки, изготовленные из бронзы О5Ц5С5 были выбраны порошки следующих марок: ПР-Н-80Х13С2Р, ПХ-30.

В литературных источниках даны рекомендации по подбору температуры напекания как 0,7-0,9 от температуры плавления основного материала для данных порошков основными материалами являются никель с температурой плавления 1453 °С и железо с температурой плавления 1539 °С, также стоит учитывать, что в порошке ПХ-30 высокое содержание хрома с температурой плавления 1890 °С [3].

При этом стоит учитывать также температуру плавления основных металлов бронзы О5Ц5С5 для меди это 1083 °С, олова – 232 °С, цинка – 906 °С и свинца – 327 °С.

Первоначальные эксперименты проводились с порошком ПР-Н-80Х13С2Р. Оптимальная температура определялась для толщины напекаемого слоя 2 мм. Для первоначальных экспериментов температура подбиралась исходя из рекомендаций литературных источников, и определялась как 0,7; 0,8 и 0,9 от температуры плавления основного компонента, что для никеля составляет 1017 °С, 1162 °С, 1308 °С соответственно. Сила тока и время напекания подбиралось таким образом, что бы обеспечить необходимую температуру за заданное время.

Исследования производились начиная с температуры в 1000 °С и до достижения 1350 °С с шагом в 50 °С при этом время напекания варьировалось от 40 до 120 с с шагом в 20 с.

При напекании порошка в температурном диапазоне от 1000 °С до 1100 °С стальной порошок образует незначительные зоны спекания, а также не происходит прочного спекание с бронзовой втулкой.

При высоких же температурах (1200 °С - 1300 °С) не смотря на хорошие показания спекаемости металлического порошка происходит оплавления втулки вплоть до значительного.

Результаты проведенных экспериментов показали, что наилучший результат наблюдается при температуре в диапазоне от 1100 °С до 1200 °С.

Дальнейшие исследования проводились с целью уточнения оптимальной температуры напекания порошкового материала на бронзовую поверхность в диапазоне от 1100 °С до 1200 °С. Температура изменялась с шагом в 20 °С, остальные параметры не изменялись.

В результате исследований было установлено, что наилучшее качество напечённого слоя достигается при температуре поверхности  $1055 \pm 2$  °С при этом температура напекаемого слоя достигает  $1160 \pm 2$  °С, а время напекания составляло 70 с.

При напекании металлического порошка при донной температуре не возникает структурных изменений в материале бронзовой втулки, так как общая температура втулки за счёт её интенсивного охлаждения во время напекания ниже 400 °С, что подтверждается микроструктурами до и после напекания.

На втором этапе осуществилось определение на илучшей температуры напекания порошка ПХ-30 на бронзовые втулки.

Для ПХ-30 температура напекания была выбрана от 1100 °С до 1400 °С. Температура изменялась с шагом в 50 при этом время напекания варьировалось от 120 до 240 секунд с шагом в 20 секунд, сила тока при этом выбиралась таким образом, чтобы за заданное время достичь необходимой температуры. Величина сопротивление между электродами составляла 0,0006 Ом. Удельная теплоёмкость порошка составляла 470 Дж/кг °С, а материала восстанавливаемых деталей 370 Дж/кг °С. Насыпная масса порошка составляла порядка 8 г. Толщина напекаемого слоя составляла 2 мм.

В результате проведённых исследований по напеканию порошка ПХ-30 к втулкам, изготовленным из Бр О5Ц5С5, было выяснено:

1. напекания порошка при температурах в зоне спекания находящихся в интервале от 1100 °С до 1200 °С происходит неполное припекание порошка к бронзовой поверхности, с образованием локальных зон спекания.

2. при напекании порошка в диапазоне температур от 1200 °С до 1300 °С образуется качественный напечённый слой.

3. во время напекания порошка при температурах от 1300 °С до 1400 °С происходит значительное оплавление бронзовой втулки не смотря на максимально интенсивность её охлаждения.

Дальнейшие исследования проводились с целью уточнения оптимальной температуры в диапазоне от 1200 °С до 1300 °С. Температура изменялась с шагом в 20 °С, остальные параметры не изменялись.

В результате исследований было установлено, что наилучшее качество напечённого слоя достигается при температуре поверхности  $1285 \pm 2$  °С при этом температура напекаемого слоя достигает  $1172 \pm 2$  °С, а время напекания составило 250 с.

Во время напекания осуществлялась выдержка при температуре порядка  $1100 \pm 5$  °С в течении 110 с, что способствовало более равномерному прогреву напекаемого порошка и повышению качества напечённого слоя.

При данном температурном режиме также не возникает структурных изменений в бронзовой втулке, так как температура втулки во время напекания ниже 400 °С, что подтверждается микроструктурами бронзы до и после напекания.

В результате исследований было установлено:

1. Что наилучшее качество напечённого слоя порошка ПР-Н-80Х13С2Р достигается при температуре поверхности  $1055 \pm 2$  °С при этом температура напекаемого слоя достигает  $1160 \pm 2$  °С, а время напекания составляет 70 с.

2. В результате исследований было установлено, что наилучшее качество напечённого слоя порошка ПХ-30 достигается при температуре поверхности  $1285 \pm 2$  °С при этом температура напекаемого слоя достигает  $1172 \pm 2$  °С, а время напекания составляет 250 с из них 110 с осуществляется выдержка 110 с при температуре  $1100 \pm 5$  °С.

### Библиографический список

1. Бирюков В.В. Восстановление бронзовых деталей машин порошками из цветных сплавов электроконтактным напеканием: диссертация кандидата технических наук 05.20.03 / В.В. Бирюков – М.: 2005. – 144 с.
2. Бирюков В.В. Восстановление бронзовых деталей сельскохозяйственных машин методом электроконтактного напекания бронзовых порошков на железистой основе: диссертация кандидата технических наук 05.20.03 – М.: 2008. – 186 с.
3. Рожкова Т.В. Формирование структуры и свойств материалов на основе меди с карбидом кремния при электроконтактном спекании: диссертация кандидата технических наук: 05.02.01, 05.16.06 / Т.В. Рожкова – Тюмень: 2004. – 127 с.

**Abstract.** Article is devoted to the reconstruction of the bronze bearing shells with metal powders.

**Keywords:** Bronze Bushings, metal powders.

УДК 621.002; 631.3

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ИЗ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ЗАЛИВКОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО НАГРЕВА

*А.П. Шнырев, С.К. Тойгамбаев*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования параметров электрической дуги в процессе применения электронагрева и центробежной заливки при восстановлении показателей надежности бронзовых втулок скольжения. Предложены режимы и номограммы оптимальных режимов процесса заливки.

**Ключевые слова:** электродуговой нагрев; бронзовая втулка; номограмма; восстановление.

Целью данного исследования являлось изучение влияния параметров электрической дуги, температурного режима процесса, скорости, выбора состава и количества шихты на качество заливаемого бронзового слоя методом центробежной заливки с применением электродугового нагрева, при восстановлении работоспособности бронзовых втулок скольжения. Ставилась задача выявить основные параметры электрической дуги, влияющие на качество заливки. Исследования проводились при удельной мощности 0,24...0,34 кВт/см<sup>3</sup>, температуре нагрева 750-850 °С и 650-730 °С, скорости 3-6 м/с, величине длины дуги  $L_d/L_e = 50-100\%$ , времени нагрева 2-4 минут. По результатам экспериментов были построены «Номограммы по определению оптимальных технологических режимов процесса заливки» для подобранной номенклатуры бронзовых подшипниковых втулок. Во время технологического процесса расплавления бронзы и нагрев заготовки осуществлялись независимой сварочной дугой. Тепловая мощность дуги выбиралась, исходя из обеспечения быстрого и эффективного расплавления бронзы и нагрева заготовки, а также из благоприятных условий ведения процесса. Исходя из того, что лучистая энергия от электрической дуги поступает, прежде всего, к загруженной шихте, а толщина заливаемого бронзового слоя колеблется в пределах от 1 до 4 мм (в зависимости от величины износа). За определяющий фактор оптимальной удельной мощности принималась мощность на 1 см<sup>3</sup> заливаемого металла. При выполнении данного исследования изучались влияние удельной мощности дуги на продолжительность заливки, а также удельной мощности дуги и продолжительности заливки на выгорание компонентов бронзы. Исследование проводилось при различной удельной мощности с интервалом 0,1 кВт/см<sup>3</sup> и времени с интервалом 1 минута. Величину тока и напряжения в цепи замеряли с помощью амперметра и вольтметра типа Э-30 с классом точности 1,5 и ваттметра Д-142 с классом точности 2,5. Продолжительность заливки замеряли секундомером С-1-2а с точностью ±1 с.

Результаты исследования позволили установить следующее:

- при выборе максимальной удельной мощности дуги от 0,5 кВт/см<sup>3</sup> и выше прогревание, нагрев и расплавление бронзы происходят в минимальный промежуток времени от 3 и менее минут, отсюда

следует, что процесс слабо поддаётся контролю и регулированию;

- цинк, олово и свинец выгорают менее активно, за 3-4 минуты технологического процесса цинка выгорает 1,8%, олова 1,5% и свинца 0,6% от общего их количества в составе бронзы;

- при удельной мощности электрической дуги от 0,3 кВт/см<sup>3</sup> и меньше качество заливаемого бронзового слоя получается удовлетворительным, если происходит полное прогревание, нагрев и расплавление основного и заливаемого металла.

Однако, при очень малых мощностях 0,1 кВт/см<sup>3</sup> и менее длительность технологического процесса заливки увеличивается (выше 10 минут), что приводит к снижению производительности. Оптимальными удельными мощностями электрической дуги следует считать такие мощности, которые обеспечивают достаточный температурный режим и производительность за время горения электрической дуги, высокое качество заливки и незначительное выгорание компонентов бронзы (до 1,0% от их количества в бронзе).

Исходя, из проведенного исследования можно считать, что числовое значение оптимальной удельной мощности находится в пределах 0,2-0,3 кВт/см<sup>3</sup>. В дальнейшем при проведении всех исследований величину удельной мощности принимали равной 0,3 кВт/см<sup>3</sup>. В экспериментах в качестве источников питания дуги использовались сварочные трансформаторы ТД-500. В сварочных трансформаторах напряжение холостого хода постоянно, поэтому регулирование мощности электрической дуги осуществлялось за счёт изменения тока. Напряжение холостого хода, являясь величиной постоянной, также определяет тепловую мощность дуги, а значит и интенсивность процесса заливки. Кроме того, чем больше напряжение холостого хода, тем длиннее дуга. Поэтому длина дуги имеет определяющее значение на качественное проведение технологического процесса восстановления работоспособности бронзовых подшипниковых втулок [1]. Номограммы определения оптимальных технологических режимов процесса заливки, построены на основании данных, полученных вышеприведенным исследованием. Проведённый анализ геометрических размеров бронзовых подшипниковых втулок, подлежащих восстановлению по предлагаемой номенклатуре, выявил, что наиболее чаще встречаются втулки с диаметром и

длиной в пределах 50-80 мм. Поэтому при создании номограмм исходили из этих величин. В основу построения графиков по выбору массы заряда бронзовой стружки были положены условия анализа размеров втулки и толщина заливаемого слоя 1-3 мм, куда входят величина износа и припуск на механическую обработку для данной гаммы втулок. Для удобного вычисления промежуточных значений величин методом интерполяции графики строились с интервалом 10 мм. При построении графика выбора длины  $L_d$  от длины втулки  $L_c$  исходили из составляющей отношение  $L_d/L_c = 75\%$ . Для предлагаемых длин втулок длина дуги составляет 30-60 мм. При такой длине дуги напряжение будет колебаться в пределах 70-100 В.

Для обеспечения таких параметров длины и напряжения дуги достаточно двух сварочных трансформаторов ТД-500 с общим напряжением холостого хода  $U_{xx} = 150$  В. График выбора массы флюса строили из расчёта 2% от массы заряда бронзовой стружки. При определении частоты вращения восстанавливаемой втулки от внутреннего диаметра построение графика велось при  $V = 4,5$  м/с. Чтобы правильно произвести выбор диаметра угольного или графитового электрода для технологического процесса были построены графики, где учитывались их стойкость и плотность тока (для угольных – 1,2 А/мм<sup>2</sup> и графитовых – 2 А/мм<sup>2</sup>).

Для определения параметров тока при напряжении 85В. строились дополнительные графики, которые позволили определить площадь заливаемой поверхности, объём заливаемого металла и мощность дуги, необходимой для процесса заливки. Величина напряжения 85В выбрана, исходя из размеров втулки. Предлагаемые номограммы позволяют быстро и точно определить все необходимые режимы и условия заливки. Достаточно знать толщину заливки, внутренний диаметр и длину бронзовой втулки. Для исследования, изменения твердости от толщины заливаемого слоя, были использованы восстановленные по оптимальным технологическим режимам бронзовые подшипниковые втулки Бр ОЦС 6-6-3 с толщиной залитого слоя до 4 мм. Твердость определялась на приборе ТП с интервалом 0,5 мм. Каждый слой испытывали в трёх точках и каждый отпечаток измеряли по двум диагоналям, а твердость считалась по среднему значению диагонали. Составлен график влия-

ния изменения твердости залитого бронзового слоя в зависимости от толщины. Твердость от толщины слоя уменьшается от границы стыка основной и заливаемой бронзы к центру. Причём твердость залитого слоя бронзы выше твердости исходного материала. Таким образом, повышенная твердость у границы соединения объясняется уменьшением зерна, уплотнением кристаллизующейся бронзы под действием центробежных сил и за счёт незначительного изменения послыйного химического состава бронзы [2, 3].

Изучалось так же и износостойкость залитого бронзового слоя при работе в условиях смазки без абразива и с содержанием в смазке абразива. В качестве смазки использовали масло ДСп-11. Испытание велось при постоянной скорости 1 м/с, продолжительности 40 часов. Приработку пар трения производили при ступенчатом нагружении с нагрузками от 2 до 10 МПа с интервалом 1 МПа. Процесс работы контролировали по моменту трения, температуре образца и масла. Момент трения регистрировали на диаграммной бумаге самописца машины трения СМЦ-2. Окончание приработки определяли по стабилизации момента трения. При испытании смазки с абразивом в качестве абразива применяли кварцевую пыль зернистостью 20-25 мкм. (ГОСТ 8002-62). Давление при абразивном изнашивании было постоянным 3 МПа. Время питания 1 час. Содержание абразива в масле было принято равным 0,1%. Пористость залитого антифрикционного слоя, подвергаемого испытаниям, составила 3-5%. В процессе исследований было изучено изменение коэффициента трения образцов бронзы, изготовленных из литой, переплавленной и залитой исследуемым методом бронзы при работе с закаленной сталью при различных давлениях [4]. Износ образца восстановленной исследуемым методом на 20% меньше износа литой бронзы и 2-2,5 раза меньше износа образца, изготовленного из переплавленной бронзы. При этом контрообразцы, работающие в паре с восстановленными образцами имеют износ на 10-15% меньше износа контрообразцов, работающих, соответственно в паре из литой бронзы и в 1,5 раза из переплавленной. Исследование показало, что увеличение износостойкости залитого бронзового слоя можно объяснить улучшением физико-механических свойств этого слоя в процессе заливки. Залитый бронзовый слой становится более

стойким к воздействию абразивных частиц. Наличие пор в незначительной мере влияют на износ контрообразцов. Образцы с пористостью до 3-5% хорошо работают как при постоянной подаче масла, так и при недостатке или временном прекращении смазки. Поры аккумулируют смазку, которая в аварийном случае выходит на поверхность трения, предохраняя тем самым металлическое касание вала со втулкой [2,3].

Таким образом, применение электродугового нагрева с центробежной заливкой при восстановлении надежности бронзовых втулок, позволяет нанесение антифрикционного слоя из бронзы толщиной до 4 мм, является производительным, универсальным и эффективным. Проведенные исследования показали актуальность данного метода восстановления бронзовых втулок. По показателям износостойкости и работоспособности восстановленная втулка на 15-20% превосходит аналогичные показатели новой литой бронзовой втулки. Физико-механические свойства залитого слоя в процессе заливки становится более стойким к воздействию абразивных частиц.

### Библиографический список

1. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. Монография. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011. – 154 с.
2. Полухина П.И. Технология металлов и сварка. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1977. – 464 с.
3. С.К. Тойгамбаев. Применение инструментальных материалов при резании металлов. Учебное пособие для вузов. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2007. – 205 с.
4. В.И. Анурьев. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1. М.: Машиностроение, 1979. – 730 с.

**Abstract.** *The article presents the results of the study parameters of the electric arc in the process of applying the electric heating and centrifugal casting when restoring reliability bronze bushings slip. Suggested regimens and nomograms optimal modes of the filling process.*

**Keywords:** *electric arc heating; bronze bushing; nomogram; restoration.*

УДК 349.6:504.05

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОБЩЕСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

**А.В. Евграфов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В статье дан всесторонний анализ правовых, методических и технических основ общественного экологического контроля. Актуальность исследований обусловлена необходимостью организации общественного экологического контроля рек Москвы, в том числе — студенческими бригадами.*

***Ключевые слова:** общественный экологический контроль, методика рекогносцировочного обследования, экологическая оценка водоохранных зон Москвы.*

Актуальность исследований связана с необходимостью повышения эффективности общественного экологического контроля (ОЭК) рек и водоохранных зон (ВОЗ) Москвы. Настало время взглянуть на ОЭК в трёх аспектах: правовом, организационном и техническом.

Цель работы – поиск в Российском законодательстве нормативно-правовых актов, конкретизирующих порядок проведения гражданами ОЭК и совершенствование научно-методологических подходов к его осуществлению.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. анализ правовой базы ОЭК и оценка её достаточности;
2. выявление необходимых черт, которыми должен обладать отчёт по обследованию, чтобы он гарантированно был принят уполномоченными органами власти и имел правовую силу;
3. определение степени соответствия ОЭК ВОЗ московских рек, проводившегося студентами кафедры Общей и инженерной

экологии в 2011...2013 гг., вышеуказанным условиям.

Эффективный правовой механизм проведения ОЭК пока отсутствует. Правовые основы ОЭК установлены в ст. 68 Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 12.03.2014).

1. ОЭК осуществляется в целях реализации права каждого на благоприятную окружающую среду и предотвращения нарушения законодательства в области охраны окружающей среды.

2. ОЭК осуществляется общественными объединениями и иными некоммерческими организациями в соответствии с их уставами, а также гражданами в соответствии с законодательством.

3. Результаты ОЭК, представленные в органы власти РФ и субъектов РФ, органы местного самоуправления, подлежат обязательному рассмотрению в порядке, установленном законодательством».

В соответствии с предоставленным п. 3 ст. 68 правом, более 500 фотодокументов с 20 маршрутов переданы в депутатский корпус и Московскому Правительству для ознакомления и принятия административных мер к нарушителям [1, 2].

К нормативной базе ОЭК следует отнести также ст. 3, ст. 11 и ст. 12 Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 12.03.2014) и ст. 41, ст. 42 и ст. 58 Конституции РФ. **Порядок проведения ОЭК** в общих чертах регулируется также и Законом РФ от 19.05.1995 N 82-ФЗ «Об общественных объединениях» (ред. от 01.01.2014) – ввиду того, что участниками ОЭК являются общественные объединения и граждане.

Законодательно закреплённый состав участников ОЭК изменился. До 2002 г. его могли проводить также профессиональные союзы и трудовые коллективы.

**ОЭК занимает особое место среди других видов экологического контроля.** В ранее действовавшей редакции Федерального закона «Об охране окружающей среды» было закреплено, что в РФ осуществляется государственный, производственный, муниципальный и общественный контроль в области охраны ОС. В редакции от 12.03.2014 ст. 64 утратила силу. Важное преимущество ОЭК над другими видами контроля – это его реальная независимость от государственных структур и ведомственных интересов, он полнее отражает интересы граждан.

Ввиду отсутствия в экологическом праве России нормативно-правовых актов, конкретизирующих порядок проведения гражданами ОЭК, фразу «в соответствии с законодательством» можно трактовать только одним образом: любыми не противоречащими закону способами и средствами [3].

Чтобы документы, передаваемые в органы власти, не представлялись чиновникам «филькиными грамотами», достойными лишь пренебрежительной реакции, они должны подготавливаться по правилам оформления технических отчётов и заявлений. Атрибутами акта ОЭК являются:

1. наименование объекта проверки (например, участок земли или водного объекта)
2. адрес хозяйственного объекта и координаты;
3. дата;
4. время начала и окончания осмотра;
5. состав исполнителей ОЭК;
6. фотографии осуществления проблемных видов деятельности, с простановкой на каждой фотографии даты и времени; фотографии логотипов (либо отсутствия таковых: строительная техника без номеров — это нарушение);
7. сведения о маршруте (длина, количество нарушений, выводы);
8. подписи проводивших ОЭК людей.

Мы рекомендуем в соответствии с правилами оформления отчётов в названии рисунка указывать, с какого места сделан снимок, и что на нём изображено: общий вид объекта, либо вывеска с названием и адресом, либо воздействие на окружающую среду (выпуск сточных вод, выброс газов, свалка мусора, слив моющих средств или нефтепродуктов на асфальт или газон и т.д.)

Акт (или заверенную копию) прикладывают к заявлению в органы власти. Полезным результатом ОЭК становится также публикация в средствах массовой информации.

Есть мнение, что предположения, догадки, оценки при проведении ОЭК – неуместны [3]. Неправильно заявить: «обнаружено, что в реку незаконно сбрасываются стоки». Правильнее: «обнаружены действующие сбросы, масляные пятна, резкий запах, вода – мутная». Безусловно, степень соответствия действий природополь-

зователей правовым нормам должны устанавливать специально уполномоченные органы исполнительной власти в области природопользования и охраны окружающей среды, однако экологическую оценку степени потенциальной опасности, по нашему мнению, сделать можно. В соответствии с критериальной шкалой, разработанной сотрудниками кафедры ОиИЭ [1], обнаруженные хозяйственные объекты следует классифицировать на группы:

1. экологически опасные – имеющие цвет и запах выбросы и сбросы;
2. неопознанные – не имеющие органолептических признаков и труднодоступные;
3. потенциально опасные – АЗС, автомойки, гаражи, неорганизованные свалки мусора.

Студенты второго-третьего года обучения вполне компетентны в сфере идентификации видов воздействий, поэтому предложения, сформулированные по результатам экологической оценки ВОЗ в форме выводов и рекомендаций, представляются обоснованными.

**Правоотношения, складывающиеся между общественными контролёрами и потенциальными нарушителями, обычно напряжённые.** Общественные контролёры не являются должностными лицами, и не имеют права требовать Разрешений на производство работ, однако они могут попытаться попросить их показать и сфотографировать [3]. Действительны только документы с подписями и синими печатями, либо заверенные копии. В любых местах, открытых для общего доступа, снимать можно. Это не является вмешательством в личную жизнь, поскольку контролёр снимает не её, а работника в униформе при исполнении трудовых обязательств. Ради личной безопасности лучше проводить ОЭК группой. Нельзя без разрешения проникать на закрытые объекты, но можно попытаться попросить его на месте, а в случае отказа снять дистанционно. ОЭК не дает права требовать остановки работ. В то же время, если есть все основания полагать, что происходит незаконное деяние (например, работы производятся людьми без спецодежды и документов, с помощью техники без опознавательных знаков), можно и нужно принять меры по предотвращению правонарушения: встать на пути у техники и обязательно вызвать полицию, руководствуясь статьёй

39 Уголовного кодекса Российской Федерации» от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 04.03.2013) и статье 2.7. «Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «Крайняя необходимость»).

Прогресс не стоит на месте, технические средства наблюдения за окружающей средой совершенствуются и становятся доступны гражданам. В арсенале активиста-эколога должен быть фотоаппарат, GPS-навигатор, бинокль, интернет (хорошим подспорьем являются электронные карты Яндекс и Google, позволяющие идентифицировать фирмы и определять координаты).

Таким образом, проводившееся в 2011-2013 гг. силами кафедры “Общей и инженерной экологии” широкомасштабное экологическое обследование ВОЗ рек Москвы по форме и содержанию удовлетворяет изложенным требованиям. Правовая база ОЭК недостаточна. Отсутствие механизма осуществления ОЭК гражданами и общественными объединениями снижает его эффективность.

### Библиографический список

1. Евграфов А.В. Общественный экологический контроль состояния водоохранных зон города Москвы // Известия высших учебных заведений. Строительство. – Новосибирск, 2014, №6. – С. 111-116.
2. Евграфов А.В. Общественный экологический контроль: правовое регулирование и практика // Природообустройство. – М, 2014, №4. – С. 27-30.
3. Общественный экологический контроль: теория и практика [Электронный ресурс]. URL: [http:// a-zatvornik.livejournal.com/147873.html?thread=521889](http://a-zatvornik.livejournal.com/147873.html?thread=521889) (дата обращения: 7.03.2014).

**Abstract.** *The paper gives a comprehensive analysis of the legal, methodological and technical foundations of public environmental control. Relevance of research is due to the need to organize public environmental monitoring of rivers of Moscow, including - student teams.*

**Keywords:** *the public ecological control, methodology reconnaissance survey, environmental assessment of water protection zones in Moscow.*

УДК 502/504: 627.8: 69.05

**ОЦЕНКА РАЗМЕРА ВЕРОЯТНОГО ВРЕДА  
В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ  
СООРУЖЕНИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ**

*В.И. Волков, О.Н. Черных, В.И. Алтунин  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассматриваются особенности подхода к расчету вероятного вреда при аварии гидротехнических сооружений в условиях городской инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** авария гидротехнических сооружений, безопасность, зона затопления, сценарии аварий, ущерб при аварии*

Основными возможными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) на гидроузлах комплексного назначения – разрушения или прорыва гидротехнических сооружений (ГТС) являются случаи проявления природных сверх расчётных стихийных явлений (землетрясения, обвалы, оползни, паводки, ураганы, смерчи и т.п.) и техногенные факторы (разрушение конструкций сооружения, эксплуатационно-технические аварии, конструктивные дефекты или ошибки проектирования, нарушение режима водосбора, нарушения и деформации грунтовых элементов тела и основания ГТС - размыв грунтов, эрозия, потеря прочности и др.). Кроме того, учитывая современную мировую геополитическую обстановку и расположение водного объекта не редко в социально напряжённом районе, как урбанизированной территории, так и агропромышленного комплекса, при рассмотрении причин возникновения на ГТС аварий, приводящих к созданию ЧС, целесообразно принимать во внимание также случай террористического акта и ЧС военного времени – современные средства поражения. Ущерб от ЧС в год дости-

гает около 6-7% валового внутреннего продукта страны.

Опорожнение водоёма может происходить по двум основным временным схемам: медленно, тогда в нижнем бьефе гидроузла образуется волна попуска, быстро или мгновенно с образованием в нём волны прорыва. Прорыв подпорного сооружения (плотины или дамбы) является начальной фазой гидродинамической аварии. В результате неуправляемый поток воды из верхнего бьефа водоёма через проран устремляется в нижний бьеф гидроузла. Для обеспечения безопасности, защиты населения и территории при ЧС важно знать теоретические основы методики оценки обстановки в ЧС. Существуют разные подходы и несколько методов, позволяющих вычлнить причины, приводящие к авариям на ГТС и оценить их риск [2-4].

При оценке области применения этих подходов, например, для такого крупного мегаполиса как Москва, следует учитывать специфические особенности гидроузлов в условиях городской инфраструктуры: их относительная немногочисленность; каскадность расположения на малом водотоке; не редко типовые конструктивные решения, как плотин, так и водопропускных сооружений гидроузлов; аналогичные условия работы; значительный срок эксплуатации, часто превышающий допустимый; морально и физически устаревшие конструкции ГТС; изменение функционального назначения гидроузла или водоёма; практическое отсутствие проектной документации и расчётного обоснования (или их частичное наличие в условиях изменившейся нормативной базы); отсутствие служб эксплуатации или их некомпетентность; минимальное финансирование либо его отсутствие для проведения мероприятий технической эксплуатации городского водного объекта; актуальность восстановления и экологической реабилитации водных объектов, на которых построены ГТС; не редко интенсивная застройка НБ гидроузла в приплотинной зоне; отсутствие или недостаточная информация о состоянии и уровне безопасности ГТС и пр.

Основные требования к определению вероятного вреда от аварии содержатся в ряде основополагающих документов [1-4]. Величина финансового обеспечения ответственности определяется исходя из оцененного размера максимального вреда, который может быть

причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС [2]. Исходной информацией для определения размера вероятного вреда являются прогнозируемые сценарии аварий ГТС, в которых отражаются данные о возможной зоне воздействия аварии ГТС, значения величин негативных воздействий аварии ГТС. Определение вероятного вреда проводится для сценария наиболее тяжелой с точки зрения последствий аварии ГТС, а также для сценария наиболее вероятной аварии ГТС.

Целью такого расчёта является установление размера вероятного вреда при возможном возникновении аварии на ГТС. Его количественная оценка основана на принятых в гражданском праве принципах защиты прав собственника и полного возмещения его убытков, возникших по вине юридических или физических лиц. В расчете вероятного вреда в результате аварии ГТС обычно используются данные о параметрах гидродинамической аварии, действующие нормативно-технические и инструктивные документы. Денежные оценки вероятного вреда группируются и суммируются согласно показателям социально-экономических последствий аварии на ГТС [3].

Выполненные в 2013 г. натурные обследования более десятка столичных прудов (преимущественно IV класса), оценка технического состояния их ГТС, анализ существующих методик [4] при расчёте параметров зоны затопления и определении вероятного вреда при возможной гидродинамической аварии ГТС мегаполиса показали, что при определении вероятного вреда низконапорных каскадных гидроузлов на урбанизированной территории можно принимать следующие основные допущения: необходимо наиболее подробно рассматривать и учитывать составляющие, которые вносят наибольший вклад в итоговый результат; при недостатке фактических данных для отдельных составляющих вреда допускается применять метод аналогий, а для составляющих по определению вероятного вреда, вклад которых в итоговый результат незначителен, целесообразно использовать укрупненные показатели; вероятные затраты на возмещение имущественного и других ущербов достаточно оценивать методом экспертных оценок; ущерб собственнику ГТС при расчете не учитывается.

Предлагается в общем случае определение вероятного вреда для прудовых гидроузлов в условиях городской инфраструктуры проводить в следующей последовательности:

- в соответствии с типом, конструктивными особенностями и техническим состоянием рассматриваемых ГТС и их отдельных элементов, а также с учетом возможных источников опасности для ГТС разрабатываются сценарии возможных аварий и повреждений;
- проводится анализ составленных сценариев с учетом состояния ГТС, уровня воздействия на них природных явлений, условий эксплуатации и состояния службы эксплуатации, что позволяет выделить наиболее вероятный и наиболее тяжелый по последствиям сценарий аварий;
- рассчитываются параметры волны прорыва и оценивается зона затопления;
- определяется вероятный вред в денежном выражении по основным составляющим.

Обобщая результаты выполненных натурных обследований и виртуальных расчётов можно констатировать, что в условиях Москвы (за исключением единичных случаев) чрезвычайная ситуация при аварии ГТС либо не возникает, либо носит локальный характер, при которой зона, на которой нарушены условия жизнедеятельности людей, не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью составит не более 10 человек. При этом размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь для рассматриваемых водных объектов относительно не значителен (в среднем составляет не более 100 тыс. руб.) [3].

### **Библиографический список**

1. Закон РФ «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ (с последними изменениями в 2012 г.).
2. Правила профессиональной деятельности страховщиков «Порядок определения вреда, который может быть причинен в результате аварии на опасном объекте, максимально возможного количества потерпевших и уровня безопасности опасного объекта». Утв. решением Президиума НССО, протокол №28 от 08.06. 2011, согл. Министерством Финансов РФ от 7 июля 2011 г., МЧС России

от 7 июля 2011 г., Ростехнадзором от 9 июня 2011 г.

3. Порядок определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии гидротехнического сооружения. Приказ от 18.05. 2002 г. №№ 243/150/270/68/89 МЧС РФ, Минэнерго РФ, МПР РФ, Минтранспорта РФ, Госгортехнадзор России, зарегистрированным Минюстом России 03.06.2002, №3493.

4. Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварий гидротехнического сооружения. Утв. приказом МЧС России и Минтранса России от 12.10.2007 г. № 528/143.

**Abstract.** *Discusses the various features of the approaches to the calculations of probable damage at accidents of hydraulic structures in the existing urban infrastructure.*

**Keywords:** *accident of hydraulic structures, safety, flood zone, accident scenarios, damage in an accident*

УДК 72+624.69.059.7

## ГОРОД В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

**В.Ф. Добронравова**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена организации градостроительного планирования, пространственного развития жилой застройки, реконструкции застройки, условиям реконструкции транспортной системы города.*

**Ключевые слова:** *градостроительство, жилая застройка, реконструкция жилой застройки, транспортная система города.*

Рассматриваются научно-методические основы проектирования, формирования и развития современных городов и систем рас-

селения. Приводится анализ современных тенденций преобразования и развития городов.

Раскопки археологов показывают, что древнейшие города на нашей планете появились примерно девять тысяч лет назад. Гениальное творение древних градостроителей оказалось бессмертным. Идут тысячелетия, сменяются эпохи, рождаются и исчезают государства и народы, а города, созданные ими, непрестанно обновляются, растут, привлекая все новые миллионы людей. Возникнув как общественное явление, город уже не умирал никогда. Сотни городов многократно разрушались, сгорали, гибли от стихийных бедствий, но в большинстве своем рано или поздно возрождались вновь. Не приходится удивляться этой необычайной живучести. В городах постоянно создается и растет необходимая для человека стационарная жизненная среда, в них накапливаются огромные материальные и духовные ценности, которые безвозмездно передаются из поколения в поколение. Люди давно поняли, что от устройства города зависят условия их жизни. Вопрос о судьбах городов заботит самые широкие слои нашего общества. Город должен создавать наилучшие условия как для материального производства, так и для жизни человека. Своим устройством он обязан помогать человеку в труде и отдыхе, в культурном росте и учебе, в быту и развлечениях, должен укреплять его физические и нравственные силы, способствовать развитию многообразных духовных способностей членов общества, порождать в них чувство эстетического удовлетворения и патриотизма. Но, кроме этого, город должен быть еще и достаточно экономичным как в строительстве, так и в эксплуатации. Чтобы города отвечали всем этим требованиям, нужно приложить много напряженного труда специалистам самых разных направлений, ибо градостроительство – это синтетический процесс, где техника теснейшим образом переплетается с экономикой, социологией, санитарией и эстетикой.

В настоящее время преобразование и развитие старых городов, как альтернатива бытовавшему ранее приоритету строительства новых, приобретает все большее значение. Коренные преобразования происходят в идеологии, стратегии и тактике обновления и реконструкции застройки. Появились нетрадиционные собственни-

ки, арендаторы, и, главное, инвесторы, участвующие в процессах градостроительно-реконструктивной деятельности. Государство и муниципалитеты не способны в полном объеме финансировать эту деятельность. Интересы нетрадиционных инвесторов при строительстве, ремонте и реконструкции очень часто вступают в противоречие с потребностью города и горожан, особенно малообеспеченной их части. Банки, акционерные общества, промышленно-финансовые юридические и физические лица при преобразовании жилой недвижимости преследуют цель получения максимальной прибыли, часто в ущерб общепризнанным правилам организации городской среды. Городские власти призваны добиваться упорядочения и развития городских систем, в том числе планировочных, транспортных, инженерного обеспечения с соблюдением общегородских интересов. Ведущее место занимают научно-обоснованные методы урбанизации и инженерии – профессионального решения вопросов реконструкции, ликвидации последствий естественного износа продукции градостроительной деятельности. Улучшение неблагоприятных природных условий или восстановления окружающей среды. Тем более что очень часто природные недостатки были усугублены антропогенными воздействиями.

Градостроительный проект в большей степени является предметом политической и финансовой деятельности, а не архитектурно-пространственной программы развития и реконструкции городской территории. С одной стороны, между муниципалитетами, отстаивающими общегородские интересы, и жителями района, поскольку их интересы в большинстве случаев не совпадают с городскими. С другой стороны, особо значительной – процесса выработки на уровне проектов детальной планировки таких решений, которые были бы приемлемы как для городских властей, так и для частного капитала, – потенциального инвестора в реконструкцию и развитие территории. Кроме того, считается, что адресное проектирование, удовлетворяющее социально-культурные запросы коллективного и даже индивидуального жителя, позволяет создать жизнеспособную, наделенную индивидуальными чертами жилую среду. Такой подход порождает некоторую неопределенность, поскольку необходимо учитывать интересы разных категорий жителей, проводить социологи-

ческие обследования среди горожан, выяснять их расположенность и приоритетность тех или иных факторов, из которых складывается городская среда. В настоящее время степень неопределенности возросла. Градостроительство приобретает социальную направленность и неопределенность сказывается прежде всего на уровнях проектирования и реконструкции локальных старо-городских жилых территорий. Особо остра проблема инвестирования капитальных вложений в реализацию замыслов преобразования городской среды. Реконструируемое пространство организуют для достижения двух целей. Во-первых, вдохнуть в сложившуюся застройку новую жизнь, наполнить современным содержанием. Тем самым спасти от отмирания и разрушения, вторжения транспортных потоков и чужеродных зданий, органически не связанных со старой застройкой. Поиску путей сочетания нового и старого уделяется много внимания. Осуществляют социальное переустройство городской среды, создавая иерархическую систему планировки с функциональным зонированием территории.

В настоящее время реконструкция представляет собой основную форму градостроительной деятельности в России. Сейчас наблюдается тенденция реорганизации планировочной структуры центров городов, преобразование исторической среды и отдельных зданий. В районах относительно более позднего освоения имеет место реконструкция находящихся на грани разрушения полноэтажных пятиэтажек, создания вокруг них полноценной с современных позиций среды обитания, благоустройства межмагистральных территорий, приспособление их к передаче в управление товариществам жильцов, расположенных на этих территориях домов. Наиболее сложна модернизация центральных зон.

В условиях реконструкции центров городов, насыщенных исторически ценными зданиями и ансамблями, к крупномасштабным изменениям планировочных структур подходят с осторожностью. Во многих городах, особенно в центральной части, осталось много ветхого жилья, находящегося в плачевном состоянии. Такая ситуация – результат естественного старения зданий в центральной части исторического города, срок их службы превышает сто лет, кроме этого, в годы индустриализации, военного и послевоенного периода сложились экстремальные условия формирования жилого

фонда, впоследствии сопровождающиеся хроническим дефицитом средств, вкладываемых в капитальный ремонт и текущее содержание. Одной из самых острых социальных проблем сегодняшнего дня является проблема улучшения жилищных условий граждан, проживающих в ветхом жилом фонде. Вместе с тем не менее важной задачей является возрождение историко-архитектурного облика города. Сочетание высокой историко-культурной ценности и плохого физического состояния таит в себе угрозу утраты художественно-эстетического облика города, поскольку имеется недостаточная прочность зданий и изношенность инженерных сетей. Необходимо подчеркнуть еще одну роль программ ликвидации ветхого жилого фонда. Опыт зарубежных стран показывает, что именно программы жилищного строительства являются локомотивами, позволяющими вытянуть экономику после затяжных кризисов в обществе. Именно здесь объединяются интересы индустрии, инвесторов, органов власти и граждан. Подъем жилищного строительства неизбежно приводит к развитию других сфер производства. Дорожно-транспортная сеть рассматривается как планировочный каркас города. Исключительное место занимает транспорт в жизни городов. Крупный город – это сгусток транспортных путей и средств передвижения, обеспечивающих как нормальное функционирование его экономики, так и активную жизнедеятельность людей.

Большая часть существующих на земле городов, сложившихся в прошлые столетия, мало пригодна для нормального движения современных транспортных средств. Между тем транспорт по своей природе призван всемерно экономить наше время. Известный афоризм «время-деньги» в наше время приобретает новый смысл, так как это «драгоценное» время зачастую «съедается» самым бесполезным образом при поездках на работу и обратно. Нередки случаи, когда на такие разъезды в крупных городах тратится по два, а то и по три часа в день. Сколько мог бы сделать человек за эти потерянные часы в течение года! Нерациональное расселение жителей на территории города заставляет содержать излишний транспортный парк и целую армию занятых в нем людей. В больших городах многие тысячи пассажиров в переполненном транспорте едут утром в одном направлении и столько же движется им навстречу. Оптимальность

системы городских сообщений во многом зависят от целесообразного размещения различных элементов города. Формирование такой системы – дело сложное, потому что и в ней самой кроется немало противоречий. Создать принципиально новую уличную сеть, отвечающую требованиям скоростного и вместе с тем безопасного движения при исторически сложившейся планировочной структуре городов, закреплённой вросшим в землю камнем и бетоном, конечно, нелегко. И прежде всего потому, что этот камень и бетон обычно не что иное, как капитальные дома, которые придется разрушать, строить новые дома для жителей, выкорчевывать старые и прокладывать новые подземные коммуникации, дороги.

Наиболее сложные транспортные проблемы возникают в центрах крупных городов. Здесь одновременно сосредотачиваются и максимальное число автомобилистов, пассажиров и наибольшие потоки пешеходов, интересы которых из-за недостатка «жизненного пространства» трудно примерить. Все качественные стороны городского центра материализованы в десятках, сотнях зданий, где люди выполняют комплекс взаимно необходимых функций. Можно было бы, конечно, попытаться нарочито разбросать все административные, деловые, общественные, торговые, зрелищные здания равномерно по всей обширной территории города, а на месте центра организовать только жилой район. Но при таком решении город сразу потерял бы ряд важнейших и органически присущих ему свойств и качеств; подобное устройство противоречит современному понятию «города» вообще как в отношении его социальной организации, так и в отношении архитектурно-планировочной структуры.

### **Библиографический список**

1. Алексеев Ю.В. Градостроительные основы развития и реконструкции жилой застройки. Научное издание. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009.
2. Добронравова В.Ф. Реконструкция зданий, сооружений и застройки. – М.: МГУП, учебное пособие.
3. Страшнова Ю.Г. Особенности градостроительного планирования развития жилых территорий при комплексной реконструкции.- М.: МАРХИ, 2002.

**Abstract.** Examines the scientific and methodological basis for the design, formation and development of modern cities and settlement systems. The analysis of modern trends in the transformation and development of cities.

**Keywords:** urban planning, residential construction, reconstruction of residential development, the transport system of the city.

УДК 502/504: 627.8

## РОЛЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*М.И. Зборовская, В.А. Зимнюков  
РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация.** Статья посвящена роли водных объектов в поддержании устойчивого развития урбанизированной среды как важному звену в экологической системе городской среды, который является одним из главных средообразующих элементов и, в то же время, конечный элемент этой системы, отражающий все состояние урбанизированной территории.

**Ключевые слова:** водный объект, река, водоем, экологическая устойчивость, безопасность городской среды, урбанизированная среда, природоприближенное восстановление водного объекта, ренатурирование, ревитализация, экологический каркас территории, ландшафт, водосбор.

Большую роль сегодня в устойчивом развитии городских территорий играет экологический каркас урбанизированной территории (ЭКТ) – специальная система с ограниченным природопользованием, способная поддерживать экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта, экологическое равновесие в регионе.

Водотоки и водоемы – неотъемлемая часть этой системы, обе-

спечивающая её устойчивое функционирование. Поддержание водных объектов на должном уровне позволяет считать экологический каркас на территории достаточным и действующим, охватывающим весь водосборный бассейн данного водного объекта. Реки являются линейным элементом экологического каркаса. Их важнейшая функция – транспортная, заключается в снабжении территории важнейшим ресурсом – водой и в формировании миграционных путей. В городе на реках базируется природный комплекс и происходит накопление и распространение биоты, а также формирование климатических особенностей города и экологически благоприятных условий проживания.

Следовательно, формирование экологически привлекательной речной сети в черте города является важнейшей и неотъемлемой частью устойчивого развития городской среды и здоровья населения.

В соответствии с имеющимися на сегодняшний день результатами исследований [1,2], формирование экологически привлекательной речной сети в черте города возможно только при соблюдении следующих условий:

- максимальное сохранение речных долин, способное обеспечить саморегуляцию природного комплекса;
- сохранение непрерывности речной сети, поскольку игнорирование этого условия – забор участков рек в коллекторы, использование прибрежных территорий под застройку различного функционального назначения – приводит к фрагментации ландшафта, изменению гидрогеологической обстановки (подтоплению территорий, повышению уровня грунтовых вод) и ускоряет разрушение природного комплекса;
- сохранение видового разнообразия растений и животных, которые, во-первых, являются индикаторами качества условий обитания, во-вторых, активно воздействуют на экосистему, в-третьих, обладают рекреационной привлекательностью;
- обеспечение связи пойменных и прибрежных территорий с крупно площадными объектами природного комплекса города и создание на базе гидросети города единой системы устойчивого озеленения городских территорий.

По имеющимся данным, обобщающим опыт разных стран, необходима реализация программ, обеспечивающих «восстановление водотоков на уровне периода, предшествующего индустриальному ос-

воению данного региона». Как правило, в подобных случаях проводятся мероприятия, «направленные не только на улучшение качества вод реки, но и на реконструкцию на ней гидротехнических сооружений, традиционных для этого периода» (в том числе старинных, составляющих культурное наследие), создание или охрана биоразнообразия с одновременным обеспечением доступности для рекреации [1,3].

В настоящее время в Центральной Европе реализуется проект «REURIS», в Великобритании – проект «River Restoration Center» (RRC) [4]. Приоритетные направления проектов: с восстановления городских малых рек целесообразно начинать планомерное управление природным комплексом города; возвращение рекам природоприближенного состояния делает возможным их использование в качестве зон отдыха; реализация проектов такого рода позволяет ставить и решать задачи экологического образования городского населения.

Увеличение «запечатанности» водосборной территории в городской черте, и частичная канализация водотоков изменяют паводковый режим водотоков: нарушаются процессы естественного самоочищения рек; ликвидируются речные долины; проектирование и строительство коллекторов не предусматривает выполнение дренажных функций окружающих территорий. Кроме этого, происходит заиливание коллекторов, ведущее к необходимости проведения затратных работ по их промывке и очистке и др.

Осуществление же регламента водоохраных мероприятий сопровождается решением благоустроительных задач, улучшением состава поверхностного стока и т. д. Формирование качества стока зависит от степени вовлечения территории в градостроительную деятельность, уровня благоустройства и порядка уборки и содержания территорий.

В формировании речного стока значительную роль играет «подземная» составляющая, компонентами которой являются: инфильтрационный грунтовый сток от атмосферных осадков; транзитные грунтовые потоки; подпитка из подземных горизонтов.

Общеизвестно, что атмосферная вода, проходящая через воздушный бассейн и водосборную территорию города, должна выполнять санитарно-экологическую роль, унося загрязнения и освежая воздух. Однако река, заключенная в трубу, не может принимать участие в выполнении этой функции.

Поэтому одной из важных задач интегрированного управления водными ресурсами является восстановление естественной гидрологической сети города, а также оптимизация системы сбора и очистки поверхностного стока, а это проблема ландшафтного переустройства города таким образом, чтобы вернуть рекам и ручьям выполнение роли санитарно-экологической очистки города, минимизации подтопления городской территории, эффективного отвода экстремального паводкового и дождевого стока [3]. Данная задача для Москвы представляется особенно трудно выполнимой, поскольку современная высотная застройка изменяет не только водосборы, но и «съедает» городские ландшафты.

Примером экологического коридора в городе Москве может являться долина реки Сетунь – своеобразный экологический коридор, сохранивший территориальную связь с загородными природными ландшафтами и являющийся путем проникновения и расселения животных в городе. Это обеспечивает возможность расселения на этой территории многих видов животных, свойственных лугам, кустарниковым зарослям, опушкам и подобным им биотопам, которых в пределах Москвы осталось крайне мало, поскольку именно они в первую очередь подвергаются градостроительному освоению.

Каждая долина малой реки является областью разуплотнения горных пород, что приводит к формированию трещин бортового и донного отпора, то есть линейно сопровождающей долину зоны повышенной водопроницаемости. Этому обязаны своим существованием подрусловые потоки подземных вод в долинах. Даже при заборе реки в трубу или засыпке грунтом подрусловой поток сохраняется неопределенно долгое время. В Москве «исчезнувшие» реки продолжают жить в форме подрусловых потоков подземных вод, выполняя роль дрена для грунтовых вод или сопровождая коллекторы сточных вод, проложенные по тальвегам и руслам. Именно с такими явлениями исследователи сталкиваются в бывших долинах Пресни, Золотого Рожка, Андреевского ручья и др.

Часть малых рек Москвы обустроена набережными, декоративными и берегоукрепительными сооружениями, шпунтовыми стенками: Яуза, Сходня и некоторые другие реки в нижнем течении или в районах престижной застройки. На этих участках осуществля-

ется гидравлическая связь грунтового потока с рекой через систему дренажных призм и водовыпусков.

Высказанные соображения обосновывают необходимость совместного управления и поверхностными и подземными водами в речных долинах, в частности, при назначении водоохраных зон, функциональном зонировании территории, проектировании инженерных сооружений защиты и реабилитации природного комплекса города.

До сих пор для городского населения долины рек в городе служат фактором оптимизации агрессивного для человека техногенного пространства. Они приобретают значение зрительного барьера, расчленяющего видимое поле, что создает впечатление изоляции от соседних жилых массивов, относительной замкнутости группового пространства и связанного с ней ощущения независимого автономного существования. При переуплотнении в больших городах это защищает от так называемого стресса присутствия, оптимизирует видеоэкологическую обстановку.

В этой полифункциональной зоне складываются острые социальные, экономические и экологические противоречия, настоятельно требующие разрешения. Это возможно только путем разработки и соблюдения научно обоснованных индивидуальных режимов использования, восстановления и охраны природных комплексов малых рек. Этот подход должен получить приоритетное развитие как при решении архитектурно-планировочных задач, так и при экономической оценке земель [5,6].

### **Библиографический список**

1. Пономарёв А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий / Учебные записки Казанского университета. – 2012. – Том 154. Кн.3. – 140 с.
2. Румянцев И.С. и др. Природоприближенное восстановление и эксплуатация водных объектов. М., 2001.
3. Зимнюков В.А., Зборовская М.И., Кондратьев Л.И., Чуприна Я.Н. Анализ систем управления и контроль за состоянием водоемов г. Москвы // БЭС (Безопасность энергетических сооружений). Научно-технический сборник НИИЭС. – М.: 2006. С. 137-146.
4. Крамер Д.А., Неруда М., Тихонова И.О. Европейский опыт

ревитализации малых рек. Выпуск №2, 2012 г. «Биология. Экология. Естественные науки о земле». С. 112-128.

5. Бойкова И.Г., Волшаник В.В., Карпова Н.Б., Печников В.Г., Пупырев Е.И. Эксплуатация, реконструкция и охрана водных объектов в городах: Учебное пособие для ВУЗов – М.: изд-во АСВ, 2008, 256 с.

6. Остроумов С.А., Котелевцев С.В. О роли и месте концепций экологической безопасности в системе биологической и химической безопасности // Ecological Studies, Hazards, Solutions, 2009, том 13, с. 118-121.

**Abstract.** *Article focuses on the role of water bodies in maintaining sustainable urban environment as an important link in the ecological system of the urban environment, which is one of the main habitat-forming elements and, at the same time, the final element of this system, which reflects the state of all urbanized areas.*

**Keywords:** *water body, river, environmental sustainability, safety of urban environment, naturalized restoration of water body ecological framework territory, revitalization, landscape, watershed.*

УДК 502/504: 627.8

## **УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ**

**В.А. Зимнюков, М.И. Зборовская, А.В. Белавкин**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена вопросам реконструкции, реставрации и восстановления гидротехнических сооружений. В том числе с учетом экологических факторов и составляющей культурно-исторического наследия сооружений. Многие гидротехнические сооружения нуждаются в грамотной эксплуатации и реконструкции, так как недостатки в этой области влекут за собой аварии сооружений и экологические нарушения.*

***Ключевые слова:** гидротехническое сооружение, реконструкция, реставрация, восстановление сооружения, технологии реконструкции и реставрации, жизненный цикл сооружения, экологические факторы, объект культурного наследия.*

Тема реконструкции, реставрации и восстановления гидротехнических сооружений крайне актуальна в условиях современного экономического роста России, развития сельскохозяйственного производства.

Большая часть гидротехнических сооружений находится в ограниченно работоспособном состоянии, а некоторые сооружения полностью исчерпали весь свой эксплуатационный ресурс и достигли предельных состояний, особенно сооружения III-IV класса, 95 % которых находятся в аварийном состоянии и требуют принятия срочных мер.

В сложившейся ситуации остро стоит вопрос о продлении эксплуатационно-технического ресурса сооружений, их модернизации в соответствии с меняющимися технико-экономическими требованиями. Особое внимание обращают на себя технологии, позволяющие проводить реконструкцию сооружений не выводя, или частично выводя их из эксплуатации.

Также в России находится немало гидротехнических сооружений (плотин, дамб и т.д.), внесенных в реестр памятников истории и культуры народов РФ, на которые распространяются требования и ограничения, предусмотренные законодательством в сфере сохранения объектов культурного наследия. Эти плотины относятся, как правило к IV классу, были сооружены в усадьбах, на заводах, мануфактурах, в основном в 18-19 веках. Зачастую эти сооружения можно уже отнести к устоявшимся элементам местного ландшафта.

Зачастую заброшенные и бесхозные сооружение ГТС, несут огромную опасность как для местного населения, так и для экологии целых районов, а зачастую угрожают безопасности проживания на этих землях населению, посевам и животным. Даже на территории города Москвы находятся объекты гидротехнических сооружений под охраной Министерства культуры Российской Федерации в аварийном состоянии, причем относящиеся к памятникам федерального

значения. Например, Борисовская плотина в районе Орехово-Борисово ЮАО г. Москвы. Плотину построили в начале XVII века. Указ о строительстве издал Борис Годунов. Поэтому плотину называли тогда Цареворисовской. Сегодня плотина находится в состоянии, требующем срочного восстановления, реконструкции и реставрации.

Первое, с чего должен начинаться проект реконструкции – сбора и анализа максимально объективной информации об объекте: условиях его эксплуатации, воздействующих факторах, текущем эксплуатационно-техническом состоянии и т.п. Особенно важно уделить внимание инженерно-техническому обследованию объекта с анализом причин, вызывающих те или иные деструктивные процессы, четкими рекомендациями по предотвращению влияния таких причин и конкретными рекомендациями для проектной организации по, возможно применимым при планируемой реконструкции, технологиям и материалам.

Часто при реконструкции сооружений существует необходимость проведения бетонных работ. В настоящее время на отечественном рынке представлено достаточно много компаний-производителей специальных материалов для ремонта и гидроизоляции железобетонных сооружений. Стоит обратить внимание, что, выбирая те или иные материалы, необходим комплексный подход, знание особенностей применения и принципов действия выбранных материалов. Например, применяя материалы проникающего действия надо знать, что движущей силой процесса проникновения является градиент концентраций порового раствора и его низкие показатели поверхностного натяжения, при этом уплотнение и гидроизоляция пор бетона происходит в результате сложных реакций образования сульфоалюминатов кристаллогидратов солей кальция. Понятно, что для эффективного протекания такой реакции необходимо наличие свободных ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в поровом растворе. Это свойственно для относительно нового бетона. В «старом» бетоне гидротехнических сооружений свободных ионов  $\text{Ca}^{2+}$  на порядки меньше, чем в новом, а значит и процесс проникновения и уплотнения поровой структуры, в таком случае, будет иметь поверхностный характер.

За последние годы на отечественном рынке появилось достаточно много различных материалов и оборудования для инъекци-

онных работ. По нашему мнению, это одни из самых эффективных и надежных технологий укрепления и гидроизоляции бетонных (каменных) сооружений. Ведь подбирая инъекционный состав, технические приспособления и оборудование можно решить большинство проблем бетонных структур, при этом, не выводя сооружение из эксплуатации. А затраты времени на устранение определенных дефектов могут быть на порядок меньше по сравнению с применением традиционных технологий.

Важным моментом сегодня является понятие жизненного цикла сооружений при исследовании возможности реконструкции, реставрации или демонтажа сооружений. При этом зачастую решается вопрос о том, насколько значимо данное сооружение или его демонтаж с точки зрения экологии и устойчивого развития окружающей природной среды.

Жизненный цикл гидротехнического сооружения начинается со стадии предпроектных работ, проектирования. Затем следует стадия строительства. После осуществления строительства сооружение вводится в эксплуатацию, вместе с этим сооружение идентифицируется и вносится в регистр гидротехнических объектов. Но в результате эксплуатации могут возникнуть ситуации, когда сооружения будут нуждаться в реконструкции, реставрации или расширении. Один из возможных случаев, когда возникает необходимость проведения реконструкции – это несоответствие критерия безопасности [1].

Для контроля состояния безопасности гидросооружения и диагностирования его эксплуатационного состояния должны выбираться наиболее значимые показатели в Декларации безопасности сооружения [2, 3].

Памятник истории и культуры федерального значения XVII века Борисовская плотина расположена в конце Борисовского пруда между его северным и южными берегами, а Борисовский пруд является последним и самым большим прудом Царицынского каскада на реке Городне и её притоках. Согласно Постановлению Правительства Москвы № 38 от 19.01.1999 г. долина реки Городни в Братеево также является территорией природного комплекса.

В соответствии с распоряжением Правительства г. Москвы №853 - РП от 20.05.2005 г. «О развитии государственного учреж-

дения культуры города Москвы «Государственный историко - архитектурный и ландшафтный музей – заповедник «Царицыно» ГУП «Мосводосток» разработана и утверждена проектно-сметная документация, в том числе на IV пусковой комплекс «Борисовская плотина и экологическая реабилитация поймы реки Городни до Люблинской улицы» (распоряжение Правительства г. Москвы №45 – РЗМ от 25.06.2010 г.). Проект предусматривает реконструкцию водосбросного сооружения, инъекционное укрепление бутовой кладки белокаменной плотины с последующей реставрацией облицовки.

В 2007-2008 г.г., в ходе выполнения работ по очистке Борисовского пруда, проведены археологические и исследовательские работы, расчищены фундаменты плотины, белокаменная кладка и фундаменты водяной мельницы, демонтировано берегоукрепление верхового откоса плотины.

Реконструктивные работы на плотине планировались с осени 2008 г. Однако из-за сложившейся экономической ситуации и отсутствия финансирования работы не были выполнены до конца и до настоящего времени не проведены, что вызывает определенные существенные риски при эксплуатации данного сооружения в отличие, например, от сооружений Рублевского гидроузла, где работы по реконструкции и реставрации были выполнены [4].

В гидротехническом строительстве вопросами риска аварии инженеры начали заниматься сравнительно недавно из-за уникальности природно-технической системы «плотина – основание – водохранилище». Исследования риска аварий на плотинах обуславливаются двумя основными причинами: неопределенностью влияний окружающей среды и реакций плотин на эти влияния, и высокой социально-экологической и социально-экономической ценой аварий на плотинах.

По версии Международной комиссии по большим плотинам (ICOLD) под риском аварии на плотине понимается “мера вероятности и тяжести негативных эффектов для жизни, здоровья, собственности или состояния окружающей среды”. Рекомендуются оценивать риск в виде математического ожидания последствий реализации нежелательного события (как произведение вероятности отрицательного события на математическое ожидание величины его

последствий) или в виде определенной комбинации (сценария) вероятностей реализации событий и связанных с ними последствий. Таким образом, риск зависит от вероятности аварии сооружения и от ее последствий и нередко представляет собой существенную величину, даже если вероятность аварийного события очень мала.

Исходя из вышесказанного тема исследований в области реконструкции, реставрации и восстановления является очень актуальной. К гидросооружениям предъявляются с каждым годом все более высокие требования по устойчивости, безопасности, энергоэффективности, что в свою очередь требует использования самых современных методов проектирования (использование численного моделирования с использованием современных программных комплексов, GIS технологий) и материалов. Во всех этих исследованиях при этом очень важную роль играет учет экологических факторов как при выборе способов, материалов, технологий, так и при определении направления жизненного цикла гидротехнических сооружений.

### Библиографический список

1. Малик Л.К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. Проблемы безопасности. М.: Наука, 2005. – 354с.
2. Соловьев А.Н. Опасности декларирования ГТС, эксплуатирующихся длительное время // Безопасность энергетических сооружений. 2000. Вып. 7. С.108-112.
3. Федеральный закон от 21.07.97г. №117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений». Собрание законодательства РФ. 1997 .
4. Зимнюков В.А., Зборовская М.И., Кондратьев Л.И., Кавжарадзе Г.В. О безопасности гидротехнических сооружений Рублевского гидроузла // Природообустройство. Научно-практический журнал. – М.: №4, 2012. С. 29-38.

**Abstract.** *The article deals with the reconstruction, restoration and rehabilitation of hydraulic structures. Including taking into account environmental factors and components of cultural heritage buildings. Many hydraulic structures require competent operation and reconstruction, as the shortcomings in this area entails crash structures and environmental violations.*

**Keywords:** Hydraulic structures, reconstruction, restoration, rehabilitation of structure, reconstruction and restoration technologies, the life cycle of structure, environmental factors, cultural heritage sites.

УДК 624.082

## **ВЛИЯНИЕ НА ВНУТРЕННИЕ УСИЛИЯ В СТЕНАХ ПОДЗЕМНЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ПРОФИЛЯ ИХ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ**

**Т.К. Ксенофонтова**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Рассматривается работа стен подземных прямоугольных железобетонных резервуаров для воды, выполненных из типовых стеновых панелей. Получено, что учет профиля поперечного сечения стен оказывает существенное влияние на их работу. Не учет этого фактора может привести к нарушению прочности стен в местах их защемления в щелевой паз.*

**Ключевые слова:** *подземные железобетонные резервуары, стеновые панели, расчетные случаи, изгибающие моменты, метод конечных элементов.*

В настоящее время для быстрого расчета стен подземных железобетонных резервуаров широко используют зависимости, в которых стены рассматриваются как статически неопределимые балки шириной 1 пог. м постоянной толщины [1, 2].

Расчетными случаями для стен подземных резервуаров для воды являются: случай испытания водой необвалованного грунтом резервуара и случай работы стен в стадии строительства или ремонта, когда в засыпанном грунтом резервуаре нет воды. Изгибающие моменты от гидростатического давления воды на уровне щелевого паза, в который заделаны стеновые панели стен резервуара, и в пролете между верхом стены и щелевым пазом определяются по формулам:

$$M_{ow} = \frac{p_w \cdot l^2}{15}, \quad M_{lw} = \frac{p_w \cdot l^2}{33,3}, \quad (1)$$

где  $l$  – высота стеновой панели от щелевого паза до верха стены;

$p_w = \gamma_w \cdot l \cdot \gamma_f$  – ордината гидростатического давления воды на уровне щелевого паза.

Изгибающие моменты от бокового давления грунта  $p$  в тех же сечениях определяются по зависимостям:

$$M_{op} = - \left( \frac{p_2 - p_1}{15} + \frac{p_1}{8} \right) \cdot l^2$$

$$M_{lp} = - \frac{p_2 - p_1}{6l} x_l^3 - 0,5p_1 x_l^2 + (0,1p_2 + 0,275p_1) \cdot l \cdot x_l, \quad (2)$$

где  $x_l$  – находится из уравнения:

$$x_l^2 + \frac{2p_1}{p_2 - p_1} l \cdot x_l - \left( 0,75 \frac{p_1}{p_2 - p_1} + 0,2 \right) \cdot l^2 = 0.$$

В настоящее время для расчета конструкций широко используется метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в различных расчетных программах. Этот метод позволяет учитывать геометрические особенности конструкций. В частности, стеновые панели, используемые для стен прямоугольных резервуаров для воды, имеют по высоте переменную толщину. Приведенные выше зависимости (1) и (2) не учитывают этого фактора. Для оценки влияния изменения жесткости стен по высоте были выполнены сравнительные расчеты с использованием программного комплекса «ЛИРА-САПР 2013». Расчеты производились для стен из стеновых панелей высотой 4,8 и 6,0 м.

Изменение жесткости стеновых панелей по высоте оказывает существенное влияние на внутренние усилия. В пролетном сечении имеет место уменьшение величины изгибающих моментов, вычисленных по МКЭ, по сравнению с результатами, полученными по формулам (1) и (2). При гидростатическом давлении воды для стен высотой 4,8 м изменение составляет 21,4%, для стен высотой 6,0 м – 30%. От бокового давления грунта для стен высотой 4,8 м момент уменьшился на 16,5%, для стен высотой 6,0 м – на 25,9%.

В опорном сечении стеновых панелей изгибающий момент, рассчитанный по формулам (1) и (2), получается значительно меньше чем по МКЭ. Для стен высотой 4,8 м от гидростатического дав-

ления воды – на 15,2%, от бокового давления грунта – на 18,75%. Для стен высотой 6,0 м соответственно на 21,6% и 23,4%.

Таким образом, расчет, выполненный без учета переменной жесткости стен по высоте, может не только не обеспечить необходимую трещиностойкость стен резервуара в опорных сечениях, но и привести к недостаточной прочности этих сечений и разрушению стеновых панелей.

### Библиографический список

1. Белецкий Б.Ф., Зотов Н.И., Ярославский Л.В. Конструкции водопроводно-канализационных сооружений. Справочное пособие. – М.: Стройиздат, 1989. – 450 с.
2. Семенов В.Б., Ксенофонтова Т.К. Железобетонные резервуары для воды. Учебное пособие. – М.: МГМИ, 1992. – 131 с.

**Abstract.** *We consider the work of the walls of underground reinforced concrete rectangular water tanks made of standard wall panels. It was found that the inclusion of cross-sectional profile of the walls has a significant impact on their work. Not taking into account this factor may impair the strength of the walls in places of their entrapment in the slit groove.*

**Keywords:** *underground concrete tanks, wall panels, settlement cases, bending moments, finite element method.*

УДК 534.1

## НЕЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ СООРУЖЕНИЯ ПРИ УЧЁТЕ СЛУЧАЙНОГО НЕСТАЦИОНАРНОГО ХАРАКТЕРА СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

**В.А Перов, А.Г. Шевляков**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Рассматривается методика расчёта статистических характеристик многоэтажного сооружения, основанию которого сообщается горизонтальное поступательное движение*

(модель сейсмического воздействия) при учёте нелинейного характера движения сооружения, которое связано с влиянием сил тяжести при немалых отклонениях от оси.

**Ключевые слова:** сооружение, случайный нестационарный характер, сейсмическое воздействие, система дифференциально-разностных уравнений колебаний.

Вынужденные нелинейные колебания сооружения выражаются через относительные перемещения ригелей  $w_k(t)$ , которые связаны дифференциальными уравнениями вида

$$m_k \frac{d^2 w_k}{dt^2} + 2\varepsilon_k \frac{dw_k}{dt} + \frac{12EJ_k}{l_k^2} (-w_{k-1} + 2w_k - w_{k+1}) + \frac{12EJ_k}{l_k^2} \mu_k w_k^3 = -m_k a_0(t). \quad (k=1,2,\dots,N) \quad (1)$$

Здесь -  $m_k$  - масса ригеля каждого этажа,  $EJ_k, l_k$  - изгибная жёсткость и длина стоек этажа,  $\varepsilon_k$  - коэффициент демпфирования стоек этажей.

Для ускорения основания  $a_0(t)$  возьмём модель нестационарного случайного процесса [1] (сейсмическое воздействие)

$$a_0(t) = A(t) \cdot \varphi(t), \quad (2)$$

где  $\varphi(t)$  - случайная стационарная функция,  $A(t)$  - детерминированная функция времени

$$A(t) = A_0(t) \exp(-ct), \quad A_0(t) = \begin{cases} 0, & t = 0 \\ A_0, & t > 0. \end{cases} \quad (3)$$

В дальнейшем будем считать, что коэффициенты  $\mu_k$  достаточно малы и колебания сооружения будут приближённо описываться системой дифференциально-разностных уравнений

$$m_k \frac{d^2 w_k}{dt^2} - \left( b_k \frac{d}{dt} + c_k \right) \nabla_k^2 w_k = -m_k a_0(t), \quad (k=1,2,\dots,N) \quad (4)$$

где  $\nabla_k^2$  - конечные разности второго порядка.

Для частот собственных колебаний имеем

$$\omega_j^2 = 2\omega_{0k}^2(1 - \cos \alpha_j),$$

$$(j=1, 2, \dots, N) \quad (5)$$

Здесь величина  $\cos \alpha_j$  определяется из решения уравнения  $\sin \alpha - \sin(N+1)\alpha = 0$  (6)

и используется обозначение  $\omega_{0k}^2 = 2EJ_k / m_k l_k^3$ .

Представим динамическое перемещение  $w_k(t)$  и ускорение  $a_0(t)$  в виде разложения по формам собственных колебаний  $W_{jk}$  [2]:

$$w_k(t) = \sum_{j=1}^N f_j(t) \cdot W_{jk},$$

$$a_0(t) = \sum_{j=1}^N a_j(t) \cdot W_{jk}, \quad (7)$$

где  $j$  – номер формы,  $k$  – номер массы и для форм имеем соотношение  $W_{jk} = \sin \alpha_{jk}$ .

Для обобщённых координат  $f_j(t)$  имеем систему независимых дифференциальных уравнений

$$\frac{d^2 f_j}{dt^2} + 2\varepsilon_j \frac{df_j}{dt} + \omega_j^2 f_j = -a_j(t). \quad (8)$$

Здесь введены обозначения

$$\varepsilon_j = \frac{b_k}{2m_k}, \quad a_j(t) = a_0(t) \cdot d_j, \quad d_j = \left( \frac{\sum_{k=1}^N W_{jk}}{\sum_{k=1}^N W_{jk}^2} \right)^{-1}. \quad (9)$$

В качестве статистических характеристик берём элементы матрицы корреляционных функций  $K_{f_j f_k}(t_1, t_2)$ , определяемые по формуле

$$K_{f_j f_k}(t_1, t_2) = d_j d_k \int_0^{t_1} \int_0^{t_2} h_j(t_1 - \tau_1) h_k(t_2 - \tau_2) K_{a_0}(\tau_1, \tau_2) d\tau_1 d\tau_2, \quad (10)$$

где для корреляционной функции  $K_{a_0}(\tau_1, \tau_2)$  берём выражение через корреляционную функцию  $K_\varphi(\tau_1, \tau_2)$ , для которой имеем формулу

$$K_{\varphi}(\tau_1, \tau_2) = K_{\varphi}(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} \cos \theta \tau. \quad (11)$$

Здесь обозначены:  $\alpha$  – коэффициент корреляции,  $\theta$  – преобладающая частота сейсмического воздействия,  $\tau = \tau_1 - \tau_2$ .

Для импульсных переходных функций берём выражения:

$$h_j(t - \tau) = e^{-\varepsilon_j(t-\tau)} \sin \omega_{1j}(t - \tau),$$

$$\omega_{1j} = \sqrt{\omega_j^2 - \varepsilon_j^2}. \quad (12)$$

Подставляем (11), (12) в формулу (10) и получаем искомые статистические характеристики.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

Сейсмическое воздействие принималось в виде нестационарного случайного процесса, полученного путём перемножения детерминистической функции времени  $A(t)$  и случайной стационарной функции  $\varphi(t)$ .

Разработана приближённая методика определения компонент матрицы корреляционных функций для N-этажного сооружения при нестационарном случайном (сейсмическом) воздействии на основе сооружения.

### Библиографический список

1. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надёжности в расчётах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971. – 252 с.
2. Перов В.А. Стохастические задачи оптимизации параметров и оценки надёжности нелинейных упругих систем (узлов) машин. – М.: МГУП, 2000. – 232 с.

**Abstract.** *A method of calculating the statistical characteristics of multi-storey structures, the basis of which the reported horizontal translational motion (model seismic effects) when taking into account the nonlinear nature of the motion of the structure due to the influence of the force of gravity at a considerable deviations from the axis.*

**Keywords:** *construction, non-stationary random character and seismic effects, the system of differential-difference equations of oscillations.*

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ВОДОПРОПУСКНЫХ ПЕРЕХОДОВ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ГОФРИРОВАННЫХ СТРУКТУР

**О.Н. Черных<sup>1</sup>, В.И. Алтунин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

<sup>2</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

***Аннотация.** Приводятся результаты экспериментальных гидравлических исследований модели водопропускной трубы, выполненной из гофрированного металла с гладким лотком по дну.*

***Ключевые слова:** металлические гофрированные водопропускные трубы, гидравлические сопротивления, гладкий лоток по дну, модельные исследования, коэффициент шероховатости.*

Впервые водопропускные металлические гофрированные трубы (МГТ) появились в России в 1875 г., за рубежом - в 1896 г. в США. В настоящее время в дорожном строительстве в качестве водопропускных сооружений МГТ широко применяются наряду с бетонными гладкостенными трубами. Они также используются при реконструкции или замене разрушенных водопропускных сооружений, путепроводов и мостов, в том числе и методом «гильзования» (без остановки движения транспортного потока), в качестве альтернативы водосбросным сооружениям на низконапорных гидроузлах придорожных прудов и ландшафтных водных систем и пр. [1].

Наибольший экономический эффект от применения МГТ может быть получен предприятиями, работающими в отдалённых и труднодоступных районах. В России, распоряжением Министерства транспорта РФ ОС-542-р от 17.06.2002 г. рекомендовано применение МГТ при строительстве и реконструкции дорог на территории Сибири и Дальнего Востока.

Однако полномасштабному внедрению современных достижений дорожной науки препятствует отсутствие полноценной нор-

мативно-технической базы, регламентирующей требования к применению новых разработок и корректных расчётов, учитывающих все аспекты их гидравлической работы.

В настоящее время в России для пропуска постоянных и временных водотоков под насыпью автомобильных дорог МГТ используются примерно в 23% реализованных проектных решений. Сооружения из металлических гофрированных структур являются инновационными, поскольку позволяют получить более разнообразные и экономичные конструктивные решения в сравнении с сооружениями из бетонных труб или мостовых переходов с разными габаритными размерами.

Использование МГТ обусловлено их большей экономической эффективностью (на 20-40%) в сравнении с гладкими трубами, а также высокой прочностью, долговечностью, высокой сейсмической устойчивостью, легкостью транспортировки и сборки и отказом от использования большегрузных подъемно-транспортных механизмов. Средний срок их эксплуатации без капремонта составляет 50-70 лет, а при использовании современных средств защиты от коррозии в виде полимерных покрытий и 100 лет. Однако обеспечивается такая длительность только при условии обеспечения гарантированной защиты МГТ от абразивного разрушения водным потоком - применяется гладкий бетонный или асфальтобетонный лоток, укладываемый по дну МГТ.

Поэтому размер и конструкция МГТ принимаются только на основании её гидравлического расчета, который является обязательной и неотъемлемой частью каждого проекта водопропускного сооружения, согласно действующего ОДМ 218.2.001.

Выполнить такой расчет в настоящее время не только затруднительно, но в подавляющем большинстве случаев просто невозможно. Поскольку существующие Рекомендации разработаны на основе гидравлических исследований модели МГТ с одним видом гофра размером 130x32,5 мм. Причем исследования проводились без гладкого лотка по дну. Наличие же гладкого лотка по дну и его размеры (в нашей стране применяются гладкие лотки, занимающие 1/3 или 1/4 внутреннего периметра МГТ) уменьшают гидравлические сопротивления, испытываемые водным потоком, делают их пе-

ременными в зависимости от наполнения трубы при безнапорном режиме работы МГТ, который является расчетным в нашей стране.

Обзор существующих в нашей стране [2] и за рубежом [3]. рекомендаций по гидравлическому расчету МГТ показал следующее. МГТ, в сравнении с гладкостенными трубами, имеют повышенную шероховатость, что определяет большие гидравлические сопротивления в них как при безнапорном, так и при напорном движении водного потока. Величина коэффициента шероховатости « $n$ » при безнапорном движении принимается такой же, как и при напорном движении, хотя имеющиеся исследования свидетельствуют, что значение « $n$ » при безнапорном и напорном движении может быть различным; наличие гладкого лотка заметно снижает шероховатость трубы, и поэтому уменьшает гидравлические сопротивления. В тоже время гладкий лоток занимает часть сечения трубы, что приводит к увеличению гидравлических сопротивлений. Существующие рекомендации по расчету сопротивлений в МГТ с гладким лотком по дну разработаны на основе их экспериментальных исследований при напорном движении без учета влияния размеров лотка. Необходимо провести экспериментальные исследования по изучению сопротивлений при безнапорном движении и установлению зависимости коэффициента шероховатости « $n$ » от наполнения трубы с учетом стеснения сечения трубы гладким лотком. При проектировании МГТ на пропуск расчетного расхода  $Q$  в безнапорном и полупапорном режимах их укладывают с уклоном ( $i_t$ ), равным или превышающим критический уклон ( $i_k$ ). В трубе при этом не формируется гидравлический прыжок и она работает по типу «короткой». Следует провести экспериментальные исследования и установить коэффициенты расхода, коэффициент  $\epsilon$ , глубины на входе и выходе из МГТ с гладким лотком по дну и зависимость  $i_k$  от параметра расхода. В России при выполнении специальных условий допускается проектировать МГТ на пропуск расчетного расхода в напорном режиме, а за рубежом работа в напорном режиме допускается без ограничений. Следует изучить работу МГТ с гладким лотком по дну в напорном режиме, условия её «зарядки», получить значения расчетных коэффициентов и оценить устойчивость напорного режима.

Настоящие экспериментальные исследования МГТ с гладким лотком по дну показали, что существующие рекомендации дают су-

ществленные ошибки. Кроме того, выяснено, что воспользоваться имеющимися зарубежными рекомендациями можно только частично, поскольку используемая за рубежом методика гидравлического расчета отличается от методики, используемой в нашей стране. Выявлено отличие сопротивлений при безнапорном и напорном движении водного потока в ГМТ с гладким лотком.

Даны предварительные рекомендации по определению коэффициентов шероховатости в ГМТ с гладким лотком по дну при безнапорном и напорном движении. Исследованы глубины на входе в гофрированную трубу с гладким лотком по дну и на выходе из неё и предложены расчетные зависимости по их нахождению. Получены данные, свидетельствующие о различии коэффициентов шероховатости в ГМТ без гладкого лотка при безнапорном и напорном движении водного потока.

В сложившихся условиях следует считать важным и актуальным проведение дальнейших гидравлических исследований МГТ различной формы поперечного сечения с гофрами разного размера при наличии гладкого лотка по дну и при его отсутствии, в том числе и синусоидального, применение которого только начато в нашей стране. На основе этих исследований следует разработать Рекомендации по гидравлическому расчету применяемых в РФ конструкций металлических гофрированных водопропускных труб с нормальной и спиральной формами гофра.

### **Библиографический список**

1. Алтунин В.И.. Водопропускные трубы в транспортном строительстве. Гидравлическая работа труб из металлических гофрированных структур/ Алтунин В.И., Черных О.Н., Федотов М.В. – М.: МАДИ, 2012. – 269 с.
2. Черных О.Н. Обобщение опыта строительства дорожных гофротруб из металла / О.Н. Черных, В.И. Алтунин, М.В. Федотов // Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства: сб. науч. тр. ч. II. – М.: МГУП, 2010. – С. 287 - 298.
3. Sutliff K. Caltrans supplement to FHWA culvert repair practices manual. California Department of Transportation, Design Information Bulletin number 83, June 10, 2003.

**Annotation.** Are described results of experimental hydraulic studies of corrugated metal pipe model with a smooth tray on a bottom.

**Keywords:** corrugated metal pipes, hydraulic resistance, smooth tray on a bottom, model researches, roughness coefficient.

УДК 628.(1-21):628.113

## МОНИТОРИНГ ПРУДОВ-КОПАНЕЙ МОСКВЫ

**О.Н. Черных**

*РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В статье дан анализ состояния прудовых гидроузлов Москвы.

**Ключевые слова:** водные объекты, прудовые гидроузлы, натурные обследования.

Злободневной проблемой современности стало ухудшение качества природных вод и состояния водных систем в результате возросшей антропогенной деятельности. Накопление и рассеяние веществ антропогенного происхождения по всей планете не оставили в стороне пресноводные экосистемы, качество воды которых существенно изменилось за последние десятилетия. Особенно ярко это можно проследить на водных объектах мегаполиса.

Плотность населения на единицу площади водной поверхности водных объектов Москвы в начале XXI века составляла примерно 0,31 чел/м<sup>2</sup> или 3,2 м<sup>2</sup> водоёма на 1 жителя. Для Московской области эта цифра на порядок выше – 22,9 м<sup>2</sup>/чел. Три столетия назад в Москве насчитывалось около 850 прудов и озёр. Однако многие пруды в Москве были засыпаны, а на их месте теперь красуются дома, магазины и офисные здания. В период интенсивной застройки Москвы, примерно 50 лет тому назад, было образовано наибольшее количество копаных прудов (каскад прудов в парке «Дружба», пруды на ул. Гончарова, ул. Кравченко, ул. Усиевича, у Дворца пионеров, в Олимпийской деревне, пруд Дунай и др.). На сегодняшний

день в Москве разного происхождения осталось около 500 прудов. Казалось бы, не мало, но, судя по их состоянию: заросшие берега, цветущая вода, а некоторые водоёмы уже успели превратиться в настоящие болота, жить им осталось не долго. Спасать положение в Москве просто необходимо, ведь исключение даже малейшего и, казалось бы, малозначимого звена, разрушит всю природную цепь.

Из искусственных в рекреационных зонах можно отметить пруды или каскады прудов-копаней, которые составляют примерно 56% от всех водоёмов мегаполиса. К ним относятся копани - практически непроточные, пруды, созданные в результате выкапывания с извлечением грунта по ходу водотока; пруды-копани или полукопани, непроточные, специально выкопанные и не имеющие связи с водотоком, и непроточные, карьерные пруды, использующие карьеры местного грунта, образовавшиеся при строительстве различных сооружений (обводнённый карьер).

Современное состояние таких городских водоёмов тяжёлое: прилегающая территория и донные отложения в водоёмах загрязнены; на берегах и склонах активно идут неблагоприятные геоморфологические процессы; на отдельных участках наблюдается полная антропогенная трансформация русла и поймы; гидротехнические сооружения деформированы или разрушены; нарушена система водообмена; береговые укрепления находятся в разрушенном состоянии; деревья в прибрежной зоне в результате оползания грунта сильно наклонены или засохли; акватория замусорена, заросла болотной растительностью. На большинстве из них наблюдается снижение уровня воды, полное или частичное опорожнение водоёма. Толщина донных отложений составляет от 0,3 до 0,8-1,2 м. Наблюдается как зарастание ложа прудов и прилегающей территории, так и замусоренность рекреационным и бытовым мусором. Из-за отсутствия организованного отвода ливневых вод и дренажа откосы плотин, дамб и берегов деформированы. Исследованная вода из прудов по органолептическим и токсико-химическим показателям часто не соответствует требованиям СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.4.1175-02 и ГН 2.1.5.1315-03.

Анализ мониторинговых материалов обследований показал, что можно в Москве вычленить в соответствии с техническим состо-

янием их ГТС 4 типа прудов-копаней: восстановленные в последнее десятилетие с реконструированными ГТС (Дубки, на ул. Вешних Вод и ул. Рокотова, Селезнёвский и др.); нормально функционирующие с работоспособными ГТС, имеющими незначительные повреждения (Щучий пруд, пруды на ул. Усиевича и ул. Гончарова и др.); нормальное функционирование водоёмов требует текущего или капитального ремонта ГТС (пруды в парке Дружба, Садки, и др.); пруды, практически выведенные из эксплуатации из-за аварийного состояния их ГТС (Староникольский пруд, каскад прудов в Братцево, пруды в парке им. П. Алексеева, в усадьбе Студенец и др. [1].

При анализе проблем мониторинга столичных прудов-копаней можно выделить несколько основных проблем: отсутствие точного перечня о количестве водоемов и их назначении, располагаемых на территории г. Москвы, в том числе из них и прудов-копаней; существуют пруды, которые являются бесхозными или принадлежат собственникам, у которых отсутствует возможность оплаты комплекса мероприятий, обеспечивающих их эксплуатацию, контроль за техническим и экологическим состоянием, реконструкцию водного объекта; отсутствие для большинства столичных водоемов проектной документации, расчетного обоснования, журналов наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений, а, следовательно, и проектных значений контролируемых показателей состояния и пр.; отсутствие инструкции по эксплуатации ГТС и специализированных служб эксплуатации, регулярного технического обслуживания и ведения мониторинга за состоянием ГТС (служба эксплуатации ГУП «Мосводосток» занимается, в основном, периодической уборкой мусора с 3-х метровой зоны берегов, дна и водной поверхности водоёмов) [2].

Для решения этих вопросов предлагается разработать следующий необходимый комплекс инженерных мероприятий по восстановлению и экологической реабилитации копаных прудов и городских водных объектов в целом: очистка водного объекта (акватории и чаши прудов) от завалов, мусора, ила и загрязненных донных отложений, вывоз их на свалку, утилизация илового осадка; формирование русла реки: дноуглубление, русловыправительные работы; проектирование профиля чаши пруда, его дноуглубление,

обеспечивающие оптимальный санитарный режим и глубины; формирование и оформление береговой линии, ликвидация оползневых процессов по берегам прудов, устройство берегоукрепления; ремонт, реконструкция или строительство водопропускных сооружений (водосбросов, водовпусков и водовыпусков из пруда); противофильтрационные мероприятия в чаше водоёма, устройство при необходимости противофильтрационных устройств в ГТС; водоохраные мероприятия прибрежной зоны; противоэрозионные, противооползневые мероприятия и сооружения, организация и отвод поверхностного склонового стока с прилегающих территорий, водоохранное озеленение и благоустройство; мероприятия по предотвращению попадания загрязненных стоков через водовыпуски и водосбросы; строительство при необходимости водопровода подпитки и заполнение пруда чистой водой; ремонт, перекладка, строительство инженерных коммуникаций; устройство мостиков и эксплуатационных дорожек; инженерно-биологические мероприятия по стимулированию процессов самоочищения, улучшение качества воды с помощью биоинженерных методов и современных систем аэрирования; заселение гидробионтами, посадка водной и околоводной растительности; благоустройство прибрежной территории, а именно: устройство пешеходной дорожки по контуру пруда (чаще всего с мягким покрытием из гранитного отсева) со смотровыми площадками, экотропами, спусками к воде, причалами или пляжными помостами с открытыми мобильными плавательными бассейнами; санитарная обрезка и удаление сухостойных деревьев в соответствии с дендрологическим обследованием, а также прореживание кустарника; установка информационного щита с описанием исторической и культурной значимости водного объекта, оценки возможности купания в нём; восстановление (рекультивация) нарушенного травяного покрова в зоне строительства.

В заключении надо отметить, что при отборе поверхностных водных объектов для их реабилитации и ранжирования по очередности следует рассматривать вышеизложенные принципы в совокупности. При восстановлении и экологической реабилитации городских водных объектов необходимо выполнять весь комплекс инженерных мероприятий и работ, позволяющих улучшить их тех-

ническое и экологическое состояние, стандартный минимальный перечень которых уже сформировался и апробирован на десятках восстановленных. Таким образом, при осуществлении оперативного контроля над деятельностью водопользователей, своевременного реагирования на возникновение аварийных ситуаций и осуществления эффективных мероприятий по улучшению экологического состояния прудов-копаней в мегаполисе необходимым условием при разработке систем экологического и технического мониторинга надо как можно больше внимания обратить на решение проблем их природообустройства.

### **Библиографический список**

1. Маркова А.Н., Черных О.Н., Алтунин В.И. Принципы восстановления и экологической реабилитации прудов г. Москвы. // Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства. Материалы международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2010. Ч.II. – С 176-184.

2. Сабитов М.А., Черных О.Н., Алтунин В.И. Тенденции реконструкции малых водоёмов в черте мегаполисов. // Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения. Материалы международной научно-практической конференции. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2011, ч.III. – с.201-213.

**Abstract.** *In this article is done analysis of Moscow water-engineering pond systems.*

**Keywords:** *water objects, pond hydraulic power system, on-site investigation.*

УДК [631.362.36:633]:537.226

## МЕТОД РАСЧЁТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИСТЕМ

*В.М. Богоявленский, О.В. Мещанинова  
РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

***Аннотация.** В статье представлен метод определения напряженности поля в изоляции систем, который позволяет определять токи утечек через изоляцию и быть учтенными в реальных процессах, протекающих в изоляции систем для практического расчета двухпроводных обмоток.*

***Ключевые слова:** напряжение, система изоляции, ток утечки.*

Наиболее сложным режимом работы изоляции очевидно будет режим, когда два изолированных проводника лежат вплотную один к другому. К проводникам приложено напряжение  $U$ .

Очевидно, что наибольшая напряженность поля в изоляции будет иметь место между двумя проводниками.

Если сечение изоляции проводников условно разделить на равные секторы с центральным углом в  $\pi/2$  раз, то можно выделить элементы, которые работают в наиболее тяжелых условиях. Это четыре сектора. В силу симметрии в дальнейшем достаточно рассмотреть один из секторов. Необходимо выделить произвольный сектор изоляции, преобразованный в прямоугольник [1].

При этом выделенная точка будет соответствовать численному значению на поверхности изоляции с потенциалом  $U/2$ . Сторона прямоугольника благодаря контакту с электродом, является проводником. Преобразованная схема замещения представляет собой цепь с распределенными параметрами и может быть описана системой дифференциальных уравнений гиперболического типа в комплексной форме:

$$\frac{d\dot{U}}{dx} + \frac{\dot{I}}{1/\rho_s + j\omega C2} = 0 \quad ; \quad (1)$$

$$\frac{d\dot{I}}{dx} + (1/R + j\omega C1) \cdot \dot{U} = 0 \quad , \quad (2)$$

где  $x$  – расстояние до текущей координаты, которое принимает значения от 0 до  $l$ ;  $\rho_s$  – удельное поверхностное сопротивление с учетом скользящих разрядов;  $R = \rho Vd$  – сопротивление столба изоляции сечением равным единице площади  $S$ , где  $\rho V$  – эквивалентное удельное объемное сопротивление изоляции с учетом частичных разрядов;  $d = a'e' = b'c'$  - стороны прямоугольника;  $C1 = \epsilon r/d$  – емкость между сторонами  $a'b'$  и  $e'c'$ , приходящаяся на единицу поверхности, где  $\epsilon r$  – диэлектрическая проницаемость изоляции;  $C2$  – емкость между соседними единицами поверхности с учетом взаимного влияния других (соседних) элементов.

Дифференцирование уравнения (1) с учетом (2) дает выражение:

$$\frac{d^2\dot{U}}{dx^2} - \frac{1/R + j\omega C1}{1/\rho_s + j\omega C2} \cdot \dot{U} = 0 \quad . \quad (3)$$

Следует ввести обозначение:

$$m = \sqrt{\frac{1/R + j\omega C1}{1/\rho_s + j\omega C2}} \quad . \quad (4)$$

Тогда решение уравнения (3) примет вид

$$U = A_1 e^{mx} + A_2 e^{-mx} \quad , \quad (5)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  – постоянные интегрирования.

Выражение для определения тока на поверхности изоляции:

$$I = \frac{A_2 e^{-mx} - A_1 e^{mx}}{r_x} \quad ; \quad (6)$$

$$r_x = \frac{1}{\sqrt{(1/\rho_s + j\omega C2) \cdot (1/R + j\omega C1)}} \quad . \quad (7)$$

Постоянные  $A_1$  и  $A_2$  можно определить из краевых условий:

$$\dot{U}_a = \dot{U} / 2 \quad ; \quad (8)$$

$$I_b = 0, \quad (9)$$

где  $\dot{U}_a$  – напряжение в точке а',  $\dot{I}_b$  – ток в точке б'.

Подстановка (8) и (9) в выражения (5) и (6) позволяет получить:

$$A_1 + A_2 = \dot{U} / 2;$$

$$\frac{A_2 e^{-ml} - A_1 e^{ml}}{r_x} = 0$$

Отсюда:

$$A_1 = A_2 / e^{2ml}, \quad A_2 = (\dot{U} / 2) - A_1;$$

$$A_1 = \frac{\dot{U} - A_2}{2e^{2ml}} = \frac{\dot{U}}{2(e^{2ml} + 1)} = \frac{\dot{U}e^{-ml}}{e^{ml} + e^{-ml}}; \quad (10)$$

$$A_2 = -\frac{\dot{U} - A_1}{2(e^{2ml} + 1)} + \frac{\dot{U}}{2} = \frac{\dot{U}e^{ml}}{2(e^{ml} + e^{-ml})}. \quad (11)$$

Решение уравнений (5) и (6) с учетом (10) и (11) приводит к уравнениям:

$$\dot{U}_x = \frac{\dot{U}ch[m(l-x)]}{2ch(ml)}; \quad (12)$$

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}sh[m(l-x)]}{2rxch(ml)}. \quad (13)$$

Выражение (12) позволяет определить потенциал в любой точке на поверхности изоляции, а, следовательно, и напряжение между проводом и наружным слоем изоляции.

Напряженность поля в изоляции изменяется по следующему закону:

$$\dot{E}_x = -\frac{d\dot{U}}{dx} = \frac{\dot{U}msh[m(l-x)]}{2ch(ml)}. \quad (14)$$

Выражение (13) позволяет определить токи утечек через изоляцию [2].

В виду того что в используемой модели учтены реальные процессы, протекающие в изоляции (токи утечек, поверхностное сопротивление, частичные и поверхностные разряды), выражения (12), (13) и (14) могут быть использованы для практического расчета двухпроводных обмоток, а также обмоток электрических машин.

### **Библиографический список**

1. Базуткин В.В. и др. Техника высоких напряжений. Учебник для вузов / под ред. В.П. Ларионова – 3 изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.
2. Меркулов В.И. Математическое моделирование в электроизоляционных конструкциях: учебное пособие. – Томск: ИПФ ТПУ, 2001. – 152 с.

***Abstract.** The paper presents a method for determining the field strength in the insulation systems, which allows to determine the leakage current through the insulation, and to be left out in the real processes occurring in isolation systems for practical calculation of two-wire windings.*

***Keywords:** tension, isolation system, leakage current, surface charges.*

УДК 621.3.07.62

## **ВЕНТИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**В.А. Воробьев**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

***Аннотация.** В статье рассмотрены преимущества и недостатки вентильных двигателей, применимость вентильных двигателей к потребностям сельскохозяйственных машин и установок.*

***Ключевые слова:** вентильно-индукторный двигатель, конструкция, характеристики.*

В настоящее время в мире ежегодно выпускается порядка семи миллиардов электродвигателей. Электродвигатели потребляют около 70% общего количества произведенной электроэнергии и, соответственно, являются основными потребителями электроэнергии. При выборе электропривода сельскохозяйственной машины важным является вопрос о степени его управляемости. Поэтому в АПК сегодня достаточно остро стоит задача оптимального управления электродвигателями не только с технологической точки зрения, но и с точки зрения экономии электроэнергии.

К настоящему времени решены первоочередные задачи: обоснован функциональный состав электропривода и сформулированы требования к его элементам; проанализированы физические особенности функционирования электродвигателя при представлении его различными математическими моделями; намечены и частично реализованы подходы к формированию алгоритмов управления.

Проведенные исследования показывают, что в настоящее время наиболее конкурентоспособным по технологичности, ремонтпригодности и энергетическим характеристикам является электропривод, выполненный на основе вентильного индукторного электродвигателя (ВИД в зарубежной практике SRM). Однако проблема создания простой и надежной системы управления вентильным индукторным электроприводом остается актуальной.

Наиболее часто регулировочные и динамические характеристики различных электромеханических преобразователей сравнивают с характеристиками двигателя постоянного тока (ДПТ). ДПТ со смешанным и последовательным возбуждением, как правило, применяют в разомкнутых системах электропривода. Двигатели с независимым возбуждением являются основой замкнутых систем регулируемого электропривода.

Однако ограничение частоты вращения до 3500-5000 мин<sup>-1</sup> из-за щеточно-коллекторного узла, дорогая и сложная конструкция двигателя и другие его недостатки привели к существенному сокращению производства регулируемого электропривода постоянного тока. Производство ДПТ постоянно уменьшается за счет выпуска различных машин переменного тока

Большое развитие к концу XX века получили регулируемые

электроприводы с асинхронным двигателем (АД). Но преимущества АД такие, как простота и дешевизна конструкции, имеют место только в нерегулируемом электроприводе. Электропривод с АД с возможностью двухзонного регулирования частоты вращения имеет самую сложную структуру управления. Кроме того, сложные алгоритмы векторного управления АД усложняют микропроцессорные системы управления. По массогабаритным показателям АД превосходят ДПТ лишь на 10-15% и уступают вентильным двигателям.

Статор ВИД выполнен из шихтованной магнитно-мягкой электротехнической стали, он имеет явно выраженные полюса, охваченные фазными катушками. Катушки, находящиеся на противоположных полюсах, соединены попарно последовательно и образуют фазные секции обмотки якоря. Статорные обмотки ВИД имеют структуру, аналогичную статорным обмоткам асинхронного двигателя. Ротор ВИД выполнен из шихтованной магнитно-мягкой электротехнической стали. На нем отсутствует обмотка, по этой причине он практически «холоден». «Холодный» ротор обеспечивает лучшие условия эксплуатации подшипников. Он имеет зубчатую конфигурацию с продольными проходами для воздуха, что позволяет организовать хороший съем теплоты с внутренней поверхности статора и ротора двигателя. Такая конструкция увеличивает срок службы двигателя за счет улучшенного охлаждения катушек в связи с имеющимися продольными проходами для воздуха вдоль катушек; возможности организовать, в случае необходимости, независимый продув электродвигателя; возможности компаундирования обмоток для повышения устойчивости изоляции к влаге, нечувствительности к вибрациям разного рода, устойчивости к внешним механическим воздействиям, обеспечения высокой ремонтпригодности двигателя за счет легкой замены вышедшей из строя катушки.

Питающий преобразователь также не отличается от преобразователя асинхронного двигателя. Это позволяет быстро наладить производство ВИД на базе серийных асинхронных двигателей. Поэтому в последние 10-15 лет в регулируемом электроприводе все чаще в качестве движителей стали применяться ВИД. Отличительной особенностью указанных электродвигателей является предельная простота конструкции и, следовательно, их высокая надежность,

экономичность и стойкость к воздействиям окружающей среды. По частоте вращения уже достигнут показатель – 50000 мин<sup>-1</sup> при мощности 90 кВт.

Это является одним из серьезных обстоятельств, позволяющих электроприводам с ВИД успешно конкурировать с распространенными регулируемые электроприводами, выполненными на базе коллекторных и асинхронных (с частотными преобразователями) двигателей.

Если сравнивать асинхронный и вентильный синхронный двигатели по мощности при одном и том же активном объеме, то ВИД более чем в 1,5 раза превосходит АД; при одинаковом моменте время запуска ВИД в 2 раза меньше, чем асинхронного; температура ротора АД превышает температуру ротора ВИД в 12 раз.

ВИД не содержит постоянных магнитов ни на роторе, ни на статоре, при этом он успешно конкурирует по характеристикам с вентильными электрическими двигателями с постоянными магнитами. В среднем, при одинаковых электрических и весогабаритных характеристиках ВИД имеет в 4 раза меньшую стоимость, значительно большую надежность, более широкий диапазон частот вращения, более широкий диапазон рабочих температур. Эти показатели являются привлекательными для использования ВИД в приводах сельскохозяйственных машин и установок.

При подаче; однополярного импульса тока в фазную обмотку статора, одноименные катушки которой расположены диаметрально, на ротор действует электромагнитный момент. Под действием момента зубцы ротора стремятся занять с возбужденным полюсом статора соосное положение. Для однонаправленного вращения ротора ток в обмотку подается при взаимном положении ротора зубец-паз, а в положении зубец-зубец обмотка обесточивается. Направление вращения не зависит от направления тока, протекающего через фазную обмотку, а зависит только от последовательности возбуждения обмоток статора. Последовательная подача импульсов тока в соответствующие фазные обмотки обеспечивает создание непрерывного момента.

Но наряду с достоинствами ВИД существуют также и недостатки, обусловленные преимущественно конструкцией самих элек-

трических машин: высокая пульсация момента, более высокий уровень акустического шума, чем у других двигателей.

Однако, прогрессивная техническая разработка двигателя и высокая эффективность алгоритмов успешно компенсируют приведенные выше недостатки, а привод с ВИД становится все больше и больше приемлем для широкого ряда применений в сельскохозяйственном производстве.

Они могут быть использованы в электроприводах компрессоров, насосов, вентиляторов, стиральных машин, центрифуг и сепараторов, дробилок и электроинструмента.

Для выпуска целого типоряда электродвигателей с различной мощностью можно использовать один и тот же комплект штампов для вырубki ротора и статора, поскольку для увеличения мощности достаточно увеличить соответственно длину набора ротора и статора.

Не составляет особого труда изготовление машины с расположением статора как снаружи ротора, так и наоборот, а также встраивание электроники в корпус машины. Изменение коэффициента электромагнитной редукиции позволяет создавать машины для облегченных и, напротив, тяжелых условий работы, включая моментные двигатели. Для привода некоторых рабочих машин выгоднее иметь линейные электродвигатели с возвратно-поступательным перемещением зубцового штока (аналога ротора). В ряде случаев может быть использована давно известная, но неэффективная в случае асинхронного электродвигателя конструкция дугостаторной машины, статор которой охватывает доступную для размещения дугу окружности ротора, в качестве которого может использоваться вал с зубчатым колесом.

Особенности электромеханического преобразования энергии в ВИД с переключаемой магнитной проводимостью заключаются в несинусоидальности токов и магнитных потоков в двигателе и нелинейной зависимости между ними. Эти особенности не позволяют использовать методы, широко применяемые для анализа и синтеза электрических машин переменного тока традиционного конструктивного исполнения. На нашей кафедре намечаются новые подходы для решения этой задачи.

## Библиографический список

1. Бакланов Д.А., Малиновский А.Е. Высокоскоростной индукторный электропривод // Технологии, научно-техническое и информационное обеспечение в образовании, экономике и производстве региона: Сб. докладов IV научно-практической конференции МГУТУ в г. Вязьме. 25 апреля 2004 г. – М.: ООО «Полиграфсервис», 2004. – С. 190-193.
2. Козаченко В.Ф., Русаков А.М., Кочанов Ю.И., Тарасов Д.В. Вентильно-индукторный привод – перспективное направление развития современного регулируемого электропривода // Новости теплоснабжения, 2011, № 11. – С. 24-26.
3. Микеров А.Г. Управляемые вентильные двигатели малой мощности – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1977. – 64 с.

*Abstract.* Advantages and disadvantages switched reluctance motors. Applicability for requirements agricultural machinery.

*Keywords:* switched reluctance engine, design, characteristics

УДК 62.83

## СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ

А.А. Герасенков

РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы, связанные с использованием современных микропроцессорных устройств, предназначенных для решения следующих задач: построения систем защиты асинхронных электродвигателей от нештатных ситуаций и аварийных режимов работы; построения дискретных систем автоматического управления оборудованием на микропроцессорных элементах и промышленных контроллерах; использования низковольтных преобразователей частоты и устройств плавного пуска асинхронных электродвигателей, работающих в сельскохозяйственном производстве.

**Ключевые слова:** микропроцессор, асинхронный электродвигатель, электропривод, электрооборудование, система управления, устройство защиты, низковольтный преобразователь частоты, устройство плавного пуска.

Постоянно возрастающие требования к качеству и надежности систем электроавтоматики, сложность и многообразие автоматизируемых технологических процессов в сельскохозяйственном производстве обуславливают необходимость применения современных микропроцессорных устройств управления электродвигателями [1, 2]. Анализ передового мирового опыта показал, что комплексные и современные технические решения в этой области предлагаются фирмой ООО Сименс – это аппараты защиты Simocodepro, устройства дискретного управления серии LOGO!, программируемые логические контроллеры серии SimaticS7, низковольтные преобразователи частоты серий Micromaster 4xx и Sinamics GXX, устройства плавного пуска Sirius серии 3RW. Поэтому в статье рассматриваются только микропроцессорные устройства управления асинхронными электродвигателями на основе аппаратов фирмы Сименс [3, 4, 5, 6, 7].

Аппараты Simocodepro (SIRIUS Motor Management and Control Devices) представляют собой устройства для контроля и управления двигателями с интерфейсом PROFIBUSDP [3]. Это гибкая, модульная система управления двигателями, которая объединяет в себе все функции, которые необходимы для защиты и управления асинхронными электродвигателями. Дополнительно потребуются только устройства коммутации и защиты от коротких замыканий в главной цепи (контакторы, автоматические выключатели, предохранители). Они по своим функциональным возможностям делятся на два типа: Simocodepro C - компактная система для прямого и реверсивного пуска; Simocodepro V – многовариантная система, которая наряду со всеми функциями аппаратов Simocodepro C предлагает большой объем дополнительных функций.

Основным преимуществом устройств Simocodepro по сравнению с другими устройствами для защиты асинхронных двигателей является наличие унифицированной электронной схемы, которая применяется для любых двигателей. В зависимости от

номинального тока двигателя только изменяется типоразмер модуля регистрации тока. Микропроцессорные устройства дискретного управления LOGO! предназначены для замены релейно-контактной аппаратуры в существующих схемах автоматики и построения вновь разрабатываемых схем [4]. Основное назначение логических модулей LOGO! это построение дискретных устройств автоматики с логической обработкой информации. Алгоритм их функционирования задается программой, составленной из набора встроенных функций. Для программирования элементов LOGO! разработано специальное программное обеспечение LOGO! SoftComfort. **Стоимостные показатели** элементов LOGO! позволяют рекомендовать их применение в случае замены этими устройствами комбинаций электромагнитных реле, состоящих из 2х реле времени и 3...4х промежуточных реле.

Элементы LOGO! подразделяются по функциональному назначению – логические модули LOGO!; модули расширения; коммуникационные модули; блоки питания; **модули LOGO! Contact**; текстовый дисплей LOGO! TD; дополнительные **принадлежности**; по **напряжению питания – класс 1, это напряжение постоянного тока 12 В**, напряжение постоянного или переменного тока 24 В; класс 2, это напряжение постоянного **и переменного тока 115-240 В**.

Библиотека LOGO! Soft Comfort содержит базовый набор логических функций, позволяющий использовать в программе модуля все основные логические операции – всего 8 функций. В ней так же содержится набор функций специального назначения, к которым относятся триггеры, таймеры, счетчики, компараторы, часы и календари, элементы задержки включения и отключения, генераторы, функции работы с аналоговыми величинами и т.д. – всего 29 функций. Общий объем программы ограничен 130 функциями. Это значит, что один модуль LOGO! способен заменить схему, включающую в свой состав до 130 электронных и электромеханических компонентов.

Разработку программ для логических модулей LOGO! целесообразно выполнять с помощью пакета LOGO! Soft Comfort, установленного на программаторе или компьютере. Разработка и отладка программы может выполняться в автономном режиме без

связи между компьютером и модулем LOGO!, а также в интерактивном режиме. Программируемые логические контроллеры серии Simatic S7 (ПЛК) [7]. Это микропроцессорная система специального назначения с проблемно-ориентированным программным обеспечением для реализации алгоритмов логического управления и замкнутых систем автоматического управления в сфере промышленной автоматизации. ПЛК отличаются универсальностью структуры и инвариантностью по отношению к объекту управления в пределах определенного класса задач. Они характеризуются моноблочной конструкцией, неизменяемой конфигурацией и небольшим (до 100) количеством входов/выходов. Они предназначены для решения задач автоматизации, при разработке локальных систем управления технологическими процессами, позволяют создавать как автономные системы управления, так и системы управления, работающие в общей информационной сети.

ПЛК Simatic S7-200 имеет более широкие функциональные возможности по сравнению с элементами LOGO!, позволяет решать не только задачи локальных систем автоматизации, но и обеспечивает передачу и обмен информации с системами управления и контроля более высокого уровня, обладает широкими функциональными возможностями и т.д.

Для лучшего выполнения требований, предъявляемых к различным задачам, в семействе Simatic S7-200 имеется большое количество модулей расширения. С помощью этих модулей расширения можно расширить функциональные возможности микроконтроллера. Пакет для программирования Simatic S7-200 это программа STEP 7-Micro/WIN, она предоставляет дружественную пользователю среду для разработки, редактирования и контроля логики, необходимой для управления вашим приложением. Низковольтные преобразователи частоты серий Micromaster 4xx и Sinamics G1XX [5]. Преобразователи частоты серии Micromaster предназначены для асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором следующих диапазонов мощностей: 120 Вт-750 Вт (однофазные); 120 Вт-11 кВт; 120 Вт-200 кВт; 0,75 Вт-7,5 кВт. Преобразователи частоты Sinamics являются дальнейшим развитием преобразователей частоты серии Micromaster 4xx.

Общие рекомендации по применению преобразователей частоты серии Sinamics: G110– привод для малых мощностей; модульный индивидуальный привод для малых и средних мощностей; G120D– децентрализованный, модульный индивидуальный привод с высокой степенью защиты для расширенных задач; G130 и G150– универсальное приводное решение для индивидуальных приводов высокой мощности. Контроль и управление преобразователями частоты может осуществляться или локально, с помощью базовой панели оператора, или органов управления, или удаленно, по шине Profibus, специальным контроллером (специализированным управляющим компьютером). Суть управления частотным преобразователем состоит в задании вручную, с базовой панели оператора (BOP), или другим способом, параметров, определяющих алгоритмы работы программ процессора, управляющего силовой частью преобразователя. Эти программы уже имеются в памяти процессора. Они созданы и занесены в память процессора фирмой-производителем частного преобразователя, а также могут быть составлены и пользователем. Суть контроля работы частотного преобразователя состоит в определении параметров, характеризующих режим его работы и работы асинхронного двигателя, которые измеряются косвенно или рассчитываются автоматически на основе некоторой математической модели двигателя.

Устройства плавного пуска Sirius серии 3RW [6]. Эти аппараты обеспечивают щадящий режим для электродвигателей, уменьшая пусковой момент. Блок питания защищается от опасных пиков путем уменьшения потребления тока во время запуска. Они предназначены для реализации плавного пуска и выбега трехфазных асинхронных двигателей. Их рекомендуется использовать везде, где до настоящего времени применялись пускатели с переключением со звезды на треугольник, как например, на ленточных транспортерах, компрессорах, шлифовальных станках, пилах, текстильных машинах, мешалках и т.д. Эти устройства обеспечивают следующие параметры нагрузки: типоразмер S00 – ток 6-9 А 1,1 и мощность до 4 кВт; типоразмер S0 -12,5-25 А 5,5 до 11 кВт; типоразмер S2 -32-45 А 15 до 22 кВт; типоразмер S3 -75-100 А 30 до 55 кВт.

Приведенный обзор микропроцессорных устройств позволяет при разработке новых и реконструкции действующих объектов сель-

скохозяйственного производства применять современные и высоконадежные системы управления электродвигателями, разрабатывать системы управления на современном научно-техническом уровне.

### **Библиографический список**

1. Герасенков А. А., Кабдин Н. Е. Автоматизированный электропривод: устройства микропроцессорного управления, регулирования, плавного пуска и защиты. – М.: МГАУ, 2009, – 68 с.
2. Герасенков А. А., Лавров В. А., Учеваткин А. И. Низковольтная аппаратура защиты и управления электроприводами сельскохозяйственных машин. – М.: МГАУ, 2008. – 104 с.
3. Simocodepro. Руководство по проектированию, вводу в эксплуатацию, ремонту и обслуживанию. Заказной №: 3UF7970-0AA01-0. Издание 10/2005.GWA 4NEB 631 6050-21 DS 01. ООО Сименс. – 494 с.
4. Руководство LOGO! Справочник по аппарату, редакция 03/2009 A5E01248543-03. ООО Сименс. – 302 с.
5. Преобразователи частоты Micromasater 410/420/430/440. Каталог DA 51.2, 2006.20007. ООО Сименс. – 82 с.
6. SIKOSTARTTM 3RW34. Инструкция по эксплуатации. Заказной №: 3ZX1012-0RW34-1AN1. Издание 06/200.GWA 4NEB 5351367-10. ООО Сименс. – 38 с.
7. Simatic S7-200. Системное руководство. Заказной № 6ES7298-8FA24-8BH0. 04/2006. ООО Сименс. – 538 с.

**Annotation.** *The questions, constrained with the use of the modern microprocessor devices intended for the decision of next tasks, are considered: constructions of the systems of defence of asynchronous electric motors from nonpermanent situations and malfunctions of work; constructions of the discrete systems of automatic control by an equipment on microprocessor elements and industrial comptrollers; uses of low-voltage transformers of frequency and devices of the smooth starting of asynchronous electric motors working in agricultural.*

**Keywords:** *microprocessor, asynchronous electric motor, electric drive, electric equipment, control system, protection device, low-voltage converter of frequency, device of smooth start-up.*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕАКТОРОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

**Е. И. Забудский**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация.** *На основе теории поля Дж. К. Максвелла (J. Cl. Maxwell) и метода конечных элементов разработана обобщенная математически модель «анатомии» управляемых электромагнитных реакторов, а также алгоритм и ее программная реализация. Исследована внутренняя структура управляемых электромагнитных реакторов. Установлены взаимосвязи между дифференциальными характеристиками реакторов и особенностями их устройства. Приняты проектные решения с целью оптимизации реакторов.*

**Ключевые слова:** *управляемый реактор, магнитное поле, метод конечных элементов.*

По конструктивным и схмотехническим решениям управляемые электромагнитные реакторы подобны силовым трансформаторам или электрическим машинам переменного тока с неявновыраженными полюсами, но с неподвижным “ротором” (далее кавычки опущены). Реактор – это статическое силовое нелинейное устройство, его работа основана на явлении электромагнитной индукции. Активная часть реактора содержит одну или несколько обмоток и магнитопровод из электротехнической стали. Реактивная мощность, потребляемая реактором, плавно регулируется за счет изменения насыщения его магнитопровода. Являясь средством автоматического регулирования этой мощности, реакторы предназначены для управления режимами электроэнергетических систем с целью решения следующих задач: компенсация избыточной зарядной мощности линий электропередачи и повышение их пропускной способности, ограничение коммутационных перенапряжений, ограничение токов короткого замыкания, уменьшение колебаний напряжения, рациональное распределение напряжения и тока и др.

## Уравнения Максвелла и метод их решения

Все электромагнитные явления, которые рассматриваются при анализе управляемых реакторов, описываются четырьмя уравнениями Максвелла в частных производных. С учетом принятых допущений, обусловленных спецификой реакторов, уравнения в векторной форме при использовании вектора-оператора набла  $\nabla$  записываются в виде:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = - \partial \mathbf{B} / \partial t, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \text{ или } = 0, \quad (4)$$

где  $\mathbf{H}$  и  $\mathbf{B}$  — векторы напряженности и индукции магнитного поля, А/м и Тл;  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{D}$  — векторы напряженности и индукции электрического поля, В/м и Кл/м<sup>2</sup>;  $\mathbf{J}$  — вектор плотности тока проводимости, А/м<sup>2</sup>;  $\rho$  — объемная плотность электрического заряда, Кл/м<sup>3</sup>; символы “ $\times$ ” и “ $\cdot$ ” — знаки операций соответственно векторного и скалярного произведения векторов. В декартовой системе символический вектор-оператор  $\nabla$  представляется в виде  $\nabla = i\partial/\partial x + j\partial/\partial y + k\partial/\partial z$ ;  $i, j, k$  — орты. Уравнения (1) — (4) дополняются материальными уравнениями  $\mathbf{D} = \varepsilon_a(\mathbf{E})\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{B} = \mu_a(\mathbf{H})\mathbf{H}$ ,  $\mathbf{J} = \gamma(\mathbf{T})\mathbf{E}$ , записанными для изотропной и нелинейной среды. Они характеризуют макроскопические свойства среды посредством диэлектрической  $\varepsilon_a(\mathbf{E})$  и магнитной проницаемости  $\mu_a(\mathbf{H})$  и удельной электрической проводимости  $\gamma(\mathbf{T})$ , где  $\mathbf{T}$  — температура среды. Условие непрерывности магнитного поля (3) позволяет ввести в рассмотрение вспомогательную векторную функцию  $\mathbf{A}$ , которая определяется соотношением  $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$ . Эта функция зависит от пространственных координат и называется векторным магнитным потенциалом. По определению вектор  $\mathbf{A}$  является многозначной функцией. На вектор  $\mathbf{A}$  накладывается дополнительное условие, называемое калибровочным условием Кулона. Оно имеет вид  $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ . Калибровка магнитного потенциала позволяет упростить конечное уравнение, которое является результатом аналитического преобразования векторной модели (1)-(4) и непосредственно используется для расчета магнитного поля. Для изотропной и нелинейной в магнитном отношении среды  $\{\mu_a = f(\mathbf{H})\}$  это уравнение записывается в виде

$$\nabla \times ((1/\mu_a) \nabla \times A) = \nabla \times (n_a \nabla \times A) = J - \gamma \partial A / \partial t, \quad (5)$$

где  $\gamma \partial A / \partial t$  — вектор плотности вихревого тока.

В декартовой системе координат уравнение (5) представляется как

$$\partial(n_a \partial A / \partial x) \partial x + \partial(n_a \partial A / \partial y) \partial y + \partial(n_a \partial A / \partial z) \partial z = -J(x, y, z, t) + \gamma \partial A / \partial t. \quad (6)$$

Для однозначности решения (6) наряду с граничными условиями, задаются условием Коши. Из решения (6) определяются распределение потенциала  $A(x, y, z, t)$ , на каждом временном слое во всей пространственной области расчета, и векторы поля. Если вихревой ток не учитывается, то решение представляется в виде совокупности распределений потенциала на различных временных слоях, которые определены для мгновенных значений тока в соответствии шагом изменения временной координаты. Для решения (6) использован метод конечных элементов. Согласно методу магнитный потенциал  $A(x, y, z, t)$ , аппроксимируют в пространстве дискретной моделью следующим образом:

1. в рассматриваемой области фиксируется конечное число точек, называемых узловыми;
2. значение потенциала в каждой узловой точке считается переменной, которая должна быть определена;
3. область существования потенциала разбивается на конечное число подобластей, называемых конечными элементами (КЭ). Эти элементы имеют общие узловые точки и их совокупность, составляющая ансамбль конечных элементов, аппроксимирует форму области;
4. потенциал аппроксимируется в каждом элементе полиномом, который определяется с помощью значений этой функции в узловых точках.

Полиномы подбираются так, чтобы сохранялась непрерывность потенциала вдоль границ конечного элемента.

В соответствии с методом конечных элементов формируется система нелинейных алгебраических уравнений (НАУ), которая решается методом Ньютона относительно значений векторного потенциала. По результатам решения выполнено следующее:

1. рассчитаны величины магнитной индукции  $B_x, B_y, B$ , магнитной напряженности  $H$  и относительной магнитной проницаемости

$\mu_a/\mu_0$  в каждом конечном элементе на всем заданном количестве интервалов времени  $\Delta t$ ;

2. построены линии равного потенциала  $A(x,y) = \text{const}$  при  $t = \text{const}$ , которые являются силовыми линиями магнитного поля;

3. осуществлен поиск зон области расчета с максимальной магнитной индукцией;

4. построены зависимости  $A = f(t)$ ,  $B = f(t)$ ,  $H = f(t)$  и  $\mu_a/\mu_0 = f(t)$ , соответствующие заданным конечным элементам, и выполнен гармонический анализ кривых;

5. построены для заданного фиксированного момента времени  $t = \text{const}$  двумерные поверхности  $A = f(x,y)$ ,  $B = f(x,y)$ ,  $H = f(x,y)$  и  $\mu_a/\mu_0 = f(x,y)$ ;

6. установлены рациональные размеры участков магнитопровода с учетом из насыщения; 7) приняты проектные решения оптимизирующие активную часть реакторов.

Результаты моделирования магнитного поля в насыщающемся реакторе и его оптимизация

Насыщающийся реактор предназначен для работы в схеме параметрического стабилизатора напряжения с целью ограничения колебаний напряжения, которые обусловлены нагрузкой. Он также может быть использован для компенсации избыточной реактивной мощности энергосистемы в схеме статического компенсатора реактивной мощности. Стабилизатор напряжения состоит из трех основных элементов: регулирующее устройство – его функции выполняет трехфазный насыщающийся реактор (НР); две нерегулируемые батареи конденсаторов — шунтовая и серийная. НР обладает практически безынерционным принципом действия, что и делает особенно эффективным его использование для стабилизации напряжения в сети с резкопеременной нагрузкой.

Разработан трехфазный НР активная часть которого состоит из магнитопровода и одной совмещенной трехфазной обмотки. Активная часть выполнена в виде трех одинаковых модулей, которые соединены между собой электрически. Модуль содержит трехстержневой, бронестержневой сердечник и пять катушек разных фаз обмотки. Принятое соотношение чисел витков катушек фаз, схема

соединения катушек и расположение их на стержнях обеспечивают исключение из тока обмотки гармоник с номерами 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15; 21, 23, 25, 27, 29, 31,... Вследствие пониженного содержания гармоник подобный НР является часто используемым типом реакторов. Так как активная часть НР состоит из трех одинаковых модулей, то рассматривается один модуль, причем, в силу симметрии область расчета включает 1/2-ю его часть. Расчетная модель НР (двумерная область) включает 3-стержневой магнитопровод, 3 катушки фазы  $A-X$ , одну катушку фазы  $B-Y$  и одну катушку фазы  $C-Z$ .

Область распределения магнитного поля аппроксимирована ансамблем из 8120 двумерных конечных элементов и включает 4212 узлов. На внешних границах области расчета задано граничное условие Дирихле,  $A = 0$ , а на границе, совпадающей с осью симметрии, – однородное условие Неймана,  $\partial A/\partial n = 0$ . Система НАУ состоит из 4025 уравнений. Искомым является распределение магнитного потенциала  $A(x,y)$  в узлах ансамбля КЭ. Система НАУ решалась методом Ньютона. Система линейных алгебраических уравнений (ЛАУ), формируемая программно на каждой итерации решения системы НАУ, решалась методом Гаусса, при этом учитывалось, что ширина диагональной полосы матрицы коэффициентов (якобиана) системы ЛАУ, в пределах которой находятся ненулевые элементы якобиана, равна 38. Общее число элементов в строке якобиана составляет 4025. Учет соотношения (38 и 4025) обусловил сокращение времени решения задачи, которое при заданной точности решения составило для стационарного поля несколько минут, и было получено за 8-10 итераций. По распределению потенциала  $A(x,y)$ , найденному в результате решения системы НАУ, определены картины магнитного поля в области расчета, значения магнитной индукции, напряженности, относительной магнитной проницаемости в конечных элементах (КЭ) для фиксированного момента времени. Найдено изменение этих величин во времени для заданных конечных элементов. Выполнен гармонический анализ ряда временных зависимостей. Для удобства анализа и представимости результатов разработан компьютерный слайд-фильм «Графическая интерпретация результатов расчета магнитного поля в электро-механических устройствах». Фильм расположен на web-сайтах автора доклада (<http://zei.narod.ru> и <http://zabudsky.ru>).

### **Получены следующие основные результаты:**

1. установлено рациональное соотношение сечений ярма и стержня – при равенстве амплитуд 1х гармоник магнитной индукции в них сечение ярма составляет 0,52-0,55 от сечения стержня, что определяет снижение материалоемкости устройства;
2. предложено и исследовано заполнение углов окон магнитопровода магнитным материалом с целью снятия магнитных перегрузок с соответствующих участков магнитопровода и уменьшения потоков рассеяния в зонах окон, примыкающих к торцевым ярмам. В результате снижаются магнитные потери мощности в стали магнитопровода и в элементах конструкции;
3. определены амплитуды гармоник нечетного спектра магнитной индукции в магнитопроводе;
4. определено распределение магнитной индукции в КЭ ансамбля, аппроксимирующего область расчета, т.е. найдены значения индукции как в зоне рассеяния и вытеснения магнитного потока, так и в пределах магнитопровода, которые используются (также как и найденные значения амплитуд гармоник индукции) при проектировании устройства.

**Annotation.** *Based on J.Cl.Maxwell field theory and finite elements method a generalized mathematical model as well as its algorithm and software implementation have been developed. An anatomy (internal structure) of the controlled electromagnetic reactors has been investigated based on the model, algorithm and SW. The correlations between design and circuit features of the devices and their differential characteristics have been determined; project decisions targeting device optimization have been made.*

**Keywords:** *controlled reactor, magnetic field, finite element method*

## ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД МОЛОЧНОГО НАСОСА

*Д.Н. Зайцев*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрен электропривод молочного насоса НМУ - 6, приведена стандартная электрическая схема подключения молочного насоса. Рассмотрена схема подключения однофазного преобразователя частоты к стандартной схеме управления. Приведены механические характеристики универсального молочного насоса и электродвигателя. Сформулированы основные положения по выбору преобразователя частоты электропривода молочного насоса.*

***Ключевые слова:** молочный насос, преобразователь частоты, электродвигатель, электропривод, электрическая схема, механическая характеристика.*

Современное развитие регулируемого асинхронного электропривода в промышленности и сельском хозяйстве связано с повсеместным применением частотно-регулируемого электропривода и вытеснением им других типов управляемых электроприводов. Это связано как с непревзойденными эксплуатационными свойствами частотно-регулируемого асинхронного электродвигателя, так и с его высокой конкурентной способностью

В сельском хозяйстве до недавнего времени в качестве регулируемых электроприводов в нашей стране в основном использовались электропривода с параметрическим регулированием, электромагнитные муфты и двигатели постоянного тока. В связи с бурным развитием силовой преобразовательной техники, появлением современных устройств на базе IGBT модулей, внедрением микропроцессорных устройств широкое распространение получили частотно-регулируемые энергосберегающие асинхронные электропривода [1, 2].

В качестве объекта исследований в работе выбран молочный

насос НМУ-6, используемый в линиях доения и первичной обработки молока. Анализ его технологических режимов работы показал, что за один рабочий цикл поток молока на входе в насос изменяется в широких пределах. При этом существенно улучшается тепловой режим работы электродвигателя и уменьшается расход электроэнергии на перекачку молока. Перспективным направлением оптимизации режим работы молочного насоса, приводящим в итоге к снижению его энергопотребления в 2-3 раза, является применение частотно-регулируемого электропривода.

Электропривод молочного насоса НМУ-6 в линиях доения и первичной обработки молока подключается напрямую к электрической сети [4].

Ввиду небольшой установленной мощности электродвигателя молочного насоса НМУ-6, она составляет 0,75 кВт, перспективным является использование частотно-регулируемого электропривода с питанием от однофазной сети переменного тока, что примерно в 2,0-2,5 раза уменьшает стоимость преобразователя частоты. Поскольку в этом случае на электродвигатель все равно подается трехфазное напряжение питания, то его электромеханические характеристики не изменяются по сравнению с работой от трехфазного преобразователя частоты. При этом можно существенно облегчить тепловой режим работы электродвигателя, реализуя в преобразователе частоты функции плавного пуска при включении электропривода.

Инсталляция преобразователя частоты и настройка производится согласно руководству эксплуатации [5].

Для электропривода универсального молочного насоса НМУ-6 по паспортным данным [4] и экспериментальным исследованиям были определены и рассчитаны его механические характеристики. Зависимость  $l = f(\omega)$  при атмосферном и вакуумметрическом давлении. Для электродвигателя по его паспортным данным [4] был произведен расчет механических характеристик при изменении частоты питающей сети по

закону управления Костенко  $\frac{U}{f^2} = const$

На основе анализа механических характеристик и технологического процесса были сформулированы основные положения по выбору преобразователя частоты электропривода молочного насоса.

Преобразователь частоты для электропривода молочного насоса должен:

1. обеспечивать диапазон регулирования, равный 1:5;
2. реализовывать закон регулирования  $\frac{U}{f^2} = const$ ;
3. обеспечивать режимы плавного пуска и торможения, т.е. полное устранение токовых перегрузок двигателя и гидравлических ударов в линии;
4. реализовывать автоматическое поддержание заданного давления в напорном трубопроводе при изменении производительности насоса;
5. обеспечивать автоматическое поддержание уровня жидкости в резервуаре;
6. реализовывать автоматическое изменение давления в трубопроводе в соответствии с заданным законом;
7. иметь возможность дистанционного управления работой насосов и визуализации технологического процесса на пульте диспетчера.

### Библиографический список

1. Калачев Ю.Н. «Управляемый асинхронный электропривод.», ЗАО «НТЦ Приводная Техника». – М., 2003.
2. Жилейкин М.М., Краснов Д.В. «Управление асинхронным электроприводом с помощью преобразователей частоты», ЗАО «НТЦ Приводная Техника». – М., 2003.
3. Дайнеко, В. А. Ковалинский А. И. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий: учеб. пособие. – Минск: Новое знание, 2008. – 320 с.
4. Насос молочный универсальный НМУ-6: руководство по эксплуатации. - Курган: Кургансельмаш, 1971. – 23 с.
5. Руководство по эксплуатации SINAMICS G 110 SIEMENS, PDF формат. [http://www.automation-drives.ru/sd/products/inverters/sinamics\\_g/110/](http://www.automation-drives.ru/sd/products/inverters/sinamics_g/110/)

**Annotation.** *This article describes the electric milk pump IUM - 6, the standard electric Skye wiring milk pump. Reviewed the wiring diagram single-phase frequency Converter to the factory the control circuit. Shows*

*the mechanical characteristics of the universal milk pump and motor. Basic provisions on selection change indicator of the frequency of the electric milk pump.*

**Keywords.** *Milk pump, Converter often-you, motor, drive, electrical circuitry, mechanical characteristics.*

УДК 664.723.047

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗЕРНА ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СУШКЕ В ШАХТНЫХ ПРЯМОТОЧНЫХ И РЕЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ**

**Н.И. Малин**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

**Аннотация.** *Дано описание алгоритма моделирования процесса двухступенчатой сушки на основе полученной аналитическим путем формулы расчета средней (по зонам сушки) температуры агента сушки, расчеты по которой позволили подтвердить надежность процедуры определения температуры и абсолютной влажности зерна на границе между первой и второй зонами сушки.*

**Ключевые слова:** *зерносушилка, моделирование, влажность, температура, алгоритм.*

Продовольственная безопасность Российской Федерации в значительной мере зависит от своевременной и качественной сушки зерна, для осуществления которой используются, в основном, шахтные прямоточные и рециркуляционные зерносушилки.

Функционирование зерносушилок связано с необходимостью использования электрической и тепловой энергии. Размеры затрат последней напрямую, как показали наши исследования [4], зависят от режимов сушки зерна и параметров окружающей среды.

В связи с тем, что оптимизация режимов сушки зерна с позиций энергосбережения в зерносушилках различных типов связана с

необходимостью моделирования на основе моделей, позволяющих описать кинетику процесса сушки, нами, на основе ранее разработанного метода оптимальных конечных параметров [2], были разработаны модели процессов одноступенчатой сушки зерна в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках [3].

Сложность моделирования процесса двухступенчатой сушки заключается в отсутствии для этого соответствующего алгоритма.

Основой для разработки такого алгоритма послужил анализ действующих режимов сушки зерна в шахтных прямоточных зерносушилках [1], где наряду с двухступенчатыми рекомендуются и одноступенчатые режимы, значения температур агента сушки  $t_{a.c.sp}$  в которых представляют собой полусумму температур  $t_{1c}$  и  $t_{2c}$ , рекомендуемых для 1-й и 2-й зон сушки.

Недостаток этих одноступенчатых режимов заключается в том, что они не учитывают габариты 1-й и 2-й зон сушки (отличаются числом рядов подводящих и отводящих коробов по высоте каждой зоны), а также возможные отличия в скорости агента сушки на выходе из отводящих коробов этих зон.

С учетом перечисленных отличий, фактическая средняя (по зонам сушки) температура агента сушки  $t_{a.c.sp}$  (°C), с учетом позонных температур ( $t_{a.c.1c}$ ) и ( $t_{a.c.2c}$ ), а также соответствующих значений чисел рядов отводящих коробов ( $n_{o.k.1c}$ ) и ( $n_{o.k.2c}$ ), и скорости агента сушки на выходе из отводящих коробов ( $v_{o.k.1c}$ ) и ( $v_{o.k.2c}$ ), которую можно использовать при одноступенчатых режимах сушки, как в шахтных прямоточных, так и в шахтных рециркуляционных зерносушилках, определяется по соотношению

$$t_{a.c.sp} = [t_{1c} v_{o.k.1c} (n_{o.k.1c}) + t_{2c} v_{o.k.2c} (n_{o.k.2c})] / [v_{o.k.1c} (n_{o.k.1c}) + v_{o.k.2c} (n_{o.k.2c})]$$

Включение фактического значения средней температуры агента сушки  $t_{a.c.sp}$  в формулы, описывающие кинетику процессов обезвоживания и нагрева зерна, позволяют получить точные значения параметров зерна по влажности и температуре на выходе из 2-й зоны сушки.

Для того, чтобы получить описание процессов обезвоживания и нагрева зерна при переходе от температуры  $t_{1c}$  (в 1-й зоне сушки)

к температуре  $t_{2c}$  (во 2-й зоне сушки), необходимо последовательно провести следующие расчеты:

- по заданным значениям начальных и конечных значений абсолютной (в расчете на массу сухого вещества) влажности зерна, рассчитать время пребывания его отдельно в 1-й и во 2-й зонах сушки (соответственно  $\tau_{1c}$  и  $\tau_{2c}$ , мин) при использовании  $t_{a.c.ср}$ , и общее время пребывания зерна в обеих зонах сушки  $\tau_{1c+2c}$ , мин.;

- по уравнению кинетики обезвоживания рассчитать текущие значения абсолютной влажности при температурах  $t_{a.c.1c}$  и  $t_{a.c.2c}$  как функцию времени  $\tau_{1c}$ ;

- по абсолютной разности полученных при  $\tau_{1c}$  значений абсолютной влажности зерна для температур  $t_{a.c.1c}$  и  $t_{a.c.2c}$ , определить значение поправки  $\Delta w_{2c-1c}$  (%);

- внести полученную поправку  $\Delta w_{2c-1c}$  в уравнение кинетики обезвоживания и рассчитать текущие значения абсолютной влажности зерна, как функцию  $\tau_{1c+2c}$  при температуре  $t_{a.c.2c}$ , приняв в качестве начала процесса время  $\tau_{1c}$ ; знак поправки  $\Delta w_{2c-1c}$  зависит от соотношения температур  $t_{a.c.1c}$  и  $t_{a.c.2c}$ : при  $t_{a.c.1c} < t_{a.c.2c}$  поправка приплюсовывается в уравнение кинетики со знаком (+), в противном случае – со знаком (-).

Аналогичная процедура повторяется при описании кинетики нагрева зерна. Разница в том, что полученная поправка  $\Delta \theta_{2c-1c}$  при  $t_{a.c.1c} < t_{a.c.2c}$  поправка приплюсовывается в уравнение кинетики со знаком (-), в противном случае – со знаком (+).

Надежность разработанного алгоритма подтверждается практически абсолютным совпадением конечных параметров (по влажности и температуре) зерна на выходе из 2-й зоны сушки при двухступенчатой (при  $t_{a.c.1c}$  и  $t_{a.c.2c}$ ) и одноступенчатой (при  $t_{a.c.ср}$ ) сушке.

### Библиографический список

1. Инструкция по сушке продовольственного, кормового зерна, маслосемян и эксплуатации зерносушилок №9-3-82. – М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1982. – 60 с.

2. Малин Н.И. Использование критериев подобия для обоснования оптимальных способов (и режимов) сушки зерна и расчета зерносушильных аппаратов // Труды ВНИЭКИПродмаш, 1981, вып. 56. – С. 108-112.

3. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна. – М.: КолосС, 2004. – 240 с.

4. Малин Н.И. Энергосбережение в теплотехнологиях и теплотехнических системах АПК: учебное пособие. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 112 с.

**Annotation.** *The description of the algorithm modeling process two hundred-stage drying-based formula derived analytically calculate the average (by zone drying) temperature drying agent, the settlement of which is allowed to confirm the reliability of the procedure for determining the temperature and absolute humidity of grain at the boundary between the first and second zones sushi-ki.*

**Keywords:** *grain dryer, modeling, humidity, tempera-ra, the algorithm.*

УДК 631.338

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСТЕНИЯ ОГУРЦА ДЛЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

**Я.Г. Митягина**

*РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Объективная необходимость снижения энергоемкости производства овощей в светокультуре требует повышения эффективности использования дополнительного облучения. Расчет облучательной установки для дополнительного облучения плодоносящих растений довольно сложен. А с широким распространением вычислительной техники появилась возможность упростить процедуру светотехнических расчетов облучательных установок, которую можно смоделировать, используя специализированное программное обеспечение.*

**Ключевые слова:** *математическое моделирование, растение огурца, светотехнические расчеты, оптическое излучение, пространственная характеристика.*

Зеленый лист и, тем более, растение в целом являются объемными приемниками излучения. Их пространственная характеристика может изменяться в зависимости от роста и развития растения, объема ценоза, условий облучения и многих других факторов.

Поэтому расчет облучательной установки для дополнительного облучения плодоносящих огурцов довольно сложен. Выражения Мешкова-Епанешникова используемое для расчета облучательных установок трудно решить аналитически это является обще признанной точкой зрения [1]. А с широким распространением вычислительной техники появилась возможность упростить процедуру светотехнических расчетов облучательных установок, которую можно смоделировать, используя специализированное программное обеспечение.

Программа 3D Studio VIZ компании Autodesk, является на сегодняшний день одной из лучших в своем классе программ по расчету и визуализации светотехнических проектов. Но по функциональности программа очень сложна и схожа с 3D studio Max, поэтому ее использование требует специальной подготовки [2].

Программа Lightscape является также довольно сложной в использовании и в ней слабо реализован редактор по работе и созданию 3М объектов [3].

Программа Dialux – это самая распространенная программа, которую можно получить бесплатно [4]. Она имеет большие базы как импортного, так и отечественного светотехнического оборудования, в частности облучателей для теплиц. Удобный интерфейс, гибкие настройки вывода результатов на печать и возможность ввода данных (светильников, текстур) делают эту программу наиболее удобной для расчета облученности многих объектов.

Для расчета установки необходимо определить модель растения. Исследования стереометрии листа огуречных растений, при дополнительном облучении в [5] показали, что форма листа приближена к полусферической. Пространственная характеристика всего растения очень сложна, однако с помощью гониофотометра оригинальной конструкции и методики определения пространственной характеристики небольших объектов [6] можно определить пространственную характеристику 25-30 дневной рассады. Исследования показали, что растение с крупными взрослыми тремя листьями

имеют пространственную характеристику, приближенную к равномерной функции, а значит полусферы.

Рассматривая особенности роста листьев на стебле отдельного растения огурца (гибрид F1 Церес), можно заметить, что непосредственно над каждым листом располагается лист четвертого от него яруса.

Это позволяет представить пространственную модель растения огурца в виде полусфер находящихся друг над другом. В плотной посадке листья будут представлять множество полусфер расположенных рядом. Как показывают исследования в [6] для оценки облученности близко расположенных физических тел с полусферической пространственной характеристикой следует применять косинусную зависимость, т.е. эти группы приемников излучения моделировать плоской горизонтальной пластиной.

С целью проверки применимости разработанной модели растения огурца и методики расчета был произведен теоретический расчет облучательной установки с использованием предложенной модели.

Экспериментальные данные согласуются с теоретическими, при этом погрешность сравнительной оценки распределения облученности вдоль стебля растений составляет при малой высоте растения 26% и при высоте 2 м – 6 %, что вполне приемлемо[7].

По результатам расчетов были построены графики зависимости равномерности облученности растений  $Z$  на вертикальных шпалерах от высоты подвеса над полом  $h$  и расстояния между облучателями  $L_0$ .

На равномерность облучения растений огурца выращиваемых на вертикальных шпалерах в большей степени оказывает влияние высота подвеса облучателей и в меньшей расстоянии между ними. Для высоты растения более двух метров равномерность облучения резко снижается, что свидетельствует о нецелесообразности использования высоких шпалер. Чем больше высота растения, тем выше над верхушками необходимо располагать облучатели.

### **Библиографический список**

1. Малышев В.В. Прогнозирование урожаев при светокультуре возможно, // «Митр теплиц», 2005 , №3. – С.55-56.
2. <http://usa.autodesk.com>

3. <http://lightscape.com>
4. <http://dialux.com>
5. Косицын О.А. Математическое моделирование пространственных характеристик биологических приемников излучения. – Светотехника, 1978, №6. – С.15-16.
6. Косицын О.А., Суетинов Г.С., Овсянникова Е.А., Моделирование индикатрисы облученности плотно расположенных тел с шаровидной поверхностью // Сборник научных трудов МГАУ (Агроинженерия), №3 (18). – С.20-21.
7. Митягина Я.Г. Повышение эффективности использования оптического излучения в светокультуре огурца: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2009. – 126 с.

**Annotation.** *The objective necessity of reducing energy intensity of production of vegetables in spetacular requires improving the efficiency of use of additional exposure. The calculation of the irradiation facility for additional exposure fruiting plants is quite complex. With the wide distribution of computing technology the opportunity to simplify the procedure of lighting calculations irradiators, which can be simulated using specialized software.*

**Keywords:** *mathematical modeling, cucumber plant, lighting calculations, optical radiation, spatial characteristic.*

УДК 621.35.035

## **СОЧЕТАНИЕ СРЕДСТВ ОБЩЕГО И ЛОКАЛЬНОГО ОБОГРЕВА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ**

**С.А. Растимешин<sup>1</sup>, С.С. Трунов<sup>2</sup>, Д.А. Тихомиров<sup>3</sup>, Ю.Б. Каткова<sup>3</sup>**  
*<sup>1</sup> РГАЗУ, <sup>2</sup> РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, <sup>3</sup> ГБНУ ВИЭСХ*

**Аннотация.** *Максимальный эффект от внедрения средств электротеплоснабжения может быть получен при экономической оптимизации всей энергетической системы животноводческого помещения. При этом мощность средств локального обогрева выбирается исходя из необходимости создания требуемых тепловых*

условий в зонах размещения молодняка при минимально допустимой температуре внутреннего воздуха.

Установленную мощность системы общего обогрева находят при определении экономически оптимального соотношения между мощностью системы отопления и теплозащитными показателями ограждающих конструкций. Затраты на отопление животноводческих помещений можно значительно уменьшить, если повысить их уровень теплозащиты до экономически целесообразного значения. В ряде случаев хорошая теплоизоляция здания может даже избавить от необходимости подогрева приточного воздуха (исключить образование конденсата в этом случае можно, применяя вентиляционные смесительные камеры или специальные воздухораспределители смешивающего действия).

**Ключевые слова:** электротеплоснабжение, локальный обогрев, отопление, оптимизация, теплозащита, системный подход.

Для обеспечения требуемого теплового режима всего помещения важно правильное сочетание средств общего и локального обогрева, а также рациональный взаимосвязанный режим совместной работы различных обогревательных устройств.

Так как режимы работы всех обогревателей в помещении взаимосвязаны, удовлетворительного результата можно достичь лишь при рассмотрении всего помещения как единой энергетической системы с учетом вопросов общего и локального обогрева, вентиляции, теплотехники ограждающих конструкций и теплопродукции различных половозрастных групп животных. В этом случае в помещении будет создан тепловой режим, обеспечивающий значительную экономию энергии, не оказывающий вредное влияние на взрослое поголовье и способствующий улучшению клинко-физиологического состояния организма молодняка. Положительные сдвиги в показателях естественной резистенции коррелируются при этом с высокой продуктивностью и сохранностью поголовья. Введение в энергетическую систему обеспечения микроклимата животноводческих помещений с молодняком средств локального обогрева позволяет также увеличить прирост живой массы, настриг шерсти, а также свести до минимума заболеваемость и отход молодняка как во

время локального обогрева, так и в последующий период.

В условиях развитой электрификации сельского хозяйства для создания оптимального микроклимата перспективным является применение электротеплового оборудования. Рациональные системы и средства электротеплоснабжения обеспечивают повышение производительности труда, значительно снижают энергозатраты. Последнее возможно за счет сокращения потерь теплоты в теплотрассах, более точного автоматического регулирования температурно-влажностных режимов, применения способа локального обогрева и различных перспективных технических средств для осуществления этих процессов.

Экономическая эффективность применения средств электрообогрева по сравнению с огневыми установками для значительного числа и видов объектов показана в многочисленных научных исследованиях. Особенно это характерно для неэнергонасыщенных помещений (например, овцеводческих, кролиководческих и др.). Использование же электроэнергии для местного (локального) обогрева предопределено самой технологией производства.

В животноводческих помещениях кроме электрического, широкое применение нашло также и неэлектрическое теплоэнергетическое оборудование общего обогрева (в частности, пароводяные калориферы и теплогенераторы). Однако, в некоторых отраслях животноводства (например, в овцеводстве) оно нашло применение (в первую очередь в неэлектрифицированных овчарнях. Это связано с рядом мероприятий (в том числе организационных), обусловленных спецификой теплообменных процессов, что значительно усложняет эксплуатацию и обслуживание, повышает требования к квалификации персонала, снижает надежность. Теплогенераторы, кроме того, пожароопасны. В то же время значительное число животноводческих зданий также относится к категории пожароопасных.

Немаловажно, что в сельском хозяйстве ощущается все возрастающий дефицит рабочей силы, что создает значительные трудности при обслуживании традиционных теплогенерирующих установок - котельных на твердом, жидком, газообразном топливе, а также теплогенераторов. В результате системы обеспечения микроклимата, выполненные на базе топливных установок, часто работают в ненормальном режиме, а получаемые в итоге параметры микроклимата далеко не в

полной мере удовлетворяют принятым зоогигиеническим нормам.

В связи с этим в животноводческих помещениях все шире применяют электрокалориферные установки. Они отличаются простотой конструкции, удобством в эксплуатации, возможностью полной автоматизации процессов регулирования температуры и расхода воздуха при высокой точности поддержания требуемых параметров. На базе электрокалориферных установок можно формировать как централизованные, так и децентрализованные системы воздухоподготовки.

Существенную часть времени переходных периодов года средства локального обогрева могут работать в том числе в режиме доводчиков. В этой ситуации целесообразна замена на этот период времени работ средств локального обогрева на более простые и дешевые специальные устройства - электроконвекторы-доводчики. В основную часть отопительного периода также целесообразна работа этого оборудования, которое может, взяв на себя часть требуемой мощности средств общего обогрева, при правильном расположении в помещении существенно улучшить равномерность теплового поля.

Расчеты показывают, что в этом случае в тепловом балансе животноводческого помещения при использовании средств общего и локального обогрева суммарная мощность электроконвекторов-доводчиков должна составлять примерно 20...40% от суммарной мощности обогревательных устройств, а требуемое количество электроконвекторов-доводчиков определяется в каждом отдельном случае индивидуально с учетом геометрических характеристик помещения, принятой технологией содержания животных и т.п.

При этом, как показано выше, в ряде случаев в качестве доводчиков могут выступать и средства локального электрообогрева.

Для достижения этой цели необходимо решение задачи создания нового устройства, которое, кроме применения по прямому назначению (электроконвектор-доводчик для систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений), могло бы быть использовано и более широко - например, для обогрева небольших животноводческих, вспомогательных и других производственных (а также при необходимости и бытовых) помещений. Изделие должно при этом иметь возможность использования как самостоятельно, так и в комплекте со щитами автоматического управления. Эффектив-

но также его применение взамен батарей центрального отопления (особенно при размещении под оконными проемами) в отдельно стоящих зданиях, к которым нерационально подводить теплотрассу, что позволяет избежать дополнительных капиталовложений и значительных потерь тепловой энергии.

Увеличение производства электроэнергии, а также ограничение потребления жидкого топлива в сельскохозяйственном производстве дает возможность при соответствующем технико-экономическом обосновании еще большей электрификации животноводческих помещений.

Максимальный эффект может быть получен при экономической оптимизации всей энергетической системы животноводческого помещения. При этом мощность средств локального обогрева выбирается исходя из необходимости создания требуемых тепловых условий в зонах размещения молодняка при минимально допустимой температуре внутреннего воздуха.

Установленную мощность системы общего обогрева находят при определении экономически оптимального соотношения между мощностью системы отопления и теплозащитными показателями ограждающих конструкций. При этом затраты на отопление животноводческих помещений можно значительно уменьшить, если повысить их уровень теплозащиты до экономически целесообразного значения. В ряде случаев хорошая теплоизоляция здания может даже избавить от необходимости подогрева приточного воздуха (исключить образование конденсата в этом случае можно, применяя вентиляционные смесительные камеры или специальные воздухо-распределители смешивающего действия).

Оптимизация теплозащиты приносит не только прямой экономический эффект. Одновременно она обеспечивает повышение уровня теплового комфорта в помещении, увеличивает равномерность распределения внутренней температуры и, таким образом, повышает продуктивность животноводства и способствует улучшению сохранности зданий. Известно, что величина экономического эффекта от такой оптимизации непрерывно возрастает в соответствии со сроком эксплуатации здания, а дополнительный прирост животноводческой продукции окупает эти затраты за 2-3 года.

**Annotation.** *The maximum effect from introduction of means of electroheat supply can be gained by economic optimization of all power system of the livestock room. Thus the power of means of local heating gets out proceeding from need of creation of the demanded thermal conditions for zones of placement of young growth at minimum admissible temperature of internal air.*

*Rated capacity of system of the general heating is found when determining economically optimum ratio between the power of system of heating and heat-shielding indicators of the protecting designs. Costs of heating of livestock rooms can be reduced considerably if to increase their level of a heat-shielding to economically expedient value. In some cases good thermal insulation of the building can even relieve of need of heating of stitched air (it is possible to exclude formation of condensate in this case, using air-ventilation mixing chambers or special air distributors of the mixing action).*

**Keywords:** *electroheat supply, local heating, heating, optimization, heat-shielding, system approach.*

УДК 536.24

## СТИМУЛЯЦИЯ СЕМЯН В ПРОЦЕССЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩЕЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ

*С.П. Рудобашта<sup>1</sup>, Г.А. Зуева<sup>2</sup>, Н.А. Зуев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

<sup>2</sup> *Ивановский государственный  
химико-технологический университет*

**Аннотация.** *Исследована осциллирующая инфракрасная сушка семян, вызывающая значительную стимуляцию семян, сохраняющуюся длительное время. Изучено влияние режимных параметров на стимулирующий эффект. Разработана математическая модель кинетики сушки, основанная на решении дифференциального уравнения массопроводности, и методика инженерного расчета процесса на ее основе.*

**Ключевые слова:** Сушка семян, инфракрасный нагрев (ИК-нагрев), осциллирующий режим, кинетика сушки, стимуляция.

Сушке семян посвящено большое количество работ, в частности [1-4], которых анализируются различные аспекты сушки, в том числе способы сушки и технологические, обеспечивающие сохранение посевных качеств материала. Для малотоннажных производств в последнее время все большее внимание привлекают электромагнитные способы сушки – как самостоятельный процесс, так и в комбинации с конвективной сушкой [1, 5-7]. Электромагнитной сушке в инфракрасном диапазоне частот (ИК-сушке) посвящено достаточно большое количество работ, в частности, [4, 7-10]. Эффективным является совмещение конвективной сушки с прерывистым микроволновым и инфракрасным облучением [11]. ИК-сушку термолабильных материалов следует проводить в осциллирующем температурном режиме, позволяющем избежать перегрева материала. Это относится и к сушке семян, при которой требуется сохранить, а по возможности и улучшить, их семенные качества. В [11] было установлено, что осциллирующая ИК-сушка вызывает значительную стимуляцию семян. Это проявляется в увеличении их всхожести и энергии прорастания. В данной работе изучено влияние начальной влажности семян, длительности сушки, величины температурной амплитуды на стимулирующий эффект, длительность его сохранения во времени. Кроме того, в данной работе исследована кинетика осциллирующей ИК-сушки, разработана математическая модель, описывающая кинетику данного процесса, получены экспериментальные данные по коэффициенту массопроводности (диффузии влаги) для ряда семян, необходимые для реализации данной модели.

В [11] было установлено, что стимулирующий эффект для разных видов семян, высушенных при осциллирующем ИК-энергоподводе, различен, что обусловлено их разной изначальной всхожестью. Поэтому осциллирующая ИК-сушка должна, в первую очередь, применяться для семян с плохой всхожестью. Основные исследования были проведены с семенами лука репчатого, обладающими низкой всхожестью. Сушку-стимуляцию семян осуществляли в установке, которая имела сушильную камеру, в нижней части которой на про-

волочной сетке располагались в один слой семена. Сетка находилась на поролоновой подставке, установленной на чаше лабораторных весов «Scale Cas MWP–300» электронного типа, подставка и весы были расположены вне сушильной камеры. В верхней части камеры симметрично относительно высушиваемого материала находились два инфракрасных излучателя «OSRAM Siccatherm» номинальной мощностью 250 W. Система автоматического регулирования включала в себя датчик оптического пирометра «Raytek MID LT 02», электронный блок пирометра, блок питания, автоматический терморегулятор «ОВЕН ТРМ202». Высушиваемые семена помещались на сетку плотным монослоем. Поверхность семян обдувалась продольным потоком воздуха ( $t_c = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ) со скоростью  $v = 1.5\text{ м с}^{-1}$  – для удаления испаряемой влаги. Пирометр был связан с измерителем-регулятором температуры ТРМ 202, связанным с компьютером, что позволяло не только осуществлять контроль и регулирование температуры поверхности семян, но и архивировать получаемые термограммы для последующего их анализа. Погрешность измерения и регулирования температуры поверхности семян в опытах составляла  $\pm 0,1\%$ . Перед проведением эксперимента на приборе ТРМ 202 задавали контролируемые температуры поверхности семян  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$ .

Исследовали влияние начального влагосодержания семян и длительности термообработки на эффект стимуляции на примере семян лука репчатого. Определили, что наибольшее увеличение энергии прорастания (ЭП) и всхожести (В) наблюдается при влагосодержании семян перед сушкой  $u_n = 20\%$ . Далее исследовали влияние продолжительности термообработки (сушки) на эффект стимуляции семян. Наибольшее увеличение ЭП и В семян достигается при длительности осциллирующей ИК-термообработки, равной 40 мин. Поэтому именно эту продолжительность следует рекомендовать для предпосевной стимуляции семян лука.

Было изучено также влияние температурного режима на эффект стимуляции семян. С этой целью было проведено два исследования, в первом из которых изменяли  $t_{\max}$  при неизменной температуре  $t_{\min} = 34\text{ }^\circ\text{C}$ , а во втором постоянной была средняя температура семян в циклах  $t_{\text{cp}} \approx (t_{\min} + t_{\max}) / 2 = 37\text{ }^\circ\text{C}$  при переменной величине  $\Delta t = (t_{\max} - t_{\min})$ . В первом исследовании температуру  $t_{\max}$  в опытах устанавли-

вали последовательно на уровне 40, 50 и 60 °С, средняя температура семян в циклах при этом составляла соответственно 37, 42 и 47 °С.

С увеличением  $t_{\max}$  длительность цикла плавно увеличивалась: при температуре  $t_{\max} = 40$  °С она составляла в среднем  $\tau_{\text{ц}} = 23$  с. При температуре  $t_{\max} = 50$  °С -  $\tau_{\text{ц}} = 100$  с, а при температуре  $t_{\max} = 60$  °С -  $\tau_{\text{ц}} = 300$  с. Эти опыты показали, что из числа исследованных трех температурных режимов наиболее благоприятным является режим при  $t_{\max} = 40$  °С.

Во втором исследовании было проведено также три опыта при:

1.  $t_{\min} = 34$  °С,  $t_{\max} = 40$  °С,  $\Delta t = 6$  °С;
2.  $t_{\min} = 31$  °С,  $t_{\max} = 43$  °С,  $\Delta t = 12$  °С;
3.  $t_{\min} = 28$  °С,  $t_{\max} = 46$  °С,  $\Delta t = 18$  °С.

Они показали, что стимуляцию семян дает только температурный режим  $t_{\min} = 34$  °С,  $t_{\max} = 40$  °С, что касается двух других режимов, то они не только не стимулируют семена, а наоборот оказывают на них угнетающее воздействие и поэтому не приемлемы. Исследовали далее продолжительность сохранения стимулирующего эффекта во времени. С этой целью семена лука после ИК-термообработки, проверяли на всхожесть и энергию прорастания: а) сразу после термообработки, б) спустя 4 месяца после нее, в) спустя 8 месяцев. Результаты этих испытаний показали, что стимулирующий эффект сохраняется длительное время: 8 месяцев, а возможно и дольше, поэтому стимулировать семена можно как непосредственно перед посевом, так и в процессе сушки семян, собранных с поля, применяя осциллирующий ИК-способ.

Для изучения кинетики осциллирующей ИК-сушки снимали кривые сушки – в температурном режиме при  $t_{\min} = 34$  °С,  $t_{\max} = 40$  °С. Кривые сушки имели гладкий монотонный характер, что объясняется малым интервалом изменения температуры материала в циклах ( $\Delta t = 6$  °С), обусловленным непродолжительностью каждого цикла «нагрев-остывание», в процессе которого температура колеблется относительно среднего значения  $t_{\text{av}} = 37$  °С на величину  $\pm 3$  °С, и инерционностью поля влагосодержаний.

Для расчета кинетики осциллирующей инфракрасной сушки семян может быть использован зональный метод расчета [12], согласно которому весь диапазон влагосодержания материала разбивается на

ряд концентрационных зон, в каждой из которых коэффициент массопроводности принимается постоянным, а расчет ведется по решению линейного дифференциального уравнения массопроводности. Для проверки этого метода расчета кинетики осциллирующей ИК-сушки экспериментально определяли коэффициент массопроводности ряда семян [13]. Расчет проводили при средней температуре семян 37 °С. Сопоставляли расчетную и экспериментальную кривые сушки семян лука. Обе кривые удовлетворительно совпадали. Следовательно, можно сделать вывод, что предложенная методика расчета кинетики осциллирующей ИК-сушки при температурном интервале осцилляций  $\Delta t = 6$  °С обеспечивает достаточную для инженерных целей точность вычислений (погрешность при определении времени процесса порядка 10%) и поэтому может быть рекомендована для практики. Проведенный нами численный анализ разработанной математической модели процесса осциллирующей инфракрасной сушки [12, 13] показал возможность рационального выбора с ее помощью параметров технологического процесса, в частности, скорости воздуха, обдувающего семя.

### **Библиографический список**

4. Barrozo M. A. S., Mujumdar A., Freire J. T. Air-Drying of Seeds: A Review // *Drying Technology*. 2014, 10 (10). – P. 1127-1141.
5. Clemente G., Sanjuán N., Cárcel J. A., Mulet A. Influence of Temperature, Air Velocity, and Ultrasound Application on Drying Kinetics of Grape Seeds // *Drying Technology*. 2014, 32 (1). – P. 68-76.
6. Mosqueda M. R. P.; Tabil, L. G.; Christensen C. Effect of Drying Conditions and Level of Condensed Distillers Solubles on Protein Quality of Wheat Distillers Dried Grain with Solubles // *Drying Technology*. 2013, 31 (7). – P. 811-824.
7. Ratti C., Mujumdar, A.S. Infrared drying. In *Handbook of Industrial Drying*. 3rd edition. A.S. Mujumdar (Ed). CRC Press, Boca Raton, FL. 2007. – P. 423-438.
8. Kowalski, S.J., Rajewska, K. Convective drying enhanced with microwave and infrared radiation // *Drying Technology*. 2009, 27 (7-8), – P. 878-887.
9. Singh, A.; Orsat, V.; Raghavan, V. A Comprehensive Review on Electrohydrodynamic Drying and High-Voltage Electric Field in the

Context of Food and Bioprocessing // Drying Technology. 2012, 30 (16-15). – P. 1812-1820.

10. Wang, L., Zhang, M., Fang, Z., Xu, B. Application of Intermediate-Wave Infrared Drying in Preparation of Mushroom Chewing Tablets // Drying Technology. 2014, 32(14). –P. 1820-1827.

11. Mujumdar, A.S. (Ed). Drying'92. Elsevier, Amsterdam, 1992. Proceedings of 8th International Drying Symposium. pp. 667-729.

12. Supmoon N.; Noomhorm A. Influence of combined hot air impingement and infrared drying on drying kinetics and physical properties of potato chips // Drying Technology. 2013, 31(1). – P. 24-31.

13. Bon, J., Kudra, T. Enthalpy-driven optimization of intermittent drying // Drying Technology. 2007, 25 (4). – P. 523-532.

14. Рудобашта, С.П., Григорьев, И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощей, нетрадиционных и редких растений // Промышленная теплотехника. 2011, 33(8). – С.85-90.

15. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. – М.: Химия. 1980 – 248 с.

16. Рудобашта, С.П., Зуева, Г.А., Дмитриев, В.М., Зуев, Н.А. Массопроводность при сушке коллоидных капиллярно-пористых материалов // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2014, 57(1). – С.103-107.

17. Rudobashta, S.; Zueva G.; Zuev N. Mathematical Modelling and Numerical Analysis of Oscillating Infrared Seeds Drying Process/Proceedings of XIII Polish Drying Symposium – Kołobrzeg, Poland, 2013. – P. 330.

18. Rudobashta, S.; Zueva G.; Zuev N. Mathematical Modeling and Numerical Simulation of Seeds Drying under Oscillating Infrared Irradiation // Drying Technology, 2014, 32(11) – P. 1352-1359.

**Annotation.** *Oscillating infrared drying the seeds which results in significant seeds stimulation, which continued for a long time, has been studied. The influence of regime parameters on stimulating effect was studied. The mathematical model of drying kinetics based on the solution of a differential equation of mass conductivity and the method of engineering calculation of the process on its base have been developed.*

**Keywords:** *Seeds drying, infrared heating (IR heating), the oscillating mode, drying kinetics, stimulation.*

## ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ САДОВОЙ ТЕХНИКИ НА ПРИМЕРЕ СМОРОДИНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Ю.А. Утков <sup>1</sup>, А.А. Цымбал <sup>2</sup>, В.В. Цыбулевский <sup>3</sup>, Е.И. Трубилин <sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ ВСТИСП, <sup>2</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

<sup>3</sup> Кубанский государственный аграрный университет

***Аннотация.** Рассмотрена и оценена возможность развития механизации садоводства по типу предложенной модернизации системы улавливания смородиноуборочного комбайна.*

***Ключевые слова:** механизация садоводства, улавливатель смородиноуборочного комбайна.*

Промышленное садоводство России, будучи одной из активных составляющих экономики, страны претерпело негативные изменения по всем аспектам, начиная с бесконтрольного изменения ассортимента и вида культур, неадаптированных к нашим климатическим зонам, и заканчивая прекращением разработки и вообще ликвидацией государственного производства специализированной садовой техники. При этом в последующем были созданы льготные условия для импорта машин (по условиям вступления в ВТО), оставившего отечественное производство без государственной или иной экономической поддержки. В результате сложилось положение, когда отечественную специализированную садовую технику в стране создавать и производить уже практически некому.

В новом веке в силу существенного изменения условий приобретения импортной сельхозпродукции и ухудшения технической оснащённости хозяйств, ориентированных на производство садовой продукции, впервые предоставляется возможность существенно увеличить его в местах проживания основной части населения. Например, в Белгородской области может ежегодно производиться до 1 млн. тонн яблок, а также в больших количествах других пло-

дов. Эффективность такого производства очевидна. Так в 2013 году прибыль от производства с 1 га плодов только семечковых культур в 36 раз превышала общую прибыль в целом по сельскому хозяйству, полученную с 1 га пашни [1].

Однако чтобы повсеместно и в короткие сроки наладить промышленное производство плодов и ягод в России, надо незамедлительно решать комплекс проблем, среди которых – возрождение создания и производства отечественных специализированных садовых машин. Опыт продуктивного решения подобной проблемы пришелся на 70-е годы прошлого века. Тогда в относительно короткий срок все основные технологические операции в промышленных садах, ягодниках, виноградниках и питомниках были механизированы. Учитывая, что новые машины создавались и испытывались у нас в сравнении с лучшими зарубежными аналогами, оригинальная (около 30 наименований) отечественная садовая техника была устойчиво конкурентоспособной на мировом рынке. Многие из машин продолжают работать по прямому назначению в хозяйствах по настоящее время.

Наметился позитивный тренд возобновления и совершенствования работы машиноиспытательных станций и расширения практики проведения сравнительных испытаний сельхозтехники. По данным Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (АИСТ) [2] это уже нашло отражение в изменениях Федерального закона «О развитии сельского хозяйства», касающихся определения эффективности сельскохозяйственной техники и оборудования, что является шагом вперед в возрождении промышленного садоводства России.

Намерение удовлетворения потребности населения страны в собственных плодах, ягодах и винограде может быть реализовано только при системном и последовательном решении задач:

- воссоздания питомниководства (для ежегодной закладки в ближайшие 10-12 лет не менее 30 тыс. га. новых, приоритетных по эффективности многолетних насаждений);
- повсеместного обновления (фактически замены) технологий;
- насыщения технологий машинами и оборудованием (предпочтительно принципиально новыми или усовершенствованными для применения в этих технологиях).

Считаем, что ключевое положение среди этих задач занимает механизация, поскольку она сопровождает и позволяет реализовать выгодные стороны технологий выращивания урожая и его последующего использования начиная с первого шага. И здесь четко обозначается необходимость решения двух взаимосвязанных проблем:

1. Восстановление полноценных научных инженерных подразделений с экспериментальной базой (они были ликвидированы в последние 5-7 лет) как в институтах садоводства, так, возможно, и в ВУЗах с обеспечением государственного целевого бюджетного финансирования разработок по созданию рабочих органов новых садовых машин [3].

2. Создание, например, Федерального научно-производственного центра механизации садоводства и виноградарства (например, в Крыму или Краснодаре), который на конкурсной основе будет отбирать лучшие научно-технические разработки, по ним разрабатывать техническую документацию (доводить до уровня использования ее в машиностроении) и организовывать (размещать) по стране производство новых специализированных машин для промышленного садоводства и виноградарства России.

Апробацию предложенной схемы можно провести на примере производства и использования ягод смородины.

Опытом работы в ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии и результатами исследований, создания и мелкосерийного производства машин и оборудования на примере последовательной работы над технологическим сменно-модульным комплексом для технологии возделывания черной смородины, была подтверждена принципиальная возможность разностороннего повышения качества работы ягодоуборочного комбайна, машин по уходу за междурядьями и кроной кустов (формирование и опрыскивание) в привязке к базовым в определенные годы технологиям и организационно-экономическим условиям производства [4].

В результате отслеживания и оценки применения машинной уборки ягод смородины к настоящему времени определилась необходимость внесения технических и технологических изменений в первую очередь в базовую машину – уборочный комбайн. Это касается системы улавливания, аппарата съема ягод, приборов от-

слеживания и управления исполнением рабочими органами своих технологических функций. По различным причинам результаты по законченным фрагментами исследований этих вопросов в серийной машине реализованы не были. Их выявление показало необходимость проведение работ уже на ином уровне и дополнительных исследований. Как пример, была установлена неожиданно повышенная негативная роль наличия сорной растительности в зоне действия разрезного дискового улавливателя.

Отсюда – одна из частных задач создание более совершенной улавливающей системы для универсального ягодоуборочного комбайна нового поколения, конкурентоспособного на мировом рынке садовой уборочной техники. Её решение сопровождается необходимостью завершения этапа теоретической проработки процесса проникновения части приёмных поверхностей улавливателя (например, эластичных дисков) в жестко ограниченной зоне основания кустов. Выбранное в этой связи конструкционное решение влечет за собой изменение кинематики перемещения как индивидуально подпружиненных дисков, так и в целом улавливающей системы, учитывающей её пространственные смещения при движении комбайна по оси ряда, чтобы минимизировать невозвратимые потери уже отделённых ягод.

Неучет исходных параметров кустов смородины также отрицательно влияет на качество работы системы улавливания, так по мере превышения требуемой величины (0,25 м) диаметра оснований кустов, потери стряхиваемых ягод возрастают до 25-30%.

Таким образом, в итоге диск, совершая сложное движение, складывающееся из поступательного движения вместе с комбайном и вращательного движения под воздействием ветвей во время контакта с ними, потребовал модернизации целиком системы улавливания, в которой исходным фактором стали такие, изначально считавшиеся незначительными, факторы как ширина и форма разреза, оптимизирующие условия входа ветви в разрез диска и выхода из него.

Таким образом, рассмотренная в качестве примера частная схема проведения работ по одной достаточно узкой задаче в комбайновой уборке смородины с учетом последующего изготовления (на основе теоретических исследований) модернизированных дисков

системы улавливания, их лабораторной апробации, испытаний на комбайне в производственных условиях, наглядно показывают необходимость, целесообразность и реальную возможность воссоздания механизации садоводства. При этом следует иметь в виду, что машины нового поколения должны быть с иными качественными характеристиками и параметрами, например, гидропривод рабочих органов заменяется на электропривод с широкими возможностями автоматизации процессов управления, осуществляется модернизация отдельных узлов с целью обоснованного повышения качества работы, снижения энергоёмкости и т.п.

### Библиографический список

1. Яблочные вехтели // Информ. бюл. ФГНУ Росинформагротех, № 11, 2014 г. – С. 32
2. МИСы в Азиатско-Тихоокеанской сети // Информ. бюл. № 11, 2014, ФГНУ Росинформагротех. – Правдинский, 2014. с. 40-41
3. Цымбал А.А. Направления совершенствования научных исследований в механизации садоводства // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. 13-14 мая 2010 г. – Мичуринск:Изд-во Мичуринского агроуниверситета, 2011. – С. 27-34
4. Утков Ю.А., Бычков В.В. Сравнительный анализ технологических схем современных ягодоуборочных комбайнов // Современные подходы к созданию интенсивных насаждений. Актуальные проблемы садоводства: сб. научн. работ. Междунар. науч.-практ. конф. 25-27 апреля 2014 г. – Хвалынский, 2014. – С. 125-132.

**Annotation.** *Reviewed and evaluated the possibility of developing mechanization of horticulture on the type of proposed system upgrades capture smorodinovogo harvester.*

**Keywords:** *gardening mechanization, catcher of the the combine for cleaning of currant.*

## РАЗВИТИЕ ГИДРОАППАРАТУРЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ САДОВЫХ ДИСКОВЫХ БОРОН С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ

*В.А. Шевкун*<sup>1</sup>, *Н.А. Шевкун*<sup>1</sup>, *В.И. Котысько*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, <sup>2</sup> ФГБНУ ВСТИСП

***Аннотация.** В статье рассмотрен гидравлический привод машин для ухода за плодовыми садами. Представлены области его применения, гидравлические передачи.*

***Ключевые слова:** гидропривод, следящий гидропривод, гидравлическая система, машины для работы в садах.*

В настоящее время происходит перевооружение сельского хозяйства на базе новой техники, внедрение прогрессивной технологии, предусмотрены ускоренный рост энерговооруженности и повышение уровня механизации работ для садоводства.

Гидропривод представляет собой совокупность устройств, предназначенных для передачи механической энергии на расстояние посредством жидкости и преобразования ее в кинетическую энергию на выходе с одновременным выполнением функции регулирования и реверсирования скорости выходного звена [1].

Он относится к числу эффективных средств, позволяющих улучшить эксплуатационные и технико-экономические характеристики машин и агрегатов для садоводства. Гидроприводы применяются на разнообразных машинах для выполнения различных технологических операций. Конструкции гидромашин, используемых в технике для садоводства, постоянно усложняются вследствие интенсификации режимов их работы.

В средствах механизации садоводства применяются объемные гидроприводы вращательного, поступательного и поворотного движения. Посредством гидравлических передач осуществляется привод активных рабочих органов почвообрабатывающих машин,

машин по уходу за плодовыми и ягодными насаждениями. Обеспечивается автоматическое слежение за положением рабочего органа в ряду плодовых насаждений, с последующим выводом из ряда при его встрече со штамбом дерева, принудительно, за счет его поперечного перемещения относительно ряда деревьев, или под действием сил реакции почвы, путем его проворачивания относительно стойки, на которой он закреплен [2].

Учитывая специфику размещения рабочих зон, на некотором расстоянии от поверхности земли, частично под кроной деревьев и в межствольном пространстве, применяемые машины для обработки плодовых насаждений, оборудуют выносными секциями, на которых размещают рабочие органы, привод которых осуществляют посредством гидропривода вращательного движения.

Гидропривод поступательного движения в средствах механизации садоводства применяется для ввода-вывода рабочих органов в приствольные полосы плодовых насаждений, обеспечения работы многофункциональных комплексов [3].

В качестве исполнительных элементов применяют разнообразные гидроцилиндры двустороннего действия с односторонним и двухсторонним штоком с постоянным торможением в конце хода с двух сторон.

В конструкции дисковых борон для обработки почвы в садах так же реализован следящий гидропривод, обеспечивающий ввод-вывод рабочего органа в приствольную полосу многолетних насаждений. Его работа обеспечивается посредством шупа, гидрораспределителя и гидроцилиндра. При современном развитии гидроаппаратуры разработаны агрегаты, обеспечивающие автоматическое выдерживание рабочей глубины; автоматическое слежение за штамбами деревьев; имеющие реверсивный привод рабочего органа.

Изучение характера диссипативных потерь и учет их при расчетах статических и динамических характеристик гидропривода позволяет проектировать новые гидросистемы и прогнозировать их качество. Современные гидроприводы машин для садоводства характеризуются повышенной динамичностью, что определяет фактические нагрузки на элементы гидросистем и металлоконструкций и, следовательно, определяют их прочность и долговечность.

## Библиографический список

1. Наземцев А.С. Рыбальченко Д.Е. Пневматические и гидравлические приводы и системы. Часть 2. Гидравлические приводы и системы. Основы. Учебное пособие – М.: Форум, 2007. – 304 с..
2. Шевкун В.А., Шевкун Н.А., Кадыкало Г.И. Применение гидравлического привода в орудиях для ухода за плодовыми насаждениями // Садоводство и виноградарств, № 3, 2011. – С. 46-48
3. Воробьев В.Ф., Косякин А.С., Бычков В.В. и др. Перспективная ресурсосберегающая технология для садов интенсивного типа: Метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 36 с.

**Annotation.** *In article the hydraulic drive of machines for care of orchards is examined. Areas of its application having hydraulic drives are presented.*

**Keywords:** *the Hydraulic actuator watching a hydraulic actuator, hydraulic system, cars for work in gardens*

УДК 631.171; 631.348

## ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОАККУСТИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТИ В КОНСТРУКЦИИ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ САДОВОДСТВА

*Н.А. Шевкун*<sup>1</sup>, *В.А. Шевкун*<sup>1</sup>, *Р.Е. Глушанков*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А.Тимрязева, <sup>2</sup> ФГБНУ ВСТИСП

**Аннотация.** *Рассмотрены опрыскиватели для садоводства. Проанализированы типы распылителей для современных опрыскивателей, применяемых в садоводстве. Рассмотрены пневмоакустические распылители. Даны рекомендации по их использованию в конструкции опрыскивателей для садоводства.*

**Ключевые слова:** *опрыскиватель, распылитель, пневмоакустический распылитель, садоводство.*

Одним из элементов технологии возделывания садовых насаждений является механизированная защита растений от болезней, вредителей и сорной растительности. Для этих целей в настоящее время используются различные виды опрыскивателей. В последнее время в России и за рубежом намечена тенденция использования универсальных (мультисистемных) опрыскивателей, позволяющих производить обработку от вредителей и болезней, а так же обеспечивающих внесение гербицидов [1]. Центром механизации трудоёмких процессов в садоводстве ФГБНУ ВСТИСП разработан мультисистемный опрыскиватель ОПУ-5, позволяющий производить дозированное и адресное внесение химических средств защиты на растения в питомниках и ягодниках.

Важной тенденцией развития опрыскивателей является повышение эко безопасности, это обеспечивается совокупным действием различных факторов: повышение качества распыла, снижение повреждаемости растений и др. Эффективностью работы опрыскивателей является сокращение расхода рабочей жидкости и потерь пестицидов, повышение равномерности обработки растений, что достигается, прежде всего, совершенствованием рабочих органов.

Как правило, в конструкции садовых опрыскивателей, применяют универсальные, щелевые (плоскофакельные, инжекторные, антисносные) и центробежные («полый конус», инжекторные) распылители которые по своим характеристикам больше подходят для полевых опрыскивателей, чем для садовых. На современном этапе ведется большое количество работ по усовершенствованию распылителей [2]. Одним из перспективных способов распыла жидкости является распыл посредством пневмоакустических распылителей жидкости (ПАРЖ), обеспечивающих высокую (до 80%) однородность рабочей жидкости, с широким диапазоном регулирования размера капель и расхода жидкости [3]. Жидкость, распыленная посредством ПАРЖ обладает высокой проникающей способностью, что позволяет рабочей жидкости проникать вглубь кроны садовых насаждений. Опыт применения ПАРЖ в конструкции опрыскивателей для садоводства имеется, в частности проводились исследования по определению параметров и режимов работы ультрамалообъемного опрыскивателя с пневмоакустическими распылителями [4].

Таким образом, с целью улучшения рабочих параметров опрыскивателя ОПУ-5 необходимо произвести его модернизацию с использованием пневмоакустических распылителей жидкости. Применение модернизированного опрыскивателя позволит экономить более 20% вносимых дорогостоящих препаратов и окупить затраты на модернизацию в течении одного – двух сезонов.

### Библиографический список

1. Глушанков Р.Е., Шевкун В.А., Бычков В.В., Шевкун Н.А. Пути развития мультисистемных опрыскивателей в садоводстве // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сб. науч. тр. по материалам международной научно-практич. конф. (г. Рязань, ГНУ ВНИМС, 3-4 декабря 2013 года) – Рязань, 2013, №5. – С.177-184
2. Сельскохозяйственные распылители. Lechler GmbH. – Metzingen, 2014. Режим доступа: [http://www.lechler-forsunki.ru/-/cb4rx\\_RU](http://www.lechler-forsunki.ru/-/cb4rx_RU)
3. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей. – М., 1984. – 254 с.
4. Губжоков Х.Л. Параметры и режимы работы ультрамалообъемного опрыскивателя с пневмоакустическими распылителями для интенсивного горного и предгорного садоводства: Дис. канд. техн. наук: Спец.: 05.20.01. – Нальчик, 2006. – 172 с.

**Annotation.** *Considered sprayer for gardening. Analyzed the types of nozzles for modern sprayers used in horticulture. Considered pneumocystitis sprays. Recommendations for their use in the design of the sprayer for gardening.*

**Keywords:** *sprayer, spray, pnevmoakkustichesky spray, gardening.*

УДК 631.6:504.54

## ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ МЕЛИОРАЦИЙ АГРОЛАНДШАФТОВ

*А.И. Голованов, Ю.И. Сухарев*

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

***Аннотация.** Работа посвящена методологии мелиорации земель, которая позволяет на понятийном и прикладном уровнях решать задачи, связанные с повышением плодородия почв и производства продукции, обеспечением устойчивого ведения и экологической безопасности сельского хозяйства.*

***Ключевые слова:** методология, мелиорация земель, геосистемный подход, агрогеосистема, агроландшафт, ландшафтная catena.*

Решение проблем, связанных с устойчивым развитием и оптимизацией сельскохозяйственного производства может быть достигнуто только на основе геосистемного, ландшафтного подхода к вопросам обоснования систем земледелия и мелиорации агроландшафтов [1].

Использование геосистемного подхода при обосновании необходимости и интенсивности мелиоративных мероприятий на территории агроландшафтов позволяет рассматривать все природные компоненты в их неразрывности и взаимосвязи и является актуальным. Отличительными особенностями ландшафта считаются его природное единство, целостность, понимание ландшафта как структурного элемента ландшафтной (географической) оболочки планеты.

В совокупность понятий физической географии, ландшафтоведения, мелиорации и рекультивации земель наравне с общепринятым понятием ландшафта как природно-территориального комплекса было введено понятие «геосистема», а применительно к ландшафту – «агрогеосистема», так как ландшафт редко из-за его значительной площади весь подвержен сельскохозяйственному освоению. Под агрогеосисте-

мой предложено понимать техноприродную ресурсовоспроизводящую и средообразующую гео(эко)систему, служащую объектом сельскохозяйственной деятельности и одновременно средой обитания культурных растений, домашних животных и человека (Голованов А.И.).

Любой ландшафт имеет однородный геологический фундамент, определенный состав горных пород, один генетический тип рельефа, единый местный климат и, как следствие, один зональный тип и подтип почв. В то же время морфологические части ландшафта – элементарные ландшафты (фации) располагаются на разных формах и элементах рельефа, отличаются друг от друга водным режимом, растительным покровом, что приводит к образованию а зональных почв. Наиболее значимыми природными факторами, определяющими структурную и функциональную специфику геосистем, являются рельеф земной поверхности, геологическое строение, местный климат, обводненность территории, тип растительного покрова. Эти факторы относятся к категории внутренних ландшафтообразующих факторов.

Геосистемы обладают собственными, только им присущими свойствами, знание которых необходимо при изучении ландшафтов и при работе с ними – использовании, обустройстве, восстановлении. К внутренним свойствам ландшафта относят: целостность, открытость, функционирование, способность почвообразования и продуцирования биомассы, структурность, динамичность, устойчивость, способность развиваться, изменчивость свойств компонентов геосистем в пространстве, нелинейность природных процессов.

Такие важнейшие процессы ландшафтов, как влагооборот, почвообразование, продуцирование биомассы, биогенный круговорот веществ, определяются тепло- и влагообеспеченностью, т.е. количеством поступающих в ландшафт тепла и влаги. Хозяйственная деятельность оказывает существенное влияние на функционирование ландшафтов. Природные ландшафты под воздействием человеческой деятельности становятся природно-антропогенными.

Для ландшафтной оболочки справедлив закон иерархической организации слагающих ее частей. Функционально-динамическое сопряжение природных геосистем, последовательно сменяющих друг друга в направлении от местного водораздела к местному базису денудации (реке, депрессии рельефа) называют ландшафтно-гео-

химической (ландшафтной) катеной. Катенарный ряд элементарных ландшафтов (фаций) представляет собой целостную геосистему с односторонним потоком вещества и энергии сверху вниз по склону. Такая схематизированная катена включает в себя земли с разными типами водного питания (по А.Д. Брудастову): атмосферным, намывным делювиальным, грунтовым. С гидрологических позиций катена представляет собой элементарный водосбор со многими характерными его особенностями.

Ландшафт имеет природные, естественные границы, что позволяет составлять ландшафтные карты. Ландшафтная карта является организующим научно-методическим базисом научного анализа, исходной синтетической моделью для прикладных прогнозных расчетов: мелиоративных, водохозяйственных, экологических.

Мелиорация дает возможность изменять комплекс природных условий (почвенных, гидрогеологических, гидрологических и др.) на земельных угодьях в необходимом для человека направлении, формировать высокопродуктивные агробиоценозы, повышать плодородие почв, обеспечивать устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, выращивать новые культуры, создавать благоприятные условия для существования полезной флоры и фауны.

Потребности в мелиорациях изменяются по природным, или по ландшафтно-географическим, зонам. Ландшафтно-географические зоны отличаются по климату, растительности и почвам. Формирование зональности растительного и почвенного покрова определяется ресурсами солнечной радиации (тепла) и влаги. Зональные особенности территории принято учитывать с помощью широко используемого в настоящее время энергетического коэффициента – коэффициента увлажнения А.Н. Костякова, т.е. отношения среднегодового количества атмосферных осадков к среднегодовой испаряемости. Аналогичный энергетический коэффициент (по М.И. Будыко) – индекс сухости, т.е. отношение количества тепла, поступившего в почву в средний год к затратам тепла, необходимым для испарения среднегодового количества атмосферных осадков, характеризует зональную тепло-влагообеспеченность, которая предопределяет зональную растительность, зональные типы и подтипы почв. В качестве показателя природной тепло-влагообеспеченности может быть

использован климатический дефицит увлажнения, т.е. разница между испаряемостью и количеством атмосферных осадков за расчетный период. Для мелиорации такие энергетические коэффициенты являются очень важными, т.к. определяют потребность в дополнительном увлажнении, когда энергетические ресурсы местности используются не в полной мере для продуцирования биомассы.

Потребность в мелиорации зависит не только от зональных, но и от азональных особенностей природных условий. Обычно орошают возвышенные выровненные пространства, в осушении нуждаются, как правило, азональные природные объекты – элементарные ландшафты, которые из-за своего относительно низкого месторасположения получают дополнительное водное питание за счет притока воды со стороны вышерасположенных элементарных ландшафтов.

Для объективной оценки потребности в орошении и осушении необходим учет помимо зональных показателей – атмосферных осадков и испаряемости, детальный учет азональных факторов – притока воды на территорию с выше расположенных элементарных ландшафтов и ее оттока в ниже расположенные элементарные ландшафты и местные водотоки. Наиболее обоснованным является в этом случае как минимум двумерное количественное описание влагооборота в сопряженных элементарных ландшафтах в разные по климатической влагообеспеченности годы, что возможно при имитационном математическом моделировании.

Математическое моделирование передвижения почвенной влаги и подземных вод в настоящее время используется широко, вместе с тем методика описания и прогнозирования этих процессов применительно к вопросам мелиорации агроландшафтов разработана недостаточно полно. В данном случае становится недостаточным одномерное (по вертикали) описание процессов влагопереноса, необходимо учитывать латеральные потоки между сопряженными элементарными ландшафтами при выраженном рельефе. Необходимо также корректно оценивать суммарное испарение (транспирацию растениями и испарение с поверхности почвы), так как оно существенно зависит от реального увлажнения корнеобитаемого слоя почвы [2, 3].

Геосистемный подход к обоснованию необходимости и интенсивности мелиораций агроландшафтов должен предусматри-

вать: ландшафтную идентификацию территории (ландшафтная провинция, ландшафтный район и т.д.), изучение морфологической структуры ландшафта, классификацию территории для выполнения производственных и других функций, оценку геоморфологических, литологических, гидрогеологических и климатических условий, оценку структуры почвенного покрова. При расчете мелиоративных режимов агроландшафтов с использованием математических моделей, учитывающих пространственный характер передвижения влаги в почвах и грунтах ландшафтных катен, необходима схематизация природных условий, учитывающая геоморфологические, литологические, гидрогеологические, климатические, почвенные особенности рассматриваемых таксономических единиц (ландшафтных провинций, ландшафтных районов и т.д.).

Использование сформулированных в данной работе методологических положений позволяет решать вопросы, связанные с повышением плодородия почв агроландшафтов (агрогеосистем), обеспечением устойчивого ведения и экологической безопасности сельского хозяйства.

### **Библиографический список**

1. Голованов А.И. Методология мелиорации // Природообустройство, 2009, № 4. – С. 5-16.
2. Голованов А.И., Сухарев Ю.И. Ландшафтное обоснование мелиорации сопряженных фаций // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: Материалы XI Международной ландшафтной конференции. – М.: МГУ, 2006. – С. 94-97.
3. Сухарев Ю.И. Ландшафтный подход к обоснованию мелиораций // Мелиорация и водное хозяйство. – М., 2006, № 3. – С. 17-23.

**Abstract.** *The presentation is devoted to the methodology of land reclamation, which allows on the conceptual and applied levels to solve problems related to increasing soil fertility and production and ensuring sustainable and ecological agriculture.*

**Keywords:** *methodology, land reclamation, geosystem approach, agrogeosystem, agrolandscape, landscape catena.*

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

*А.Н. Данильченко*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Представлена методика и результаты расчетов, позволяющие оценить влияние сокращения оптимальной биоклиматической оросительной нормы на снижение урожайности сельскохозяйственных культур в центрально черноземной области (ЦЧО) в разные по влажности годы.*

***Ключевые слова:** оросительная норма, водопотребление, урожайность.*

Для оценки допустимого уровня снижения проектных оросительных норм разработана методика и выполнены расчеты, позволяющие оценить влияние сокращения оптимальных биоклиматических оросительных норм на снижение урожайности сельскохозяйственных культур в ЦЧО в разные по влажности годы.

Многочисленные исследования в различных природных зонах нашей страны и за рубежом свидетельствуют о том, что зависимость урожайности от уровня влагообеспеченности растений не носит зонального характера и может быть описана параболой [1,3,4,5]:

$$\Delta Y_i = A + B \cdot \Delta \ell_{vi} + C \cdot \Delta \ell_{vi}^2, \quad (1)$$

где:  $\Delta Y_i$  – относительное снижение урожайности в долях от расчетной (максимальной, плановой, проектной);  $\Delta \ell_{vi}$  – относительное снижение суммарного водопотребления культуры в долях от  $E_v^{om}$ .

Элементы уравнения 1 определяются следующим образом:

$$\Delta \ell_{vi} = 1 - \frac{E_{vi}}{E_v^{onm}}, \quad \Delta Y_i = 1 - \frac{Y_i}{Y_p}, \quad (2, 3)$$

где  $E_v^{onm}$  – биологически оптимальное суммарное водопотребление растений;  $E_{vi}$  – фактическое (дефицитное) суммарное водопотребление растений;  $Y_p$  – урожайность при биологически оптимальном суммарном водопотреблении растений;  $Y_i$  – фактическая урожайность культуры при дефицитном суммарном водопотреблении растений.

По установленным зависимостям между  $\Delta Y_i$  и  $\Delta \ell_{vi}$  для всех метеостанций региона рассчитаны количественные значения относительного снижения урожайности при фактическом (дефицитном) суммарном водопотреблении [2]. Осреднённые по агроклиматическим зонам региона средние многолетние и вероятностные значения относительного снижения урожайности при фактическом (дефицитном) суммарном водопотреблении представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Относительное снижение урожайности сельскохозяйственных культур при фактическом (дефицитном) суммарном водопотреблением в условиях ЦЧО**

Природная зона	Коэффициент увлажнения Ку	Вероятностные (обеспеченные) значения относительного снижения урожайности $\Delta Y$ , % от $Y_p$					
		5%	25%	50%	75%	85%	95%
Яровая пшеница							
Степная	0,41...0,50	0	15	32	48	57	69
Лесостепная	0,51...0,80	0	10	25	40	48	59
Люцерна на сено							
Степная	0,41...0,50	4	21	36	50	57	68
Лесостепная	0,51...0,80	0	10	21	33	40	51
Сахарная свёкла							
Степная	0,41...0,50	10	24	36	48	55	64
Лесостепная	0,51...0,80	0	10	21	34	41	51
Кукуруза на силос							
Степная	0,41...0,50	6	21	39	57	66	77
Лесостепная	0,51...0,80	0	9	25	42	52	64
Картофель поздний							
Степная	0,41...0,50	8	27	44	62	70	83
Лесостепная	0,51...0,80	0	15	33	51	60	70

Данные показывают, что в лесостепной зоне во влажный год (5% обеспеченности) оптимальная потребность всех культур удовлетворяется природными ресурсами полностью. В средневлажный год (25% обеспеченности) дефицит природного увлажнения приводит к снижению урожайности орошаемых культур на 9-15%. В средний год (50% обеспеченности) относительное снижение урожайности достигает 21-33%. В среднесухой год (75% обеспеченности) урожайность на 33-51%. Наибольшие потери урожайности от недостатка природного влагообеспечения отмечаются в сухой год (95% обеспеченности) – от 51% у люцерны и сахарной свеклы до 70% у картофеля.

В степной зоне относительное снижение урожайности сельскохозяйственных культур от недостатка природного влагообеспечения происходит аналогично лесостепной зоне. Снижение урожайности во влажный год составляет от 4 до 10%, в средневлажный год от 15 до 27%, в средний год от 32 до 44%, в среднесухой год от 48 до 62%, в сухой год от 64 до 83%.

Полученные данные позволяют реально оценить сельскохозяйственный потенциал природных ресурсов региона, если потери урожайности от дефицита природного увлажнения рассматривать как возможную прибавку урожайности от применения орошения. Анализ полученных результатов показывает, что в почвенно-климатических условиях ЦЧО богарное земледелие не имеет существенных перспектив.

На втором этапе для оценки связи «оросительная вода - урожайность» также выбрано уравнение параболы. [6, 7]:

$$\Delta Y_i = A + B \cdot \Delta M_i \cdot C \cdot \Delta M_i^2 \quad (4)$$

где  $\Delta Y_i$  – относительное снижение урожайности в долях от расчетной (максимальной, плановой, проектной);  $\Delta M_i$  – относительное снижение биологически оптимальной оросительной нормы; А, В, С – коэффициенты параболы, зависящие от сельскохозяйственной культуры и природно-климатических условий.

Относительное снижение биологически оптимальной оросительной нормы определяется следующим образом:

$$\Delta M_i = 1 - \frac{M_i}{M_{opt}}, \quad (5)$$

Установленные зависимости между  $\Delta Y_i$  и  $\Delta M_i$  позволили рассчитать относительное снижение урожайности (в % от расчётной) при сокращении биологически оптимальной оросительной нормы в различных природных зонах и в разные по влажности (обеспеченности) годы (таблица 2).

Таблица 2

**Относительное снижение урожайности (в % от расчётной) при сокращении биологически оптимальной оросительной нормы**

Природная зона	Снижение оросительной нормы, %	Обеспеченность Р, %				
		5	25	50	75	95
Пшеница						
Лесостепная Ку = 0,51...0,80	10	0	0	2	3	5
	20	0	3	5	7	10
	30	1	4	7	10	14
	50	2	8	14	2	25
Степная Ку = 0,31...0,50	10	2	3	4	5	7
	20	3	6	8	10	13
	30	6	9	12	16	20
	50	11	16	22	30	38
Люцерна на сено						
Лесостепная Ку = 0,51...0,80	10	0	0	1	2	4
	20	0	2	3	5	7
	30	1	3	5	8	11
	50	2	5	9	17	21
Степная Ку = 0,31...0,50	10	1	2	3	4	6
	20	2	4	6	8	11
	30	3				
	50	7				

При снижении оптимальной оросительной нормы на 10 % урожайность в лесостепной зоне снижается в средний год на 1 - 2 %, в средне сухой год на 2 - 3 % и в сухой год на 4 - 5 %. При снижении оросительной нормы на 30 % относительное снижение урожайности в средний год составляет 5 - 7 %, в средне сухой год 8 - 10 %, в сухой год 11 - 14 %.

В степной зоне при снижении оптимальной оросительной нормы на 10 % урожайность снижается в средний год на 3 - 4 %, в

средне сухой на 4 - 5 % и в сухой год на 6 - 7 %, а при уменьшении оросительной нормы на 30 %, урожайность соответственно снижается на 10 - 12, 13 - 16 и 17 - 20 %.

Во влажные годы уменьшение оптимальной оросительной нормы на 10 %, вследствие её малости в объёме суммарного водопотребления, не оказывает практически заметного влияния на снижение урожайности. И только при уменьшении оросительной нормы на 30 - 50 % снижение урожайности становится практически значимым.

Полученные данные свидетельствуют о том, что разумное снижение оросительной нормы может служить одним из практически значимых приёмов водосбережения в орошаемом земледелии.

К сожалению, реальный результат от снижения оптимальной оросительной нормы носит субъективный характер и зависит от квалификации и экономической заинтересованности эксплуатационного персонала (агрономов, гидротехников, операторов дождевальных машин и насосных станций) и оснащения оросительной системы средствами учёта поливной воды и контроля за реализацией режимов орошения и технологий полива.

### **Библиографический список**

1. Горбачёва Р.И. Исследование зависимости урожая от уровня влагообеспеченности растений. Автореферат. ВНИИГиМ, – М., 1980.
2. Данильченко Н.В., Аванесян И.М., Данильченко А.Н., Никольская А.А. Влияние природной тепло,-влагообеспеченности на параметры орошения и урожайность сельскохозяйственных культур в ЦЧО. – Коломна: Изд-во ГУП МО «Коломенская типография», 2004.
3. Доренбос Д. Ж.. и др. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на орошение. Перевод с английского. ФАО, 1979.
4. Ковальчук П.И., Остапчик В.П. Определение моделей урожая в зависимости от водообеспечения растений. Мелиорация и водное хозяйство. – Киев: Изд-во «Урожай», 1982.
5. Коноваленко В.Г. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от обеспеченности орошения. В кн. «Методы системного анализа в мелиорации и водном хозяйстве». – Л.: Гидрометеиздат, 1983.

6. Никольский Ю.Н., Шабанов В.В. Расчёт проектной урожайности в зависимости от водного режима мелиорированных земель. // Гидротехника и мелиорация, №9, 1986.

7. Харченко О.В. Расчёт прибавки урожая от орошения. // Гидротехника и мелиорация, №4, 1987.

**Abstract.** *The technique and results of calculations to assess the effect of reducing the optimum bioclimatic irrigation rate to reduce crop yields in the Central Black Earth region (CBER) in different humidity years.*

**Keywords:** *irrigation rate, evapotranspiration, yield.*

УДК 631.4

## ПОЛИВ БЕЗ ОБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ

**И.В. Корнеев**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *На основе формулы расчета времени наступления поверхностного стока при дождевании А.И. Голованова предложена формула для оценки применимости дождевальной машины кругового действия с точки зрения обеспечения досточковых поливных норм. В формуле учтены конструктивные параметры машин, такие как длина, общий расход воды, скорость вращения и ширина захвата дождем, формируемым дождевальными аппаратами.*

**Ключевые слова:** *интенсивность дождя, досточковая поливная норма, дождевальная машина кругового действия, гидрофизические параметры почвы.*

Поверхностный сток при орошении дождеванием традиционно является предметом изучения мелиораторов, почвоведов, а также конструкторов дождевальной техники. Образование затопленных участков и поверхностного стока на поверхности орошаемого поля,

сопровожаемое переходом безнапорного впитывания в напорное, может приводить к разнообразным негативным последствиям, среди которых не только разрушение почвенных агрегатов, слитизация верхних слоев почвы и ирригационная эрозия, но и провальная инфильтрация воды в глубокие горизонты по макропористой проводящей системе почвы. Эти негативные проявления повышают экологическую опасность орошения и снижают водоэффективность оросительной системы. Для предотвращения образования поверхностного стока при орошении дождеванием необходимо обоснованно выбирать интенсивность искусственного дождя и время, за которое требуемая поливная норма при конкретных почвенных условиях (влагоемкости, влагопроводности, предполивной влажности) впитывается в почву в безнапорном режиме.

Особенности процесса формирования поверхностного стока при поливе с помощью дождевальной машины кругового действия (ДМКД) связаны с ее конструкцией, которая в интересующей нас постановке может быть охарактеризована расходом воды  $Q$  (м<sup>3</sup>/сут или л/с), длиной  $L$  (м) и диапазоном рабочих скоростей вращения машины. По сведениям производителя, при установке регулятора скорости на панели управления в положение «100%» дождевальная машина Reinke длиной  $L = 354,6$  м (шесть пролетов по 59,1 м) с расходом  $Q = 36,07$  л/с проходит один полный круг за 13,9 часов (поливная норма составляет 3,5 мм), при установке регулятора в положение «10%» полный круг требует 243,0 часа (поливная норма при этом составляет 64 мм). Поливная норма при выполнении одного полного оборота за одни сутки составляет 7,9 мм.

Очевидно, что указанная норма (слой дождя), постоянных по всей площади поля, выдается дождевальной машиной в разных точках поля за разное время, зависящее от расстояния от центральной опоры.

Для анализа удобно рассматривать круговое движение ДМКД как последовательные периоды работы на отдельных виртуальных позициях, в течение каждого из которых над точкой поля находится полоса захвата дождем, формируемая факелами дождевальных аппаратов. Параметры факелов зависят от конструкции машины, типов примененных аппаратов, наличия регуляторов давления на каждом аппарате, но в первом приближении можно считать, что ши-

рина полосы захвата дождем одинакова по длине машины, качество дождя оптимально для почв данного поля и равномерно по всей ширине полосы захвата дождем  $b$  (м).

При использовании открьлков и гусаков для разнесения в плане дождевальных аппаратов на разных пролетах можно получить различную ширину полосы захвата дождем, поэтому в общем случае  $b = f(x)$ . Время работы на виртуальной позиции тем меньше, чем дальше от центральной опоры расположена рассматриваемая точка.

Чем дальше от центральной опоры расположена рассматриваемая точка, тем выше интенсивность дождя при постоянной ширине полосы захвата дождем  $b(x)$ . Важно отметить, что интенсивность дождя не зависит от скорости вращения ДМКД, а определяется только ее конструктивными особенностями.

Очевидно, что в каждой точке по длине ДМКД складываются различные условия по интенсивности дождя и времени, в течение которого выдается поливная норма. Формула, предложенная А.И. Головановым [1], может быть использована, чтобы связать почвенные условия элементарного участка, расположенного на расстоянии  $x$  от центральной опоры дождевальной машины, и интенсивность дождя в этой точке для расчета времени наступления стока.

В первом приближении можно рассмотреть ДМКД, конструкция которой обуславливает монотонное (не обязательно линейное) возрастание интенсивности дождя от центральной опоры к последней тележке. В этом случае точка, где  $t_{\text{вп}}(x) = t_{\text{ст}}(x)$ , разделяет диапазон  $0 \leq x \leq L$  на две части: при  $t_{\text{вп}}(x) < t_{\text{ст}}(x)$ , – сток не образуется, поскольку искусственный дождь с интенсивностью  $i(x)$  прекращается из-за кругового движения машины раньше, чем наступает сток; при  $t_{\text{вп}}(x) \geq t_{\text{ст}}(x)$ , согласно принятым условиям, возможно образование стока. Отметим, что под работающей дождевальной машиной может быть выделена зона постоянного дождя  $0 \leq x \leq x_{\text{пд}}$ , накрытая дождевым облаком при всех скоростях вращения и углах поворота ДМКД. Размерами этой зоны можно пренебречь, поскольку  $x_{\text{пд}} = b(x)/2 \approx 2,0 \dots 3,0$  метра и этот участок обычно занят технологической площадкой и центральной опорой дождевальной машины. Приравняв время наступления стока и время работы на виртуальной позиции, можно определить расстояние от центральной опоры, на котором возможно наступление стока.

В качестве примера рассмотрим возможность образования стока при поливе дождеванием с применением вышеописанной ДМКД Reinke, для которой ширина полосы захвата дождем по всей длине машины составляет 5,0-5,4 м, наибольшая интенсивность дождя на конце последнего пролета составляет 2,44 мм/мин, в точке на расстоянии половины длины от центральной опоры машины 1,22 мм/мин.

Пойменные аллювиальные среднесуглинистые почвы орошаемого поля, расположенного в Коломенском районе Московской области, характеризуются следующими параметрами: пористость  $p = 0,500 \text{ м}^3 \text{ м}^{-3}$ ,  $\text{МГ} = 0,120 \text{ м}^3 \text{ м}^{-3}$ , матричный коэффициент фильтрации  $K_m = 0,20 \text{ м/сут}$ , высота капиллярного поднятия 1,60 м, предполивная влажность  $0,220 \text{ м}^3 \text{ м}^{-3}$  (примерно 0,60 ППВ) и соответствующий ей потенциал почвенной влаги -1,93 м вод. ст. По рекомендациям А.И. Голованова (Голованов, Сорокин, 2005) определим расчетную влажность  $0,374 \text{ м}^3 \text{ м}^{-3}$ , дифференциальную влагоемкость при этой влажности  $0,171 \text{ м}^3 \text{ м}^{-1}$  и коэффициент влагопроводности  $0,137 \text{ м/сут}$ . При постоянной по длине машины ширине полосы захвата дождем  $b = 5,2 \text{ м}$  для различных периодов полного оборота дождевальной машины определим, что при времени полного оборота дождевальной машины до 2,75 суток (т.е. при поливной норме до 21,7 мм) сток под дождевальной машиной не формируется; при периоде вращения 3,0 суток (поливная норма 23,7 мм) сток формируется на 12% площади поля, при периоде вращения 4,0 суток (поливная норма 31,6 мм) сток формируется на 48% площади поля.

Для увеличения достоковой нормы, выдаваемой за один проход, можно снизить предполивную влажность (если это допускается по агрономическим условиям) – например, снижение влажности до  $0,20 \text{ м}^3 \text{ м}^{-3}$  (примерно 0,55 ППВ) позволяет повысить норму до 27,5 мм при времени полного оборота 3,5 сут. Повысить достоковую поливную норму одного прохода можно за счет увеличения ширины увлажняемой полосы, например, с помощью иных дождевальных аппаратов или гусаков, открылков для разнесения форсунок в плане.

Таким образом, предложен подход, позволяющий оценить применимость дождевальных машин кругового действия с точки зрения предотвращения поверхностного стока в конкретных почвенных условиях.

### Библиографический список

1. Голованов А.И., Сорокин Р.А., Определение достоковых поливных норм при дождевании. // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России. – М.: МГУП, 2005.
2. Данильченко Д.А. Способы и результаты определения влагопроводности почвы при напорном и безнапорном впитывании. // Мелиорация и водное хозяйство, 2013, № 2 – С. 19-21.
3. Ерхов Н.С. Поливной режим, как элемент технологии полива. // Гидротехника и мелиорация, 1996, № 4.
4. Ерхов Н.С. Экспериментальное изучение безнапорного впитывания воды в почву при поливе дождеванием в условиях Центрального района Нечерноземной зоны СССР: автореферат дис. кандидата технических наук, Москва, ВНИИГиМ, 1966.
5. Голованов А.И., Айдаров И.П., Григоров М.С. и др. Мелиорация земель / Под ред. А.И. Голованова – М.: КолосС, 2011. – 824 с.

**Abstract.** *The formula for estimation of surface runoff under pivot irrigation machine is proposed as development of prof. A.I. Golovanov's approach to finding the time of surface runoff under sprinkler irrigation. The design parameters of pivots, such as length, total water discharge, the rotational speed and the parameters of artificial rain range takes into account by the formula.*

**Keywords:** *drip intensity, pre-runoff irrigation dose, pivot irrigation machine, hydrophysical soil properties.*

## КАЧЕСТВО МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДНОГО РЕЖИМА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ

*М.А. Никитина*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена анализу результатов исследования качества многолетних трав в зависимости от водного режима дерново-подзолистых почв с 2012 года по 2014 год.*

***Ключевые слова:** водный режим дерново-подзолистых почв, биохимический состав растений, показатели качества сена многолетних трав.*

Водный режим почвы – совокупность всех явлений, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги. Водный режим почвы – важнейший фактор почвообразования и почвенного плодородия. Главный источник почвенной влаги – атмосферные осадки; значительную роль играют также близко расположенные грунтовые воды; в районах орошаемого земледелия большое значение имеют поливы.

Важным вопросом, возникающим при оценке эффективности увлажнения способом дождевания, является организация такого водного режима дерново-подзолистых почв водоразделов Московской области, который в состоянии обеспечить наиболее экономное расходование поливной воды, максимальный урожай, и как следствие высокое качество и питательность кормов (Пчелкин В.В.).

Изучение оптимальных режимов орошения многолетних трав началось на опытно – мелиоративном пункте «Дубна», расположенном в Московской области Сергиево-Посадского района, в 2012 году. Посев смеси многолетних трав (тимофеевка луговая, ежа сборная, кострец безостый, овсяница луговая) был произведен 22 мая 2012 года. Минеральные удобрения вносились весной перед посадкой семян, а также в период роста растений нормой

N120P80K120 на протяжении 3-х лет исследований.

Для оценки влияния влажности почвы на качество многолетних трав влажность почвы поддерживалась в корнеобитаемом слое от 0 до 50 см с помощью орошения в следующих интервалах: 1 делянка – (0,60-0,70) ПВ; 2 делянка – (0,70-0,80) ПВ; 3 делянка – (0,80-0,90) ПВ; 4 делянка (контроль) - без орошения.

Орошение делянок проводилось с помощью распылителей с выдвигной частью Rain Bird (модель 1812) установленных в центре каждой делянки. Влажность почвы измерялась послойно через 0,2 м до глубины 0,5 м термостатно - весовым методом, а также электронным влагомером TRIME-FM, с использованием трубчатого датчика TRIME-T3. Для измерения влажности почвы использовался и влагомер HH2-SM200 (DELTA-T DEVICES LTD) – влажность почвы измерялась послойно через 0,1 м. Измерения влажности почвы выполнялись 1 раз в 5 дней, а также перед поливом и после каждого дождя и полива.

Показатели качества смеси многолетних трав определяются биохимическим составом растений. Биохимический состав кормовых культур, идущих на корм животным, должен быть в оптимальных концентрациях и требуемых соотношениях. Поэтому изучение влияния режима влажности дерново-подзолистых почв водоразделов на биохимический состав растений, имеет важное практическое значение.

Основными показателями качества кормовых культур являются: содержание протеина (сырого белка), жира, клетчатки, золы, минеральных элементов, нитратов. Показатели качества смеси многолетних трав представлены в таблице 1.

Химические анализы растений в 2012 году выполнялись в лаборатории ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса. В 2013 и 2014 годах в испытательной лаборатории пищевой продукции, продовольственного сырья, кормов, почв, грунтов, воды и агрохимикатов ООО ЦСЭМ «Московский».

Результаты исследований ученых показывают, что с увеличением влажности почвы при орошении в сене многолетних трав уменьшается накопление сырого белка, сырого жира и других биохимических показателей, при этом внесение удобрений и создание лучших условий питания повышает концентрацию зольных элементов в растениях (Чернова Л.С.).

Таблица 1

**Влияние влажности дерново-подзолистых почв водоразделов на качество смеси многолетних трав (данные 2012-2014гг.)**

Влажность почвы, ПВ	Содержание, в % абсолютно сухом веществе						%, в натур. воздуш. сухом вещ-ве	Нитраты, мг/кг, в натур. воздушн. сухом вещ-ве
	белок	жир	клетчатка	зола	P	Ca		
2012 год								
60-70% ПВ	14,57	3,21	29,26	11,93	0,31	0,39	2,33	-
70-80% ПВ	11,34	3,00	28,34	10,79	0,28	0,41	1,82	-
80-90% ПВ	12,06	3,06	28,95	11,11	0,29	0,52	1,93	-
Без орошения	19,47	5,64	23,35	12,86	0,37	0,55	3,12	-
2013 год								
60-70% ПВ	15,8	2,66	29,1	10,00	0,35	0,67	2,52	-
70-80% ПВ	13,1	2,53	30,4	9,15	0,32	0,45	2,10	-
80-90% ПВ	11,8	2,23	33,3	8,75	0,35	0,42	1,89	-
Без орошения	15,5	3,13	23,6	8,95	0,34	0,51	2,49	-
2014 год								
60-70% ПВ	-	4,96	29,5	10,63	0,32	0,91	2,23	766
70-80% ПВ	-	4,33	29,2	9,83	0,41	1,01	1,84	384
80-90% ПВ	-	3,8	29,6	9,28	0,37	0,86	1,79	343
Без орошения	-	5,6	28,4	9,4	0,33	0,83	1,89	401

Анализ полученных данных показывает, что наибольшее содержание сырого белка в сене смеси многолетних трав было получено в условиях минимальной влажности почвы, при орошении 60-70% ПВ (14,57% - 2012 г.; 15,8% - 2013 г.) и без орошения (19,47% - 2012 г.; 15,5% - 2013 г.). Увеличение влажности почвы до 80-90%

ПВ приводит к снижению накопления белка в смеси сена многолетних трав. Минимальное количество сырого белка в сене смеси многолетних трав в 2012 г. - 11,34%, а в 2013 г. - 11,8%.

Минимальное количество сырого жира (2,2% - 2013 г., 3,06% - 2012 г., 3,08% - 2014 г.) было при влажности почвы на участке при 80-90%ПВ. Поддержание влажности почвы на уровне 60-70%ПВ позволило повысить максимальное количество сырого жира за три года исследований до - 2,66% (2013 г.); 3,21% (2012 г.); 4,96% (2014 г.). Максимальное содержание сырого жира наблюдается в вариантах без орошения – от 3,13% в 2013 году до 5,6% в 2014 году.

Уровень увлаженности почвы не оказал существенного влияния на содержание сырой клетчатки в смеси сена многолетних трав. Процентное содержание сырой клетчатки примерно одинаковое в 2012 и 2014 гг. – 28 - 29%, но минимальное содержание сырой клетчатки наблюдается в опытах без орошения за все годы наблюдений. Четко прослеживается в 2013 году, что при увеличении влажности растет содержание клетчатки с 29,1% до 33,3%.

Наибольшее накопление сырой золы в растениях многолетних злаковых трав было на вариантах с минимальной увлажненностью - 11,93% (в 2012 г.); 10,63% (2014 г.). Увеличение влажности почвы снижает накопление золы в сене многолетних трав до 11,11 и 9,28%% соответственно. При этом прослеживается закономерность связи накопления золы с уменьшением влажности дерново-подзолистой почвы.

На всех вариантах опыта закономерности изменения Р и Са в сене многолетних злаковых трав от увлажненности почвы не обнаружилось. Однако содержание кальция увеличилось в 2014 году по сравнению с предыдущими годами примерно в 2 раза, по всем вариантам увлажненности почвы - 0,39%, 0,41%, 0,52% - 2012 г.; 0,91%, 1,01%, 0,86% - 2014 г.

Из таблицы 1 видно, что на содержание общего азота в сухом веществе смеси сена многолетних трав оказывает влияние влажность почвы. Максимальное содержание общего азота (2,33%, 2,52%, 2,23%), в % на сухое вещество, было на вариантах с орошением 60-70% ПВ, а минимальное (1,82%; 1,89%, 1,79%) при наибольшей увлажненности 80-90% ПВ соответственно в 2012, 2013, 2014 гг.

ПДК по нитратам для многолетних злаковых трав не должны

превышать 1000 мг/кг. Во всех опытах данные по нитратам ниже предельно допустимой концентрации. Результаты анализов показывают, что с увеличением влажности дерново-подзолистой почвы содержание нитратов уменьшается. Так при влажности 60-70% ПВ – содержание нитратов составило 766 мг/кг, при 70-80% ПВ – 384 мг/кг, а при 80-90% ПВ – 343 мг/кг.

В природных условиях разные виды многолетних трав не одинаково реагируют на увлажнение, почвенное плодородие, требования к температуре воздуха и почвы, освещенность. Смесь многолетних трав, высеянных на экспериментальном участке, относится к мезофитам – растущим при среднем уровне увлажнения почвы (Шевченко П.Д.), что и доказали результаты анализов исследования образцов многолетних трав на качество продукции.

Влажность почвы в расчетном слое необходимо поддерживать в оптимальном диапазоне с учетом требований растений в течение всего периода вегетации. Оптимальный диапазон влажности дерново-подзолистых почв составляет для многолетних трав – (0,64 - 0,78) ПВ. Этот вывод подтверждают и исследования, выполненные ранее по зависимости влияния водного режима дерново-подзолистых почв водоразделов на урожайность многолетних трав (Никитина М.А.).

### Библиографический список

1. Никитина М.А., Пчелкин В.В. Влияние водного режима дерново-подзолистых почв водоразделов на урожайность многолетних трав. // Природообустройство, №5, 2013. – С. 14-17.
2. Пчелкин В.В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель – М.: КолосС, 2003. – 253 с.
3. Чернова Л.С. Продуктивность и качество сена многолетних трав в зависимости от условий минерального питания. Дисс. канд. с/х наук. М., 1997 г. – С. 21 - 29.
4. Шевченко П.Д. Интенсивная технология возделывания многолетних трав на корм. – М.: Росагропромиздат, 1990. – С.16-21.

**Abstract.** Article is devoted to the analysis of results of research of quality of long-term herbs depending on the water mode of cespitose and podsolc soils from 2012 to 2014.

**Keywords:** water mode of cespitose and podsolic soils, biochemical structure of plants, indicators of quality of hay of long-term herbs.

УДК 631.6

## ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ МЕКСИКИ)

Ю.Н. Никольский<sup>1</sup>, И.П. Айдаров<sup>1</sup>, С. Эпера<sup>2</sup>

<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

<sup>2</sup> Отдел водных ресурсов министерства сельского хозяйства Мексики

**Аннотация.** *Анализируется влияние орошения в различных климатических зонах Мексики на изменение плодородия почв при отсутствии их ветровой и водной эрозии и обсуждается концепция предупреждения наблюдаемой постепенной деградации почв в полугумидных и гумидных зонах.*

**Ключевые слова:** *водный режим, радиационный индекс сухости, географический закон зональности почв, агрохимические свойства почв.*

Орошение оказывает прямое и косвенное влияние на почву. Прямое воздействие связано, в основном, с качеством и количеством оросительной воды и проявляется в сравнительно короткие промежутки времени, измеряемые годами. Косвенное – с изменением гидротермических условий формирования почв на орошаемых территориях и проявляется спустя десятки лет с начала орошения.

Наиболее изученные последствия орошения связаны:

- с засолением почв в аридных условиях, наблюдаемое часто при подъеме уровня минерализованных грунтовых вод к поверхности территории;
- с осолонцеванием почв при определенном химическом составе поливных вод;

- с загрязнением почв при их орошении сточными водами.

Считается, что орошение водой хорошего качества должно оказывать, в основном, положительное воздействие на плодородие почв в результате активизации микробиологической в них активности и увеличения биомассы растительных остатков, ежегодно участвующих в формировании запаса гумуса.

Однако имеется ряд публикаций, в которых показано, что в определенных климатических условиях длительное (в течение десятилетий) орошение пресными водами различных сельскохозяйственных культур может привести к постепенной потере плодородия почв даже в условиях отсутствия водной и ветровой их эрозии.

Путем автоматизированного анализа с применением инструментов ГИС выполнено сравнение региональных модальных значений некоторых агрохимических свойств орошаемых и неорошаемых целинных почв в различных климатических зонах Мексики. Для этого были использованы комплекты цифровых карт и прилагаемые к ним базы данных по топографии, типам растительности, типам сельскохозяйственного использования почв, данным о свойствах почвообразующих пород, о гидрологических и гидрогеологических условиях.

В результате оценено влияние орошения водой хорошего качества (в основном из речных водохранилищ) в течение более 50 лет на плодородие почв. В случае орошения анализ выполнен преимущественно для территорий, используемых для выращивания кукурузы на зерно – основной орошаемой культуры Мексики.

Отмечено преимущественно положительное влияние орошения на почвы в аридных и полуаридных условиях. В полуаридных и гумидных тропических зонах (в тропических зонах орошение проводится ежегодно в засушливый период года длительностью примерно полгода) орошение вызвало постепенное ухудшение плодородия почв из-за ежегодного выщелачивания питательных веществ, главным образом гумуса и обменного кальция. Поэтому предлагается проектировать режим орошения не только с точки зрения потребности растений, но и с точки зрения сохранения или расширенного воспроизводства плодородия почв как природного ресурса.

## Библиографический список

1. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985.
2. Никольский Ю.Н., Бахлаева О.С., Контрерас-Бенитес А., Ордас-Чапарро В. Оценка изменений свойств почв в зависимости от гидротермических условий на сельскохозяйственных угодьях (на примере Мексики) // Почвоведение, 2002, № 10.
3. Mekonnen, G., Enyew, A., Asmare, A., 2011. Impacts of irrigation on soil characteristics of selected irrigation schemes in the Upper Blue Nile, in: Melesse, A.M. (Ed.), Nile River Basin. Hydrology, Climate and Water Use. Springer Science+Business Media Publ., London - New York.

**Abstract.** *It is analyzed the impact of long-term freshwater irrigation in different climatic zones of Mexico on soil fertility at the absence of wind and hydraulic soil erosion. The concept of prevention of gradual soil degradation observed in semi-humid and humid tropical zones is discussed in the presentation.*

**Keywords:** *water regime, radiative index of dryness, geographical law of soil zonality, agrochemical soil properties.*

УДК 631.4

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ ПРИ РАБОТЕ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ»

**И.С. Сильченко**

РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева

**Аннотация.** *На основе результатов эксплуатации различных модификаций дождевальной машины кругового действия «Фрегат» предложена методика задания величины поливной нормы по количеству ходов гидроцилиндра последней тележки.*

**Ключевые слова:** *поливная норма, дождевальная машина кругового действия, скорость.*

Слой осадков за проход дождевальнoй машины круговoгo действия «Фрегат» зависит от скорости её движения и задается (по инструкции) положением крана-регулятора на последней тележке. Регулирующий кран изменяет количество воды, поступающей в гидроцилиндр последней тележки и, соответственно, скорость её движения.

Однако, как показали полевые исследования и эксплуатация машины в различных условиях, задание величины поливной нормы по положению крана-регулятора приводит к большим ошибкам. Это вызвано тем, что на скорость движения машины влияют такие факторы, как рельеф орошаемого участка, состояние поверхности поля, величина давления на гидранте.

Выпуск дождевальных машин «Фрегат» различных модификаций без конструктивных изменений последней тележки привел к полному несоответствию положения крана-регулятора и расчетной величиной поливной нормы. Поэтому, целесообразно определять поливную норму не по положению крана - регулятора скорости движения последней тележки, а по количеству ходов гидроцилиндра последней тележки, о целесообразности чего указывали Краковец В.М. и Никулин С.Н. [1].

Величину перемещения последней тележки за один ход цилиндра  $l_n$  определяли в полевых условиях на разных агрофонах и почвах для машин различной модификации. Как показали замеры, величина  $l_n$  не зависит от агрофона и типа почв при работе машины на горизонтальном участке. Средняя величина перемещения последней тележки за один ход цилиндра составила 172 мм. Это вызвано, видимо, тем, что горизонтальное перемещение толкателей в любых условиях составляет определенную величину, а наличие почвозацепов на ободу колес не позволяет им делать пробуксовку. Определение величины перемещения последней тележки при работе машины на сложном рельефе показало, что величина  $l_n$  изменяется. При перемещении машины на подъем величина  $l_n$  изменяется незначительно. Так при работе машины на участке со сложным рельефом, где уклон достигал 0,06 среднее перемещение машины за один ход составило 168 мм. При перемещении машины под уклон величина увеличилась и достигла 189 мм за один ход поршня цилиндра.

Для дождевальных машин «Фрегат» различных модификаций по длине и расходу воды получены зависимости для определения число ходов цилиндра в минуту от требуемой поливной нормы:

$$\text{ДМ-454} \quad n = 1,475 \cdot \frac{Q}{m}$$

$$\text{ДМ-424} \quad n = 1,578 \cdot \frac{Q}{m}$$

$$\text{ДМ-394} \quad n = 1,691 \cdot \frac{Q}{m}$$

$$\text{ДМ-365} \quad n = 1,825 \cdot \frac{Q}{m}$$

$$\text{ДМ-335} \quad n = 1,968 \cdot \frac{Q}{m}$$

По этим данным были построены номограммы для определения поливной нормы по числу ходов гидроцилиндра последней тележки для различных модификаций ДМ «Фрегат».

### Библиографический список

1. Краковец В.М., Никулин С.Н. Дождевальная многоопорная машина «Фрегат». // ЦБНТИ Минводхоза СССР, №10, 1972.
2. Сильченков И.С. Мелиоративная оценка работы дождевальной машины «Фрегат» Диссертация кан. техн. наук. – М., 1975.

**Abstract.** *Sagest determining methodic value of the irrigation rate by hydrocylinder's steps of the last truck based on the results of operation of various modifications pivot irrigation machine «Ftigate».*

**Keyword:** *irrigation dose, pivot irrigation machine, rate.*

## ВВЕДЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЛАНДШАФТА

**В.В. Шабанов**

*РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена проблеме оценки качества планирования ландшафта с экологической точки зрения. Рассматривается возможность модернизации зависимости Глазовской М.И. для оценки стабильности ландшафта, путем добавления в нее таких важных элементов, как структура и связность экосистемы.*

***Ключевые слова:** этноподдерживающий ландшафт, планирование ландшафта, шкала стабильности ландшафта, структура экосети, связность ядер экосети.*

Между этносом и ландшафтом есть прямая зависимость. Ландшафт является базой для формирования (образования) этноса из людей, проживающих на данной территории. Во много ландшафт формирует их культуру, обычаи, формы производства. Этнос, в свою очередь, также влияет на ландшафт. По Гумилеву Л.Н., человек, пришедший из другого, более привычного для него ландшафта, меняет новый ландшафт, подстраивая его под себя.

На протяжении тысячелетий, переселяясь из зон происхождения, человечество меняло ландшафт. На первых этапах, когда численность людей была малой, противоречий между человеком и животными, а также экосистемой, в целом, не происходило, пути миграции человека и животных не пересекались или не мешали друг другу.

При увеличении численности человечества, интенсивность использование ландшафта увеличивалась, и человеку приходилось планировать очередность использования тех или иных ландшафтов. Особенно ярко это проявилось при развитии огне-подсечного земледелия, когда сначала подрубали участок леса, потом (через 1-2 года) по мере высыхания деревьев, поджигали его.

Таким образом, человечество пришло к необходимости, с одной стороны, планировать использование ландшафта, а с другой и преобразовывать его в соответствии с понятиями «красоты» для данного этноса. В дальнейшем эти действия сформировались в определенную сферу деятельности – управление ландшафтом.

Управление ландшафтом включает следующие действия:

- Сохранения ландшафта (Заповедное дело)
- Восстановление ландшафта (Рекультивация)
- Воссоздание нового ландшафта. (Мелиорация)

В связи с тем, что ландшафтное строительство достаточно дорогостоящее мероприятие, для сокращения стоимости, необходимо планирование и проектирование ландшафта.

При планировании ландшафта должны учитываться разнообразие его функций и связь между различными компонентами. Правильность планирования можно оценить с точки зрения повышения экологической устойчивости Кэу. Такой метод был предложен Глазовской М.И. и развит Айдаровым И.П. и Головановым А.И. [3, 4].

Формула для расчета имеет вид:

$$K_{эу} = \Sigma f \cdot K_1 \cdot K_2$$

где,  $f$  – относительная площадь данного вида территории;

$K_1$  (по Глазовской) - коэффициент учитывающий роль (вклад) того или иного ландшафта в устойчивость (лиственный лес – 1; смешанный лес – 0.63; хвойный лес – 0.38; болота – 0.79; луга – 0.61; пашни – 0.14; город – (-1); промышленность – (-2); организованные свалки – (-3); неорганизованные свалки – (-4).

$K_2$  (по Айдарову и Голованову) – коэффициент учитывающий геоморфологические характеристики. Нестабильный рельеф (пески, склоны, оползни) – 0.7;

Стабильный рельеф – 1.

Однако в этом расчете не учитывалось влияние на экосистемы потери экологических ядер в процессе антропогенной деятельности и связность экосети в единое целое, т.е. непрерывность экологических коридоров. В целях преодоления этих обстоятельств, предлагается расчет экологической устойчивости ландшафта вести следующей формуле:

$$K_{эу} = \Sigma f \cdot K_1 K_2 K_3 K_4$$

где,  $K_3$  – коэффициент учитывающий потерю (недостаток) экологических ядер (численные значения см. в табл.1 ниже).

$K_4$  – коэффициент связности экосети ( $K_4$ ) (численные значения см. в табл.1 ниже).

Изменение структуры экосети можно учесть, если принять, что критической является пятиядерная структура экологической сети, при уменьшении количества экологических ядер происходит резкое уменьшение устойчивости. Это, в первом приближении, может быть учтено коэффициентом уменьшения разнообразия ядер –  $K_3$ .

Уменьшения связности можно учесть, если иметь в виду, что даже при полной структуре, но отсутствии связи между ядрами экологическая сеть перестает «работать», что можно учесть коэффициентом связности. При потере одной связи (одного экологического коридора)  $K_3 (-1) = 0.82$ , при потере двух связей (двух экологических коридоров),  $K_4 (-2) = 0.72$ , трех –  $K_4 (-3) = 0.65$ , четырех  $K_4 (-4) = 0.48$ , пяти  $K_4 (-5) = 0.33$ .

Описанное выше можно представить в единой таблице 1

Таблица 1

Значение коэффициентов  $K_3$   $K_4$

Количество экологических ядер	5				4			3		2	1
Коэффициент учитывающий потерю экологических ядер ( $K_3$ )	1				0,92			0,72		0,46	0,2
Количество экологических коридоров между пятью экологическими ядрами	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Коэффициент связности экосети ( $K_4$ )	1	0,82	0,72	0,65	0,48	0,33	0,22	0,16	0,05		

**Расчет коэффициента экологической устойчивости  
«поляризованного ландшафта» [1]**

Название элемента	Относительная площадь	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_{эу}^*$
Неосвоенные (буферные) зоны	0,5 / 0	0.3...05 (0.4)	1	1	1	0,2/0
Зоны интенсивного освоения (города, дороги, промышленные предприятия)	0,28/ 0.14	-1...-3 (-2)	1	1	1	- 0.56/ - 0.28
Зоны экстенсивного освоения (малоосвоенные природные территории, с-х земли)	0,14/ 0.28	0.1...0.15 (0.125)	1	1	1	0,02/ 0.04
Резерваты (ООПТ и т.п)	0,08/ 0.58	1	1	1	1	0.08/ 0.58
Общий коэффициент экологической устойчивости						- 0,26/ 0.34

Примечание: цифры в знаменателе – площади после реформирования ландшафта  
\* - коэффициент экологической устойчивости по зонам

Считая, что  $K_2; K_3; K_4$  примерно равны единице, коэффициент экологической устойчивости для «центра» поляризованного ландшафта составляет (-0,26).

Учитывая шкалу стабильности ландшафта ( $K_c$  степень стабилизации =  $\leq 0,33$  нестабильный; 0,34...0,50 малостабильный; 0,51...0,66 среднестабильный; 0,67...1,00 стабильный), можно утверждать, что поляризованные (антропогенные) ландшафты крайне нестабильны.

Даже если, для стабилизации, реформировать буферные зоны в резерваты, уменьшить зоны интенсивного освоения, коэффициент устойчивости увеличиться только до 0.34, ландшафт станет малостабильным. Однако и этого недостаточно, т.к. расчеты проводились без учета рельефа, достаточности экологических ядер и связности их между собой.

Таким образом, модифицируя формулу Глазовской М.И. для оценки стабильности ландшафта, путем добавления в нее таких важных

элементов, как структура и связность, можно оценить варианты различных планов ландшафта и подобрать наиболее устойчивый из них.

Следующим этапом Планирования ландшафтов должна быть экономическая, социальная и этнологическая оценка, на основе которых можно выбрать план ландшафта, который бы удовлетворял не только экологическим и социально-экономическим критериям, но и нравственным, с точки зрения этноса проживающего в данном ландшафте.

Оценку риска изменения ландшафта можно сделать по методике предложенной автором, которая основана на сопоставлении кривых распределения условий внешней среды до и после антропогенного воздействия [5].

### Библиографический список

1. Колбовский, Е.Ю. Ландшафтное планирование. – М.: «Академия», 2008. – 336 с.
2. Ретеюм, А.Ю. Ландшафтное планирование в речных системах. Экология речных бассейнов: Труды 7-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифионовой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, 2013. – 544 с.
3. Голованов А.И. и др. Природообустройство. – М.: КолосС, 2008. – 552 с.
4. Голованов А.И., Айдаров И.П. и др. Мелиорация земель. – М.: КолосС, 2011. – 688 с.
5. Шабанов В.В. Оценка риска изменения ландшафта. Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. – М.: МГУ, 2006. – 788 с.

**Abstract.** *Article is dedicated to the estimation problem of the quality of planning landscape from an ecological point of view. Is examined the possibility of the modernization of the dependence of Glazovskoy M.I. for evaluating the stability of landscape, by adding to it such important elements as structure and the connectedness of ecosystem.*

**Keywords:** *the etnopodderzhivayushchiy landscape, planning landscape, the scale of the stability of landscape, structure to ekoseti, the connectedness of nuclei to ekoseti*

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М.С. Али

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

***Аннотация.** Одним из необходимых условий повышения производительности труда в сельском хозяйстве, и благосостояния населения является хорошо организованное централизованное водоснабжение ферм и населенных пунктов. В нашей стране осуществляется массовое строительство сельскохозяйственных систем водоснабжения, в этих условиях вопросы правильного выбора системы водоподачи, режима работы насосно-силового оборудования и оптимизации системы водоснабжения приобретают особо важное значение.*

***Ключевые слова:** водоснабжение, напорный котел, центробежные насосы, резервуар, водонапорный бащен, удельные энергии.*

Использование водонапорных башен в системах водоснабжения, как напорно-регулирующих сооружений не всегда целесообразно, как по экономическим показателям, так и по гидравлическим условиям, особенно при строительстве башни в слабых грунтах или в сейсмических районах и в других особых условиях. Поэтому целесообразно применять гидропневматические напорно-регулирующие установки в небольших системах водоснабжения.

Гидропневматические напорно-регулирующие установки имеют то же назначение, что и водонапорные башни. Вместо открытых баков для воды в них имеются герметически закрытые резервуары (котлы) [1].

В сельском и коммунальном хозяйстве, как для бытовых целей, так и для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных объектов, применяют автоматические насосные установки с напорными котлами. В этих установках используют как поверхност-

ные, так и погружные центробежные насосы. Эти установки широко применяются, как зарубежом, так в нашей стране, кроме того, существенными достоинствами и особенностями таких установок являются [3]:

1. Возможность унификации установок и простота их выбора для потребителя;
2. Простота и надежность автоматики;
3. Небольшая стоимость установок, простота и короткие сроки их монтажа;
4. Небольшие капитальные затраты при устройстве систем с применением таких установок;
5. Низкая эксплуатационная стоимость;
6. Небольшой расход труб при сооружении систем.

В связи с массовым применением установок с напорными котлами и широким диапазоном их производительностей естественно стремление обоснованно определять емкость напорного котла, и определить оптимальный режим совместной работы насос-напорный котел, и водопроводная сеть, и для повышения энергетической эффективности их работы необходимо так же определить удельных энергии и всех факторов, влияющих на режим работы насосов и котла [2].

Для энергетической характеристики работы насоса, точнее пользоваться средними затратами энергии на единицу производительности, или определить удельные затраты энергии для одного цикла.

При выполнении данной работы, была получена формула, для определения удельной энергии пневматической насосной установки в системах водоснабжения, которая доказывает, что удельный расход энергии не зависит от величины регулируемого объема котла, а зависит от расхода сети и рабочих характеристик насосов (в рабочей зоне насоса).

### **Библиографический список**

1. Жмаков Г.Н. эксплуатация оборудования и систем водоснабжения – М.: ИНФРА-М., 2007 – 352 с.
2. Журба М. Г., Соколов А. И., Говорова Ж. М. Водоснабжения. Проектирование систем и сооружений / Учебное пособие – М.: Издательство АСВ, 2003 – 1026 с.

3. Рутьнов А.А., К.Ю. Евстафьев Автоматизация систем водоснабжения: учебник – М.: ИНФРА-М, 2007 – 201 с.

**Abstract.** *One of the necessary conditions for increasing productivity in agriculture and the welfare of the population is well-organized central water supply farms and settlements. In our country is the mass construction of agricultural water systems. In these circumstances, questions of correct choice of water supply system, mode of pumping equipment and optimizing the water supply system is particularly important.*

**Keywords:** *water supply, pressure vessel, centrifugal pumps, reservoirs, water towers, the specific energy.*

УДК 502/504:532.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНЫХ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

*Д.С. Бегляров<sup>1</sup>, С.Ю. Переверзев<sup>1</sup>, Д.М. Греков<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*<sup>2</sup> ОАО «Институт Гидропроект»*

**Аннотация.** *Приведены результаты исследований переходных процессов на станции Троице-Лыково. В качестве средства для снижения давления в напорных трубопроводах применяется стабилизатор давления.*

**Ключевые слова:** *напорные системы, переходные процессы, пульсации давления, гидравлический удар, стабилизаторы давления.*

На стационарных режимах работы насосов в системах водоснабжения происходят интенсивные высокочастотные колебания давления, вызывающие повышенные нагрузки на трубопроводы, ускорение коррозионных процессов и, как следствие, порывы ослабленных и изношенных участков трубопроводов.

На переходных режимах работы неизбежно возникают гидроу-

дары и повышенные колебания давления, превышающие допустимые нагрузки на трубопроводы. В целях получения числовых значений высокочастотных колебаний давления, определения величин вредных пульсаций давления было проведено моделирование данных процессов.

Для нахождения максимальных амплитуд колебаний давления и расхода в гидросистеме на нештатных режимах воспользуемся известными классическими волновыми уравнениями.

Расчет возможных гидроударов в трубопроводах проводился с использованием программы WNAМО.

Моделирования нештатных ситуаций на станции г. Москва, Троице-Лыково, «Сосновка-4» показали, что существует вероятность возникновения гидроударов, в первую очередь, на участках гидросистемы, обеспечивающих потребителей. Следствием возникших гидроударов будет разрушение целостности трубопроводов, что приведет к увеличению затрат на ремонтно-восстановительные работы и электроэнергию при возникновении и ликвидации аварийных ситуаций, а также неэффективному расходованию денежных средств при потерях транспортируемой среды. Для снижения возможных максимальных колебаний давления, возникающих на эксплуатационных режимах работы насосных агрегатов и запорной арматуры, а также при возникновении аварийных ситуаций, связанных с перепадами (отключениями) электропитания насосного, запорного и другого оборудования в целях энергосбережения и снижения аварийных затрат рекомендуется реализовать противоаварийную защиту гидросистемы на напорном трубопроводе.

Установить один стабилизатор давления «ЭКОВЭЙВ» СДТ 16-100 с одной демпфирующей камерой в непосредственной близости к насосам, обратным клапанам и запорным задвижкам водоводов (источникам возмущения) и один стабилизатор давления «ЭКОВЭЙВ» СДТ 16-100 с одной демпфирующей камерой на обратном трубопроводе.

Таким образом, с использованием технологии волновой стабилизации давления «ЭКОВЭЙВ» позволит:

- защитить трубопроводные магистрали от порывов (разрушений), вызываемых волновыми колебаниями давления и гидроударами, возникающими вследствие работы штатного насосного оборудования и запорной арматуры в ходе повседневной эксплуатации и

при возникновении аварийных ситуаций (отключение и перебои в электроснабжении насосного и другого оборудования, ошибки обслуживающего персонала и т.п.);

- продлить срок службы и обеспечить планомерно-предупредительную работу по замене изношенных трубопроводов в течение длительного срока;
- повысить качество и бесперебойность оказания услуг населению и предприятиям по водоснабжению.

### Библиографический список

1. Аршеневский Н.Н., Поспелов Б.Б. Переходные процессы в крупных насосных станциях. – М.: Энергия, 1980 – 111 с.
2. Роскин А.Б. Устройства для стабилизации колебаний давления и расхода в тепловых сетях // Новости теплоснабжения, № 2 (42), 2004.
3. Ганиев Р.Ф. Волновая стабилизация и предупреждение аварий на трубопроводах / Р.Ф. Ганиев, Х.Н. Низамов, Е.И. Дербуков – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. – 260с.

**Abstract.** *The results of the transients study at the station Troce-Lykovo are presented. As a mean to reduce the pressure in the pressure pipe pressure regulators are used.*

**Keywords:** *System pressure, transients, pressure pulsation, water hammering, pressure regulators.*

## ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНОЙ ВОДОПРИЕМНОЙ ВОРОНКИ ШАХТНОГО ВОДОСБРОСА

*Э.С. Беглярова, А.П. Гурьев, А.В. Дмитриева, С.А. Соколова  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Обоснована возможность применения вакуумного оголовка на шахтных водосбросах, способствующая увеличению расхода без опасения возникновения кавитационной эрозии.*

***Ключевые слова:** шахтный водосброс, вакуумная водоприемная воронка, полигональное поперечное сечение, коэффициент расхода.*

Несмотря на широкое применение шахтных водосбросов в гидротехническом строительстве, до сих пор не существует надёжной теории как построения внутренней сливной поверхности, так и расчёта их пропускной способности.

Проектирование и исследование сливной поверхности водоприёмных воронок шахтных водосбросов прошло тот же путь, что и оголовков водосливов практического профиля.

Как показали исследования, попытки создания безвакуумного профиля проточного тракта шахтного водосброса не увенчались успехом. В то же время, при современных методах строительства нет технической возможности выполнить проектный профиль сливной поверхности с двоякой кривизной, которая на практике заменяется системой конических поверхностей, что приводит к появлению ещё большего вакуума.

А.П. Гурьевым [1, 2] предложена для упрощения строительства конструкция шахтного водосброса с полигональным поперечным сечением, в которой сливная поверхность двоякой кривизны заменена на многогранную поверхность с гранями одномерной кривизны. Такую поверхность можно формировать с использованием плоской опалубки. Кроме того, оголовки водоприёмной воронки был выполнен круглоцилиндрическим. В этом случае он становится вакуумным. Достоинством вакуумных оголовков водопропуск-

ных сооружений, как показано Н.П. Розановым [3, 4], является их повышенный коэффициент расхода, достигающий значения  $\mu = 0,52...0,56$ , по-сравнению с  $\mu = 0,42...0,46$  у безвакуумных. Недостатком вакуумных оголовков является формирование на них глубокого вакуума, достигающего на круглоцилиндрических оголовках величины  $a = (h_{\text{вак}})_{\text{макс}} / H_0 = 1,58$ , что приводит к кавитационной эрозии.

На модели шахтного водосброса с полигональным поперечным сечением было изучено распределение давления на оголовке водоприёмной воронки. Полученные кривые изменения относительной величины минимального давления ( $P_{\text{мин}}/H$ ) на оголовке водоприёмной воронки шахтного водосброса от относительного напора ( $H/\gamma$ , где  $\gamma$  - радиус кривизны оголовка) на семи водосливных гранях, показали, что относительный вакуум ( $h_{\text{вак}}/H$ ) не превосходит величины 0,78. В результате исследования установлено, что на оголовке водоприёмной головки шахтного водослива вакуум в два раза меньше, чем на оголовке прямолинейного водослива.

Таким образом, анализ работы построенных сооружений показывает, что максимальные напоры, которые используются на шахтных водосбросах, редко достигают 4,0 м, в то время как экономически целесообразные напоры не превосходят 2,0...2,5 м. В этих условиях не приходится опасаться возникновения кавитации и кавитационной эрозии оголовков водоприёмных воронок, тем более что указанные напоры рассчитаны на расходы редкой повторяемости. Максимальный вакуум на оголовке образуется при относительном напоре  $H/\gamma = 3,4$ . При напоре  $H = 2,5$  м радиус кривизны должен быть не менее  $\gamma = 2,5/3,4 = 0,735$  м. В этом случае оголовки можно выполнять из промышленно изготавливаемых металлических труб, что служит дополнительной гарантией предупреждения кавитационной эрозии.

### Библиографический список

1. Гурьев А.П. Совершенствование конструкции шахтного водосброса полигонального поперечного сечения. Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева том 256 – С.-Пб, 2009. – С. 35-45
2. Гурьев А.П. Шахтный водосброс. Патент №2341615 РФ на изобретение.

3. Розанов Н.П. Вакуумные водосливы. – М.: ВОДГЕО, 1956. – 192 с.

4. Романько Н.И. К расчёту водосброса шахтного типа. // Гидротехническое строительство, № 4, 1963. – С. 44-46.

**Abstract.** *The possibility of applying a vacuum cap on mine discharges contributing to increased consumption without fear of occurrence of cavitation erosion.*

**Keywords:** *Mine spillway, water intake vacuum funnel, polygonal cross-section, the coefficient of discharge.*

УДК 556.18.627.8

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КАМСКОГО КАСКАДА ГИДРОУЗЛОВ

**Г.А. Ваганов, Г.Х. Исмайылов**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В работе рассматриваются вопросы рационального распределения водных ресурсов между основными участниками водохозяйственного комплекса Камского каскада водохранилищ. Сформулированы основные требования водопользователей к режимам водохранилищ. Для решения задач рационального использования водных ресурсов Камского каскада гидроузлов применяется имитационная балансовая модель.*

**Ключевые слова:** *водопользователь, каскад водохранилищ, имитационная модель.*

Строительство водохранилищ является основным средством перераспределения водных ресурсов во времени, т.е. управлением поверхностным стоком. Современные комплексные гидроузлы настолько сложны, что выбор параметров и режимов их эксплуатации с технической, экологической, экономической и социальных сторон

является непростой задачей, требующей научного обоснования. Основная цель водохозяйственных мероприятий – не допустить, чтобы водные ресурсы стали лимитирующим фактором в экономическом развитии страны. Научно обоснованные правила комплексного использования водных ресурсов водохранилищ являются определяющим фактором для правильного планирования работы гидроузлов за счет выявления при их разработке наивыгоднейших режимов работы водохранилищ. Выбор режимов попуска воды в нижние бьефы должен обеспечить безопасное функционирование гидроузлов, бесперебойное водоснабжение населения, потребности гидроэнергетики, водного транспорта, сельского и рыбного хозяйств, а также учитывать экологические требования водных и околотоводных экосистем.

Основу правил использований водных ресурсов водохранилищ представляет диспетчерский график управления водохранилищем. С математической точки зрения диспетчерский график представляет собой систему оптимальных управляющих функций и дает набор оптимальных решений для условий любой водности и на любой момент времени в пределах цикла регулирования водохранилищ.

Река Кама, крупнейший левобережный приток Волги, берет начало в центральной части Верхнекамской возвышенности на высоте 330 м. Длина реки 1805 км, площадь водосбора 507 000 км<sup>2</sup>.

Камский гидроузел, образующий Камское водохранилище, расположен в 938 км от устья р. Камы ниже впадения в неё р. Чусовой в пределах северной окраины г. Перми. Площадь водосбора р. Камы в створе Камского гидроузла составляет 168 000 км<sup>2</sup>.

Воткинский гидроузел, образующий Воткинское водохранилище, расположен в 566 км от устья реки у г. Чайковский. Площадь водосбора р. Камы в створе Воткинского гидроузла составляет 184000 км<sup>2</sup>. Частная водосборная площадь Воткинского водохранилища составляет 16000 км<sup>2</sup>.

Нижекамское водохранилище образовано подпором от гидроузла, расположенного в 69,5 км выше устья реки Вятки у г. Набережные Челны. Общая площадь водосбора в створе гидроузла составляет 370 000 км<sup>2</sup>, площадь частного водосбора 186 000 км<sup>2</sup>.

Водные ресурсы Камского, Воткинского и Нижекамского водохранилищ используются для целей энергетики, водного

транспорта, водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, рыбного хозяйства, рекреации. Полезный объем водохранилищ позволяет осуществлять суточное, недельное и сезонное регулирование стока.

Требования водного транспорта сводятся к следующему:

1. поддержание в навигационный период уровня воды Камского водохранилища не ниже отметки 106,0 м;
2. поддержание в навигационный период уровня воды в Воткинском водохранилище не ниже 87,0 м;
3. поддержание в навигационный период в нижнем бьефе Воткинского гидроузла уровня воды не ниже 66,0 м, что обеспечивается сбросным расходом через Воткинский гидроузел в размере 1300 м<sup>3</sup>/с;
4. поддержание в межнавигационный период уровня воды Камского водохранилища не ниже отметки 100,0 м;
5. поддержание в межнавигационный период уровня воды в Воткинском водохранилище не ниже 84,0 м;
6. обеспечение необходимых объемов воды на шлюзование через гидроузлы;
7. требования водного транспорта к режиму работы Нижнекамского гидроузла в период навигации сводятся к поддержанию уровня воды у плотины гидроузла не ниже 62,0 м и к поддержанию уровня воды в нижнем бьефе Нижнекамского гидроузла в период навигации не менее 49,2 м (что при минимальном навигационном уровне воды Куйбышевского водохранилища 49 м обеспечивается сбросами с Нижнекамского гидроузла в размере 450 м<sup>3</sup>/с), а также в обеспечении необходимых объемов воды на шлюзование через гидроузлы.

Требования жилищно-коммунального хозяйства:

- санитарный попуск в нижний бьеф Камского гидроузла должен составлять 300 м<sup>3</sup>/с (минимальный в течение суток);
- обеспечение уровня воды в створе г. Сарапул в нижнем бьефе Воткинского гидроузла 62,7 м (обеспечивается летом судоходными попусками из Воткинского гидроузла, а зимой минимальным среднесуточным расходом через Воткинский гидроузел в размере 400 м<sup>3</sup>/с). В случае подъема уровня воды в Нижнекамском водохранилище до отметки 62,7 м и выше требование к обеспечению уровня воды в створе г. Сарапула снимается;

- санитарный попуск в нижний бьеф Нижнекамского гидроузла должен составлять  $300 \text{ м}^3/\text{с}$ .

- Годовой объем забора воды из Камского водохранилища на современном уровне составляет примерно  $1,9 \text{ км}^3$ , из Воткинского водохранилища –  $0,3 \text{ км}^3$ , при этом безвозвратный отбор воды из каждого водохранилища составляет  $0,1-0,15 \text{ км}^3$  в год, объем безвозвратного водопотребления из Нижнекамского водохранилища на современном уровне составляет  $0,14-0,17 \text{ км}^3$  в год.

В целях создания нормальных условий для естественного воспроизводства рыбных запасов необходимо в весенний нерестовый период (с 10 апреля по 10 июня) обеспечивать сначала плавное повышение, а затем стабильность уровня воды в водохранилище. Зимнюю сработку водохранилища производить по возможности плавно.

Требования по безопасности в верхнем и нижнем бьефах.

Максимальная суточная амплитуда колебаний уровня воды в нижнем бьефе Камского гидроузла в летний период не должна превышать  $2,5 \text{ м}$ , а в зимнее время –  $3,0 \text{ м}$ .

Максимальная суточная амплитуда колебаний уровня воды в нижнем бьефе Воткинского гидроузла в летний период не должна превышать  $3,5 \text{ м}$ , а в зимний период –  $5,0 \text{ м}$ .

При прохождении половодий с объемом обеспеченностью 1% и менее при неблагоприятной форме гидрографа притока и одновременном прохождении половодья на реках Кама и Белая может возникнуть угроза безопасности инженерных защит, расположенных в зоне Нижнекамского водохранилища. Однако это не может служить причиной ввода ограничений на режимы работы Нижнекамского гидроузла.

До достижения полного открытия водосливной плотины, которое может иметь место только после достижения отметки НПУ, интенсивность увеличения среднесуточных расходов воды через водослив Камской и Воткинской ГЭС не должна превышать  $3000-3500 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Интенсивность нарастания турбинных расходов при этом не регламентируется (при суточном регулировании).

Максимальный допустимый напор на водоподпорные и водопропускные сооружения для Камского гидроузла составляет  $21 \text{ м}$ , для Воткинского гидроузла –  $23 \text{ м}$ .

Минимальный допустимый напор по условиям работы гидромеханического и гидроэнергетического оборудования для Камского гидроузла составляет 11 м, для Воткинского гидроузла – 12,25 м.

Минимальный допустимый напор по условиям безопасной работы гидроагрегатов Нижнекамской ГЭС составляет 4,5 м. При напорах ниже 4,5 м агрегаты ГЭС должны быть остановлены.

Шлюз Воткинского гидроузла разрешается использовать как водосброс только в период пропуска максимальных расходов половодья при уровнях водохранилища выше НПУ и превышении приточных расходов к створу гидроузла суммарной пропускной способности ГЭС и водосливной плотины.

При превышении отметки верхнего бьефа Нижнекамского водохранилища 63,75 м судоходный шлюз выводится из эксплуатации.

Расстановка флота на зимний отстой ежегодно производится исходя из предельных отметок сработки Камского и Воткинского водохранилищ (100,0 м и 84,0 м, соответственно).

Как видно, у всех участников водохозяйственного комплекса различные требования к режиму работы водохранилищ. Наша задача заключается в попытке оптимизировать распределение водных ресурсов между различными водопотребителями. Для выявления таких режимов работы Камского каскада водохранилищ, которые бы удовлетворяли всем требованиям безопасности, водопользователей и были максимально эффективным, при различных обеспеченностях водности нами используется имитационная балансовая модель.

### **Библиографический список**

1. 1. Воропаев Г.В. Проблемы управления водными ресурсами Арало – Каспийского региона / Г.В. Воропаев, Г.Х. Исмайылов, В.М. Федоров; – М.: Наука, 2003. – 427 с.
2. 2. Пояснительная записка к проекту «Правил использования водных ресурсов Камского и Воткинского водохранилищ на р. Каме». – М.: ФГУП «Центр Регистра и Кадастра», 2011.
3. 3. Пояснительная записка к проекту «Правил использования водных ресурсов Нижнекамского водохранилища при НПУ 63,3 м». – М.: ФГУП «Центр Регистра и Кадастра», 2011.

**Abstract.** *The paper discusses the rational allocation of water resources between the main participants in the water sector of the Kama reservoir cascade. The main requirements of water users to regimes of reservoirs. For solving problems of rational use of water resources Kama cascade waterworks applied balance simulation model.*

**Keywords:** *water user, a cascade of reservoirs, simulation model.*

УДК 532.5+626/627

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО ПОКРЫТИЯ – ГЕОМАТА МАРКИ ЭНКАМАТ А20

*А.П. Гурьев<sup>1</sup>, Д.В. Козлов<sup>1</sup>, Н.В. Ханов<sup>1</sup>, В.А. Фартуков<sup>1</sup>,  
А.И. Новиченко<sup>1</sup>, С.Н. Шукин<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup> РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*

*<sup>2</sup> ООО «Восток ГеоСинтетикс»*

**Аннотация.** *Изложены результаты лабораторных гидравлических исследований покрытия из геокомпозитного материала – геомата марки Энкамат А2. Получено распределение средних глубин потока, осреднённых местных и средних скоростей, удельных расходов, коэффициента Кориолиса, удельной энергии потока в точках замера скоростей потока по ширине и по длине лотка. Определены коэффициенты шероховатости в гладком русле и при укладке материала “внахлест”, изучена фильтрационная характеристика геомата и его устойчивость гидродинамическому воздействию потока, установлена относительная величина дополнительного «пригрузочного» гидродинамического давления над защитным покрытием.*

**Ключевые слова:** *гидравлический лоток; канал; уклон дна; заложение откоса; сечение канала; профили скоростей; рабочий участок канала; гидравлические сопротивления; коэффициент гидравлического трения  $\lambda$ ; коэффициент шероховатости  $n$ ; коэффициент Шези  $C$ ; предельные средние скорости; стыковка ковра геомата; гидродинамическое давление; датчики пульсаций давления; фильтрационные характеристики материала.*

Геомат, заполненный щебнем с битумным вяжущим материалом, применяется для укрепления: откосов насыпей; берегов; кюветов и лотков открытых систем дренажа; водоотводных лотков и каналов. Задачей исследований было определение: кинематических характеристик потока воды; гидравлических сопротивлений материала исследования; предельных средних скоростей, при которых нарушается устойчивость крепления материала геомата; распределения гидродинамического давления по поверхности материала крепления; фильтрационных характеристик противоэрозионного материала.

Актуальность проведенных исследований фрагмента канала с покрытием из геокомпозитного материала - геомат Энкамат А20 состояла в получении недостающих данных для гидравлического расчета водопропускных сооружений с подобной противоэрозионной защитой и диапазона их устойчивой безопасной работы.

Исследования проводились в лотке с переменным уклоном длиной 8 м, шириной 0,78 м, высотой 0,38 м. Максимальный уклон дна лотка, который можно было установить, составлял  $i_{\text{макс}} = 0.053$ . Этот уклон позволял получить в лабораторных условиях среднюю скорость потока, достигающую  $V_{\text{макс}} = 2,6$  м/с. Изучение коэффициента шероховатости  $n$  выполнялось на контрольном участке, стенки и дно которого покрывались геоматом марки Энкамат А20. Длина этого участка с исследуемым материалом составила 4,3 м. Перед рабочим участком и после него на длине соответственно 1,9 м и 1,2 м по периметру сечения уложена армирующая сетка геомата без щебня с целью приближения параметры потока к бытовым условиям при вступлении потока на материал и после него.

Для определения коэффициента Кориолиса  $\alpha$  изучалась кинематика потока по всему поперечному сечению при четырех расходах –  $Q = 84; 130; 174; 206$  л/с. С этой целью по длине контрольного участка были выполнены замеры скоростей трубкой Пито диаметром 3 мм. Трубка Пито позволяла получить полную энергию потока в каждой точке замера скоростей. Измерение кинематических характеристик потока было выполнено в 5-и мерных створах по длине контрольного участка: на его границах и в 3-х промежуточных сечениях. В каждом сечении измерения скоростей выполнялись на 11-и

вертикалях, расположенных на расстояниях  $y = 20, 90, 160, 230, 300, 370, 440, 510, 580, 650$ , и  $710$  мм от правой стенки лотка. На каждой вертикали измерения скоростей выполнялись в 6-и точках по высоте.

Получено распределение средних глубин потока, осреднённых местных и средних скоростей, удельных расходов, коэффициента Кориолиса  $\alpha$ , удельной энергии потока  $e_q$  в точках замера скоростей потока и по ширине, и по длине лотка.

Коэффициенты шероховатости определены с использованием зависимостей Гангилье-Куттера, Маннинга и Н.Н. Павловского. Исследования показали, что для гидравлических расчётов каналов с покрытием из Энкамата А20 можно рекомендовать значение  $n=0.0168$ , полученное при использовании формулы Маннинга впредь до накопления более обширных экспериментальных и натуральных данных.

Укладка Энкамата А20 в натуральных условиях выполняется с формированием стыков «внахлёт» по течению потока. Исследования по определению влияния стыка на гидравлические потери по длине канала проводились в прямоугольном лотке со стыком, выполненным «внахлёт» по всему периметру поперечного сечения. Ось стыка располагалась на расстоянии  $430$  см от начала лотка. Для определения влияния стыка на гидравлические потери по длине канала были проведены измерения кинематических характеристик потока в створах на расстоянии  $x_1=330$  см и  $x_2=625$  см при расходе  $Q = 174$  л/с. Шов образует местный порог с достаточно плавным входом и уступом на выходе. Такая конструкция предполагает формирование подпора поверхности потока на подходе к участку и спад поверхности непосредственно на стыке и за ним. По результатам исследований установлено, что для расчёта каналов с рассматриваемым покрытием можно применять значение коэффициента шероховатости  $n = 0.0176$ .

Одной из основных практических задач, возникающих при строительстве каналов с покрытием Энкамата А20 является вопрос его устойчивости при гидродинамическом воздействии на него потока. Опасность заключается в том, что при проникновении под ковёр скоростного напора потока через стыки возможен отрыв ковра и резкое увеличение лобового сопротивления, под действием которого ковёр будет сворачиваться в рулон и уноситься потоком вниз по течению. При измерении скоростей потока этому вопросу было уде-

лено особое внимание. Для получения значения донной скорости трубка Пито устанавливалась на дно. Можно считать, что донная скорость потока  $V = 1$  м/с является критической для свободнолежащего ковра Энкамат 20.

Исследования по влиянию стыков на устойчивость покрытия проводились в прямоугольном лотке для различной конструкции стыков. По результатам этой серии экспериментов можно сделать вывод, что даже при свободной укладке материала с соединением внахлест по течению, без точечных креплений, не было зафиксировано никаких нарушений устойчивости при средних скоростях потока вплоть до 2,5 м/с. По технологическим условиям, ковёр Энкамат А20 крепится к грунту стальными скобами, что безусловно предопределяет его устойчивость против его сдвига силами влечения воды.

В канале, откосы которого защищены ковром геомата Энкамат А20, при движении воды неизбежно будут возникать волны на свободной поверхности потока. Причиной возникновения этих волн является наличие стыков ковра, неровностей на поверхности ковра, потоки на откосах канала, формирующиеся во время дождя, ветровые волны. Как правило, эти волны имеют синусоидальную форму, что приводит к колебаниям поверхности воды на откосах. При прохождении гребня волны будет происходить накат волны на откос, а при прохождении впадины волны скат воды с поверхности откоса. При скате волны ковёр геомата Энкамат А20, уложенный на откосе канала, неизбежно будет испытывать противодействие фильтрационного потока. Для определения фильтрационной характеристики были проведены специальные исследования. При скате воды с откоса при прохождении впадины волны фильтрация через геомат Энкамат А20 будет иметь два режима: безнапорную фильтрацию на участках, расположенных выше поверхности воды, и напорную, на участках, расположенных ниже поверхности воды. Поэтому фильтрация через ковёр геомата Энкамат А20 изучалась для безнапорного и напорного режимов движения воды. Установлено, что фильтрация через ковёр геомата Энкамат А20 не соответствует ни ламинарному, ни турбулентному режиму фильтрации. Коэффициент фильтрации, полученный по данным эксперимента для свободной фильтрации, принимает постоянное значение, равное  $k=1.316$  см/с.

Основной целью гидродинамических исследований является оценка влияния пульсаций давления потока на устойчивость защитного покрытия канала Энкамат А20. Исследования гидродинамического давления для получения сопоставимых результатов выполнялись в одном створе на дне и откосе канала с заложением  $m = 1$ , на расстоянии 160 см от начала рабочего участка. Для измерения пульсации гидродинамического давления датчики установлены в двух местах, причем в каждом месте по два датчика. Один заподлицо поверхности материала геомата, другой – под материалом, заподлицо твердой поверхности, на которую уложен материал. «Первый тандем» расположен на откосе, на расстоянии 9 см от дна; «второй тандем» – в дне на расстоянии 10 см от края откоса. Расположение датчиков в одном месте над материалом и под ним позволит получить полную картину распределения гидродинамического давления по толщине материала, определить как осредненные так и мгновенные значения давления на границах материала. Это необходимо для выяснения главных направлений гидронагрузок и оценки устойчивости покрытия-геомата на откосе и на дне канала.

**Установлено, что:** относительная величина дополнительно «пригрузочного» гидродинамического давления над защитным покрытием канала, как на откосе, так и на дне канала находится в пределах 8%-14%; частотный диапазон существования осредненных амплитуд гидродинамического давления неоднороден и изменяется от 120 Гц до 800 Гц; разница давлений над и под защитным покрытием является дополнительным фактором устойчивости покрытия.

### **Библиографический список**

1. Павловский Н.Н. Гидравлический справочник / Н.Н. Павловский. Главная редакция энергетической литературы – М.-Л., 1937. – 886 с.
2. Чоу В.Г. Гидравлика открытых каналов / Пер. с англ. / – М., Стройиздат, 1969. – 464с.
3. Справочник по гидравлическим расчётам под редакцией Киселёва П.Г. «Энергия» – М., 1972. – 312 с.
4. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опытов. – М., 1962, – 380 с.

5. Чертоусов М.Д. Гидравлика. Специальный курс. – М.-Л.:Госэнергоиздат, 1962. – 630 с.
6. Вентцель А.Д. Курс теории случайных процессов. – М.: Наука, 1975.
7. Дьяков В.П. Mathcad 11/12/13 в математике. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 958 с.
8. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Связь, 1979. – 416 с.
9. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982. – 428 с.

**Abstract.** *Results of laboratory hydraulic researches of a covering from geocomposite material – a brand geomat Enkamat are stated to A2. Distribution of average depths of a stream, average local and average speeds, specific expenses, Coriolis's coefficient, specific energy of a stream in points of measurement of speeds of a stream on width and on tray length is received. Roughness coefficients in the smooth course are defined and when laying material "with an overlap", the filtrational characteristic of a geomat and its stability to hydrodynamic influence of a stream is studied, the relative size of additional "prigruzochny" hydrodynamic pressure over a sheeting is established.*

**Keywords:** *hydraulic tray, channel, the slope of the bottom, the inclination of the slope, the section of the channel, velocity profiles, the working section of the channel, hydraulic resistance, coefficient of hydraulic friction  $\lambda$ , the coefficient of roughness  $n$ , Chezy coefficient  $C$ , the average speed limit, docked carpet geomat, hydrodynamic pressure, sensors of pressure pulsations, filtration characteristics of the material.*

## ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА РЕК МОСКОВСКОГО РЕГИОНА В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ КЛИМАТА

*В.Г. Гуськов, Г.Х. Исмаилов, А.В. Марченко  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** В докладе рассматриваются и анализируются пространственно – временные закономерности изменчивости речного стока с частных водосборов рек Московского региона и даётся оценка стационарности естественного процесса его многолетних колебаний.*

***Ключевые слова:** частные водосборы водохранилищ, боковой приток, однородность, репрезентативность, стационарность, эргодичность гидрологических рядов.*

Ретроспективная оценка элементов водного баланса бассейна реки Волга показывает, что в конце XX века наблюдаются непрерывные изменения основных его элементов, таких как атмосферные осадки, речной сток, суммарное испарение и объема влагозапасов и температуры воздуха.

На формирование поверхностного стока реки Верхней Волги существенное влияние оказывает сток рек Московского региона. Здесь выделяются три подсистемы: поверхностные водные ресурсы Верхневолжской, Москворецкой и Вазузской водохозяйственных систем (ВХС). Поверхностные водные ресурсы этого региона сильно зарегулированы вышеуказанными ВХС. В настоящее время, в связи с расширением Московского мегаполиса наблюдается дефицит водных ресурсов в этом регионе.

В статье представлен анализ пространственно-временных закономерностей изменчивости речного стока с **частных водосборов рек Московского региона и даётся оценка** стационарности (не стационарности) и однородности (неоднородности) многолетних колебаний элементов водного баланса этого региона при различных изменяющихся природно-хозяйственных условиях.

Исследованы колебания годового и сезонного стока (за период половодья и межени) для рек Москворецкой водохозяйственной системы (МВС). Результаты исследования показывают, что годовой сток рек МВС за период 1914/1915 – 2010/2011 гг. ( $n = 97$  лет) почти не изменился. В то же время сезонный сток подвержен изменению, так, например, за период половодья произошло снижение стока на  $0,3 \text{ км}^3/97$  лет, т.е. почти на 30%, а в период межени сток увеличился соответственно на  $0,28 \text{ км}^3/97$  лет, т.е. более чем на 27%. Таким образом, за прошлое XX столетие произошло перераспределение стока внутри года, тогда как годовой сток мало изменился. Однако подойдем к данному вопросу несколько с иной позиции, т.е. рассмотрим колебания годового и сезонного стока до 1978 года и после. Для этого сначала были проанализированы интегральные разностные кривые годового и сезонного стока рек МВС за 1914/1915-2010/2011 гг. Как показал анализ этих кривых тенденция годового стока представляет собой чередование нескольких периодов маловодных и многоводных лет. При этом если сток периода половодья имеет один достаточно длительный полный цикл изменения группировок сначала многоводных (подъем кривой), а затем маловодных лет (спад кривой), то сток периода межени имеет противофазный характер, группировка маловодных лет сменяется группировкой многоводных лет. Это со всей очевидностью показывает, что в бассейнах рек МВС до 1978 года и после имела место смена фаз водности рек. Одновременно следует отметить, что увеличение меженного стока свидетельствует о роли повышения подземного питания рек этого бассейна меженного периода, а это в свою очередь связано с повышением естественной зарегулированности стока рек бассейна МВС.

При исследовании колебаний годового и сезонного стока рек МВС обнаруживается что после 1978 года сток Москворецкой водохозяйственной системы непрерывно уменьшается, это еще раз подтверждает, что после 1978 года ВХС Московского региона вступила в новую фазу изменения водности речного стока.

Также была проведена оценка однородности гидрологических рядов как годового, так и сезонного стока водосборов рек МВС, для чего использована гипотеза о равенстве средних двух выборок из генеральной совокупности при их известных дисперсиях с помо-

щью критерия Стьюдента. Анализ полученных результатов показал, что не смотря на однородность рядов выявленных циклов водности для года в целом ( $t_{\text{набл}} < t_{\text{кр}}$  при уровне значимости  $\alpha = 0.1$  или 90% доверительном интервале), в период половодья и в зимнюю межень эти ряды неоднородны ( $t_{\text{набл}} > t_{\text{кр}}$ ). Наличие неоднородности сезонного стока рек Московского региона можно объяснить как изменением естественно-климатических условий (влияние парникового эффекта), так и хозяйственной деятельностью внутри региона, например, распашка с/х земель и связанное с этим увеличение испарения с поверхности почвы и как следствие сокращения стока.

Проведенный анализ статистических параметров 97-летних гидрологических рядов естественного стока с речных водосборов МВС выявил наличие статистически значимых изменений в его динамике и межгодовых связях, что обусловлено как естественно-климатическими, так и антропогенными изменениями гидрологического цикла. В результате можно говорить о стационарности процесса лишь на отдельных отрезках периода наблюдений.

### Библиографический список

1. Исмайылов Г.Х., Фёдоров В.М. Межгодовая изменчивость элементов водного баланса реки Волги в условиях иаловодья // Природообустройство, МГУП, 2010, №2, – С. 79-86.
2. Исмайылов Г.Х., Фёдоров В.М. Оценка степени нестационарности временных рядов годового стока рек. // Водные ресурсы. Том 40, 2013, №4. С. 350-358.
3. Кайсл Ч. Анализ временных рядов гидрологических данных. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 140 с.

**Abstract.** *The paper examines and analyses the spatial – temporal patterns of variability of river runoff private watershed of the rivers of the Moscow region and assesses the stationarity of the natural process of long-term fluctuations.*

**Keywords:** *private catchment reservoirs, lateral inflow, uniformity, representativeness, stationarity, ergodicity hydrological series.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РАЙОНАХ ГЭС

*И.Л. Дмитриева, М.В. Тачаев  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы влияния ГЭС и водохранилищ на состав вод. Показано, что единственный вид загрязненный водной среды при работе ГЭС – нефтепродукты. Для борьбы с этим загрязнением предлагается нормирование технических утечек масел, а также методы очистки вод на основе биохимических технологий.*

***Ключевые слова:** ГЭС, водохранилище, качество вод, антропогенное загрязнение, нефтепродукты.*

Для выработки электроэнергии ГЭС используют возобновляемый природный ресурс – воду. Впервые комплексное исследование воздействия водохранилищ на окружающую среду были проведены в 20-х годах XX века при проектировании Волховской ГЭС. С начала 60-х годов исследования были продолжены на Рыбинском, Камском, Новосибирском, Ивановском водохранилищах [1].

В настоящее время влияние ГЭС и водохранилищ на окружающую среду изучено достаточно хорошо. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что строительство водохранилищ и ГЭС с соблюдением природоохранных требований, эксплуатация станций в проектном режиме часто ведёт к улучшению качества воды по сравнению с речными условиями [2-4].

Создание водохранилищ обуславливает проявление разбавляющего эффекта, в результате чего уровень минерализации в нижних бьефах ГЭС может снижаться на 25 – 35 % от начального.

Замедление стока приводит к аккумулярованию взвесей в водохранилищах: наблюдается снижение содержания взвешенных веществ в воде нижних бьефов на 30 – 50%.

В водохранилищах создаются благоприятные условия для сорбции и седиментации различных форм тяжелых металлов: снижение этих веществ в воде составляет для разных металлов от 30 до 95%.

Влияние зарегулирования на уровень содержания в воде биогенных и органических соединений менее выражено. Оно существенно зависит от количества стоков, сбрасываемых в водоемы, степени их очистки.

В тоже время установлено, что в бассейнах гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в результате повышенной аэрации воды активизируются процессы окислительной деструкции органики. Так, в воде нижнего бассейна Загорской ГАЭС концентрация органических и биогенных соединений снижается на 20-40% по сравнению с речными условиями [5].

Следует подчеркнуть, что функционирование самих гидроэнергетических объектов не приводит к значимым загрязнениям природной среды: атмосферы, водных масс, прибрежной территории, водной и наземной биоты.

Можно говорить о единственном виде загрязнения поверхностных вод в гидроэнергетической отрасли – попадании в них нефтепродуктов. Существует два источника поступления нефтепродуктов в воду:

- утечки турбинного масла, используемого в поворотно-лопастных турбинах в качестве смазочного материала;
- случайные, аварийные сбросы масла и мазута в водные объекты.

Утечки турбинного масла вызваны недостаточной герметичностью уплотнений лопастей поворотно-лопастных турбин старой конструкции. Потери могут составлять от нескольких килограммов до нескольких тонн на одну турбину в год.

Следует учитывать, что значительные расходы воды, проходящие через турбины ГЭС, обуславливают разбавление потерянного масла в нижнем бьефе до концентраций, не превышающих ПДК. Однако, поскольку многие реки и водоёмы нашей страны уже загрязнены нефтепродуктами, дальнейшее повышение этого уровня в результате потерь турбинного масла крайне нежелательно.

Известно, что повышение уровня загрязнения водоемов нефтепродуктами ведет к снижению качества воды, угнетению гидробионтов и ихтиофауны, а также затрудняет комплексное исполь-

зование водных ресурсов. В связи с этим возникает необходимость нормирования потерь нефтепродуктов при эксплуатации гидротурбинного оборудования.

В настоящее время по инициативе компании «Русгидро» разрабатывается предварительный национальный стандарт, решающий эти задачи. Стандарт предусматривает применение современных технологических средств контроля содержания поллютанта в окружающей среде и расчетных методов составления баланса турбинного масла для каждой станции с соответствующим оборудованием.

Второй источник попадания нефтепродуктов в водную среду при работе ГЭС требует применения практических мер по ликвидации загрязнения. В литературе рассматривается много химических и биохимических методов борьбы с данным видом загрязнения. Анализ этой информации позволяет выбрать наиболее эффективную для отрасли технологию – технологию Сойлекс [6].

Технология Сойлекс основана на использовании биопрепарата из аэробных углеводородоокисляющих непатогенных бактерий, сорбированных на инертном носителе. В состав биопрепарата входят также компоненты питательной среды. Титр жизнеспособных клеток составляет не менее  $1 \cdot 10^{10}$  клеток на 1 г препарата.

Микробная ассоциация препарата обладает высокой активностью по отношению к большинству углеводов, эффективна в широком диапазоне температур и pH. Биопрепарат не токсичен, относится к IV классу опасности.

Рассмотрим возможности применения технологии Сойлекс на одном из объектов гидроэнергетики Сибири.

В ходе обследования ГЭС были выявлены локальные выходы нефтепродуктов со дна канала берегового водосброса, приводящие к загрязнению акватории нижнего бьефа. В годы строительства станции на этом месте располагались хранилище мазута и котельная. В результате утечек топлива в грунте образовались линзы загрязнения, попавшие в зону затопления при наполнении водохранилища.

Разрабатываемый проект ликвидации неблагоприятной ситуации предусматривает: проведение исследований по определению масштабов загрязнения грунтов и акватории, подводное бетонирование мест выхода нефтепродуктов со дна канала, бурение скважин

и откачка поллютантов из линз (при необходимости), закачивание в скважины специально приготовленного препарата Сойлекс, установку бонового ограждения загрязненной акватории и обработку её порошком препарата, сбор и утилизацию отработанного препарата. Контроль за процессом разложения углеводов осуществляется путём периодического отбора и химического и микробиологического анализа проб поверхностных вод и вод из скважин. Сроки выполнения работ оцениваются в 6-8 месяцев.

В случае успешного решения проблемы технология Сойлекс может быть использована и на других объектах гидроэнергетики.

### Библиографический список

1. Вендров С.Л., Дьяконов К.Н. Водохранилища и окружающая природная среда. – М.: Наука, 1979. – 136 с.
2. Дмитриева И.Л., Гурьевич Т.Б., Лебедева И.П. Современные экологические проблемы водохранилищ (по материалам международных конференций). – Сб. Безопасность энергетических сооружений, 1998, № 2-3. – С. 246-252.
3. Архипова Н.А., Веницианов Е.В., Кочарян А.Г., Дмитриева И.Л. Экспериментальное изучение и математические моделирование трансформации ртути и меди в системе вода – донные отложения. // Водные ресурсы, 2001, №1. –С. 67-71.
4. Салтанкин В.П., Каякин В.В., Дмитриева И.Л., Мулина А.В. Экспертная оценка геоэкологического состояния водохранилищ Волжско-Камского каскада. Актуальные проблемы водохранилищ. / Труды Всероссийской конференции. – Ярославль, 2002. – С. 269-272.
5. Дмитриева И.Л., Гурьевич Т.Б., Пьявкин С.А. Выбор состава природоохранных мероприятий строящейся Загорской ГАЭС-2. – Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы комплексного обустройства техноприродных систем». Ч.IV, «Экология окружающей среды». – М.: МГУП, 2013. – С.66-74.
6. <http://www.polyinform.ru>

**Abstract.** *The impact of hydropower plants and reservoirs on the composition of water is discussed. It is shown that during the operation of HPP the only type of pollution of the water environment is the petroleum*

*products. Standardization of technical leaks of oils and water purification on the basis of biochemical technology are proposed to combat this pollution.*

**Keywords:** *hydropower plant, reservoir, water quality, anthropogenic pollution, petroleum products.*

УДК 502/504.064.2

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ СТОКА Р. ВОЛГИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XXI ВЕКА С УЧЕТОМ ВОЗМОЖНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

*Г.Х. Исмайылов, Н.В. Мураценкова  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В работе рассматривается оценка изменения среднемноголетнего стока р. Волги в первой половине XXI века. Для этого авторами используется разработанная ими вероятностная методика оценки речного стока и результаты сценариев климатических моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). С целью использования результатов МОЦАО авторы предлагают систему уравнений связи речного стока от определяющих его климатических факторов.*

**Ключевые слова:** *Речной сток, стационарность, квазистационарность, нестационарность, изменение климата.*

Изменение климата является непрерывным процессом, подтверждающимся историей существования Земли. Сегодня на повестку дня ставиться задача определения насколько велики эти изменения и как эти изменения отразятся на процессах, происходящих в окружающей среде, и в том числе на количественных изменениях элементов водного баланса (ЭВБ) речных бассейнов, регионов, а также на изменения соотношений ЭВБ. В связи с этим в настоящей работе излагаются основные результаты оценки изменения основных элементов водного баланса (атмосферные осадки, речной сток,

суммарное испарение с поверхности суши, изменение влагозапасов) на предстоящий период первой половины XXI века. При этом на данном этапе исследований в основном рассматривается изменение среднемноголетнего значения речного стока (норма стока) в зависимости от определяющих его климатических факторов. Весь комплекс исследований осуществлен применительно к речному бассейну Волги и его отдельных частных водосборов. Основанием для данного исследования служит следующая концепция. Заблаговременная оценка изменения климата с позиции рационального использования и охраны природных ресурсов, в том числе водных, может обеспечить разумное и выгодное использование меняющихся характеристик климата. Речной сток относится к климатически обусловленным возобновляемым водным ресурсам. Поэтому изменение режима речного стока влияет не только на возможность его использования в качестве источников водоснабжения, но и на сохранение (или на нарушение) экологического равновесия водотоков и водоемов. Например, сокращение весеннего половодья или увеличение меженного стока в условиях меняющегося климата может привести к целому ряду как позитивных, так и негативных последствий. В современных условиях природопользования физически обоснованный прогноз динамики ЭВБ и оценка изменений природообразующих функций водных ресурсов приобретает все более острый социально-экономический характер. Ситуация усугубляется и в связи с возрастанием антропогенных воздействий на окружающую среду, растущим водопотреблением, существенной сезонной неравномерностью речного стока и ухудшением показателей качества воды.

В соответствии с вышеизложенным нами выдвигаются две концепции оценки возможных изменений речного стока и, как следствие, оценки состояния поверхностных вод в будущем. Согласно первой концепции в основе формирования речного стока лежит представление о его стохастической природе. Это предопределило вероятностное описание закономерностей изменчивости речного стока во времени и пространстве с использованием изученных временных рядов. При этом выявленные закономерности распространялись и на будущее. Такой подход подразумевает стационарность и квазистационарность процессов формирования речного стока и, как следствие,

возможность вероятностного предвидения его характера и параметров в обозримом будущем (период прогнозирования, как правило, исчисляется несколькими десятилетиями). Альтернативой концепциям стационарности и квазистационарности (цикличности) колебания климата и ЭВБ суши в настоящее время выступает концепция антропогенно-обусловленного глобального потепления климата. Это объясняется тем, что изменения климатических условий неизбежно приведут, а возможно уже и привели к изменениям гидрологических характеристик в различных речных бассейнах и регионах, в частности притока речных вод к основным гидроузлам крупных рек России, в том числе к гидроузлам Волжско-Камского каскада водохранилищ.

Принятие соответствующих концепций изменения речного стока в будущем предопределяет и выбор методов оценки этих изменений. Так, концепция стационарности климата и процессов гидрологического цикла предопределяет использование вероятностно-статистических методов. Принятие же концепции нестационарности приводит к необходимости выявления однонаправленных тенденций (трендов) во временных рядах речного стока, определяющих его климатических и антропогенных факторов с последующей экстраполяцией детерминированной составляющей временного ряда, а также к установлению функциональных связей между факторами воздействия и характером отклика.

При прогнозировании элементов водного баланса речного бассейна в качестве одного из основных допущений предполагается физическая и статистическая однородность (неоднородность) и стационарность (нестационарность) многолетних колебаний основных составляющих водного баланса за достаточно продолжительный период времени. Рассматриваются достаточно длительные многолетние колебания основных ЭВБ бассейна р. Волги за период 1914/1915 – 2000/2001 гг. ( $n=87$  лет). Результаты исследования показали, что при 5%-ом уровне значимости подавляющее число рядов ЭВБ бассейна р. Волги являются стационарными. Нестационарность же выявлена во временных рядах межлетнего речного стока и годового и межлетнего суммарного испарения в бассейне Средней Волги. Для бассейна р. Волги в целом неоднородность средних значений установлена для ряда годовых атмосферных осадков, речного стока и суммарного испарения,

а также для стока и суммарного испарения межлетнего периода. Кроме того, неоднородность средних значений выявлена для температуры воздуха холодного периода и года в целом. В отношении дисперсий временных рядов годовых и сезонных элементов водного баланса бассейна р. Волги выполняется условие однородности. Отметим, что для бассейна Средней Волги при однородности средних значений годовых и сезонных атмосферных осадках, наблюдается неоднородность средних значений годового и межлетнего стока и суммарного испарения. Неоднородность дисперсий выявлена для годового суммарного испарения, а также дисперсий межлетнего стока и суммарного испарения. Интересная картина выявлена в отношении бассейна р. Камы. Средние значения рядов годовых атмосферных осадков и речного стока неоднородны, также неоднородны средние значения атмосферных осадков и стока межлетнего периода. Дисперсии этих элементов для годового и сезонного суммарного испарения неоднородны, тогда как для остальных элементов выполняется условие однородности.

В настоящей работе приводятся результаты расчетов будущих изменений климата в бассейне р. Волги с помощью ансамбля из 16 глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) третьего поколения (CMIP 3) для сценариев роста парниковых газов и аэрозоля SRES B1, A1B и A2. Изменение климата рассматривалось для первой половины XXI века, а именно для начала первой половины XXI века (2011 – 2030 гг.) и для середины первой половины XXI века (2041 – 2060 гг.), осредненные за 20 лет по отношению к базовому периоду 1914/15 – 2000/2001 гг. Кроме того также были использованы результаты расчетов будущих изменений климата в бассейне р. Волги с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) пятого поколения (CMIP 5) для сценариев роста парниковых газов и аэрозоля RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 8.5.

Используя результаты сценариев изменения климата в первой половине XXI века, а также разработанные авторами уравнения связи речного стока с его определяющими климатическими факторами, получены среднемноголетние значения суммарного испарения с поверхности суши и норма речного стока по отдельным ВХР бассейна р. Волги и бассейну р. Волги в целом.

Для бассейна Верхней Волги по сценарию A2 среднемно-

голетнее суммарное испарение составляет 475 мм (109 км<sup>3</sup>/год), т.е. увеличивается на 17 мм (3,89 км<sup>3</sup>/год) по отношению к базовому периоду (E =458 мм). По сценариям А1В и В1 среднемноголетнее суммарное испарение изменяется от 473 (108 км<sup>3</sup>/год) до 475 мм (109 км<sup>3</sup>/год), что свидетельствует о его близких значениях по всем трем сценариям. Среднемноголетний сток бассейна Верхней Волги изменяется для начала первой половины XXI века от 225 мм (51,5 км<sup>3</sup>/год) до 238 мм (54,5 км<sup>3</sup>/год) при базовом значении стока 229 мм (52,4 км<sup>3</sup>/год). А для середины первой половины XXI века изменения нормы стока и суммарного испарения также имеет небольшое изменение и составляет соответственно от 237 мм (54,3 км<sup>3</sup>/год) до 243 мм (55,6 км<sup>3</sup>/год) и от 473 мм (108,3 км<sup>3</sup>/год) до 477 мм (109,2 км<sup>3</sup>/год). Как видно из приведенных данных для бассейна Верхней Волги резкого изменения нормы стока и суммарного испарения не наблюдается по рассматриваемым сценариям.

Для бассейна р. Камы в зависимости от сценариев для начала первой половины XXI века норма стока колеблется от 257 мм (95,3 км<sup>3</sup>/год) до 261 мм (96,8 км<sup>3</sup>/год), при базовом значении нормы стока 253 мм (93,9 км<sup>3</sup>/год). А норма суммарного испарения колеблется от 468 мм (173,6 км<sup>3</sup>/год) до 470 мм (174,4 км<sup>3</sup>/год), при базовом значении 441 мм (163,6 км<sup>3</sup>/год). Для середины первой половины XXI века изменение нормы стока в зависимости от рассматриваемых сценариев колеблется от 277 мм (102,8 км<sup>3</sup>/год) до 290 мм (107,6 км<sup>3</sup>/год), а изменение нормы суммарного испарения составляет от 422 мм (156,6 км<sup>3</sup>/год) до 467 мм (173,2 км<sup>3</sup>/год). Как видно из этих данных для середины первой половины XXI века норма стока р. Камы по сравнению с современным значением стока увеличивается от 24 мм (9 км<sup>3</sup>/год) до 37 мм (13,7 км<sup>3</sup>/год).

По данным наших исследований, основанных на вариантных расчетах прогнозных методик, среднемноголетнее значение стока бассейна р. Волги в целом изменяется для периода 2011-2030 гг. от 5 до 10%, а для периода 2041-2060 гг. – от 6 до 14 %. Для частного водосбора, как бассейн р. Камы, эти изменения составляют в пределах от 2 до 9% для периода 2011-2030 гг. и от 10 до 15 % для периода 2041-2060 гг. Если эти результаты сопоставить с данными других авторов, то они не противоречат результатам наших исследований. Так, например, исследователями ГГИ [1] установлено, что

для будущих изменений годового стока на ближайшие 10-15 лет (с использованием водобалансовой модели) для водосборов средних рек, расположенных в различных физико-географических зонах, нет оснований ожидать каких-либо значительных изменений водных ресурсов этих рек в результате антропогенного потепления климата. Аналогичные результаты были получены в результате обобщения материалов по шести крупным рекам, в том числе и для бассейна р. Волги. Так, например, для р. Волги на период 2011-2030 гг. по сценарию А2 прогнозируется изменение стока от -2 до +5%.

### Библиографический список

1. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И. А. Шикломанова – СПб.: Гос. гидрол. ин-т, 2008. – 600 с.

**Annotation.** *This paper considers the evaluation of changes in mean annual runoff. Volga in the first half of the XXI century. To do this, the authors used a technique they have developed a probabilistic assessment of the river flow and the results of scenarios of climatic models of the general circulation of the atmosphere and ocean. In order to use the results of the models the authors propose a system of equations to the river flow by determining its climatic factors.*

**Keywords:** *River flow, stationary, quasi-stationary, non-stationarity, climate change.*

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СБРОСОВ НА ГИДРОУЗЛАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

*Е.М. Кленов, Д.В. Козлов*

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Цель работы заключается в разработке методики определения оптимальных сбросов с гидроузлов в зимний период времени. На территории Российской Федерации ежегодно возникает проблема обеспечения выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях и безопасности в нижнем бьефе гидроузлов при пропуске больших объемов воды, в том числе в зимний период.*

***Ключевые слова:** гидроэлектростанция, зимний период времени, сбросной расход, затор, зажор, суточное регулирование.*

В зимний период времени ниже плотины ГЭС значительно увеличиваются расходы воды относительно естественного режима реки. Связано это в первую очередь с увеличенным потреблением электроэнергии. При понижении температуры окружающей среды на реках и водохранилищах начинается образование льда, в том числе и скоплений шуги. Шуга на реках образуется до тех пор, пока существует полынья с открытой водной поверхностью, т.е. существует контакт между водой и окружающей средой. В нижних бьефах гидроэлектростанций такая полынья остается всегда. Например, для Красноярской ГЭС, участок в 100 км ниже станции ни разу не замерзал за весь период эксплуатации ГЭС.

Увеличенные сбросные расходы в зимний период могут нарушить прочность ледяного покрова, что может привести к образованию затора или зажора. Передняя кромка льда состоит из скопления шуги, прочность такого льда не велика, и именно эта часть льда определяет предельные напряженные деформации. При превышении предельной деформации лед может расколоться на мелкие льдины и, попав в подледный поток, будет унесен ниже по течению.

Скопления таких льдин могут вызвать уменьшение живого сечения русла, что может вызвать образование затора или зажора.

В настоящее время для расчетов уровней воды используются зимние коэффициенты. Максимальные расходы для гидроузлов в зимний период определены только исходя из многолетней практики. Оба этих параметра не отражают физических процессов, происходящих в воде. Так зимние коэффициенты могут лишь отражать многолетнее изменение режима реки в зимний период. Учитывая зимние коэффициенты можно лишь сказать, на сколько в среднем суровы зимы на данном участке реки. Максимальные среднемесячные (декадные, суточные) расходы определены только лишь из практики использования. Так для Усть-Илимской ГЭС в настоящее время таким расходом является  $3500 \text{ м}^3/\text{с}$  для всего зимнего периода.

Новая методика предлагает использование прочностных характеристик льда для каждого года и расчетного интервала в отдельности. Так же очень важным параметром для сбросов воды является расход воды в единичный момент времени, учитывающий суточное регулирование гидроузла.

Прочностные характеристики льда следует определять с учетом отепляющего воздействия сбрасываемой воды и предыдущих интервалов. Так считается, что для определения прочности льда достаточно учитывать 10 суток ранее расчетного интервала времени. Известно, что в течение 10 суток стабилизируется температура лишь верхнего слоя льда, и с учетом такого короткого периода времени невозможно сказать о его структуре. Структура льда формируется и меняется в течение всей зимы.

Изменение сбросного расхода воды является одним из наиболее важных параметров для определения состояния льда. Ледяной покров может выдерживать колоссальные сжимающие нагрузки, но при приложении изгибающих или скручивающих усилий велика вероятность, что лед треснет. Так при плавном увеличении расхода воды ледяной покров будет подниматься по всей площади до тех пор, пока “заделка” у берегов не будет более способна переносить данную нагрузку. При резком увеличении расхода в нижний бьеф (суточное регулирование ГЭС) возможен случай, при котором часть воды будет подниматься выше уровня льда и заливать лед сверху, так же из-за значительного уровня

надвигающийся волны, могут возникнуть значительные перепады по высоте в поперечном и продольном сечениях, что вызовет разлом льда.

Результатом данных исследований является определение максимально возможных расходов воды в нижнем бьефе гидроузла для каждого расчетного интервала для максимизации выработки электроэнергии и увеличения максимальной зимней мощности ГЭС, а также определение возможного расхода для предотвращения или минимизации заторно-зажорных явлений.

### **Библиографический список**

1. Козлов Д.В. Лед пресноводных водоемов. – М.: Московский государственный университет природообустройства, 2000.
2. Готлиб Я.Л. Ледотермика Ангары. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1964.

**Abstract.** *The purpose of the work is to develop a methodology for determination the optimal water flow from hydro power plant in winter. Frozen regions in Russian Federation each year has a problem of power generation at hydroelectric power stations because of security in the downstream when large amounts of water is going down in winter.*

**Keywords:** *hydro power plant, winter time, water flow, congestion, ice jams, daily regulation.*

УДК 502/504:551.48: 626.81: 627.81

## **УПРАВЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВОМ И КАЧЕСТВОМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ**

**В.И. Клёнов, Г.Х. Исмайлов**  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Статья посвящена одной из актуальных проблем гидрологии – исследованию вопросов совместного управления режимом и качеством поверхностных водных ресурсов. Исследо-*

*вание выполнено на примере сложной и разветвленной водохозяйственной системы, состоящей из целого ряда водохранилищ, каналов, насосных станций и других элементов, сформированной в Московском регионе.*

**Ключевые слова:** *речной сток, количество водных ресурсов, качество водных ресурсов, водохозяйственная система, расчетная обеспеченность, попуск воды.*

Следует отметить, что при исследовании процессов функционирования водохранилищ, работающих в единой системе водоснабжения с целью управления режимом и качеством воды, традиционно возникает множество разных задач в области гидролого-водохозяйственного и эколого-экономического обоснования поддержки принятия решений. Поэтому нами исследуются методические вопросы совместного управления режимом и качеством воды в сложившейся водохозяйственной системе (ВХС) Московского региона. Проблемы интенсивного использования водных ресурсов в связи с возрастающим дефицитом воды, а также постоянные изменения в окружающей среде в результате глобального потепления делают актуальным проблему дальнейшего совершенствования теории функционирования сложных водохозяйственных систем, включающих в себя системы гидроузлов с водохранилищами, работающими в компенсационном режиме. Отсюда следует актуальность рассматриваемой работы и её важность в науке и в практике.

Анализ многочисленных проектных материалов и литературных источников показывает, что в настоящее время не существует единых методических подходов к оценке допустимых объемов обводнительных попусков в водные объекты, в том числе в нижние бьефы водохранилищ гидроузлов, отсутствует также единообразие в терминах. Нет единого толкования характеристик стока, оставляемых ниже створов регулирования и изъятия водных ресурсов. Различными авторами понятие обводняемых попусков в нижние бьефы гидроузлов и водозаборов определяется по-разному: минимально допустимые, минимально необходимые расходы воды, рыбохозяйственные попуски, сельскохозяйственные попуски, транспортные попуски, санитарные попуски и др., т.е. они имеют преимущественно целевое отраслевое назначение.

В отечественной литературе разными авторами были предприняты попытки сформулировать и классифицировать различные виды попусков в нижние бьефы гидроузлов. Однако эти определения не несут строгого системного подхода. В связи с этим, в представленной нами работе проведена систематизация и подробная классификация всех видов попусков, которые осуществляются как в нижние бьефы гидроузлов, так и при обводнении рек и водоемов в исследуемом нами Московском регионе: обводнительные, природоохранные, санитарные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные (в том числе для нужд орошения), рыбохозяйственные, хозяйственно-бытовые (включая водоснабженческие), лесосплавные и комплексные, например: энергетическо-транспортные, сельскохозяйственно-рыбохозяйственные, ирригационно-транспортные и другие сочетания

Вместе с тем, следует отметить, что исследованиям взаимосвязи между параметрами режимов работы водохранилищ и показателями функционирования их экосистем не уделяется должного внимания, что сказывается на условиях формирования качества воды в них. Отсутствует система интегральных параметров (критериев), устанавливающая связь между управлением режимом эксплуатации водохранилищ и состоянием их экосистем. В этих условиях в качестве одного из наиболее надежных критериев для определения рациональных объемов обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов с целью поддержания экологических, санитарных и природоохранных условий водотоков, нами предлагается использовать расчетную обеспеченность обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов.

Отсутствие нормативов надёжности для этого вида водопользования приводит к тому, что эти попуски являются замыкающими элементами водохозяйственного баланса водоема. Поэтому нами рекомендуется ввести двухступенчатый норматив расчетной обеспеченности для разделения чисто водоснабженческой составляющей (питьевое и коммунально-бытовое водоснабжение) и обводнительных попусков в нижние бьефы гидроузлов. В первую ступень норматива расчетной обеспеченности должно быть включено обязательное и практически бесперебойное во всех условиях водности чисто водоснабженческая составляющая ВХС Московского региона. Вторая ступень норматива расчетной обеспеченности может со-

ставить около 90% (по числу бесперебойных лет) и относиться к обводнительному попуску в р. Москву.

Норматив допустимых обводнительных (или экологических) попусков устанавливается в виде постоянных величин. По нашему мнению эти попуски должны быть разными и устанавливаться для каждого водного объекта в разных створах и в целом по бассейну с учетом водности (обеспеченности) года и потребностей в воде потребителей, для поддержания состояния его водной экологической системы. Обводнительные попуски должны обеспечить гидродинамическое и экологическое равновесие водотока, сохраняя реку как элемент ландшафта. При этом каждому уровню водности рек должно соответствовать определенное значение обводнительного попуска как природоохранного расхода, гарантирующего природную устойчивость реки во всех аспектах ее функционирования, в соответствии с реальными изменениями его в различные фазы гидрологического цикла.

Следует помнить, что одной из главных природоохранных функций реки является сохранение качества воды в ней под которым понимается комплекс показателей, характеризующих степень пригодности воды для того или иного вида хозяйственного использования [2]. Физические, химические и биологические (в том числе бактериологические) характеристики качества воды у водозаборов, расположенных на водоеме, формируются в результате различных процессов трансформации. Состав воды за время ее пребывания в водоеме, связан с круговоротом вещества и энергией в экосистеме.

В современных условиях, исходя из охраны природы, необходимо в реках резервировать необходимый объем обводнительного попуска. Величина этого попуска зависит от водности реки, типа реки, водной и околородной флоры и фауны. Чем выше обводнительный (экологический) попуск, особенно в период половодья, тем ниже регулирующая создаваемых и эксплуатируемых водохранилищ. Поэтому одним из основных вопросов рационального регулирования стока водохранилищ и оптимального распределения водных ресурсов между участниками водохозяйственного комплекса (ВХК) является вопрос установления экологических (природоохранных), в том числе и санитарных, попусков в нижние бьефы гидроузлов. Под экологическими попусками подразумеваются минимальные попуски

по условиям охраны речных экосистем ниже створов регулирования стока. Санитарные попуски как элемент экологических должны обеспечивать разбавление поступающих в источники загрязнений от сточных, дренажных, ливневых, а также термальных вод. При минимально допустимых расходах воды не должно быть обратного тока реки под влиянием ветра, течений, а также должна гарантироваться такая проточность, которая исключает промерзание рек зимой (кроме тех, которые промерзают в естественных условиях). Последнее достигается при средних скоростях течения не менее 0,3 м/с.

В настоящее время документами, регламентирующими величину минимальных расходов воды в реках, являются [1,3,4,]. В соответствии с рекомендациями Минводхоза [3] санитарный попуск обычно назначается не меньше минимального среднемесячного расхода воды маловодного года обеспеченностью (по стоку) 95%. Такое нормирование не корректно, поскольку не учитывает наличия внутригодового распределения стока, что может вызвать разницу в установленных минимальных расходах. В дальнейшем в типовых правилах эксплуатации водохранилищ того же ведомства объем природоохранного (экологического) пуска рекомендовано принимать в размере 75% от объема половодья года 95%-ной обеспеченности в течение половодного периода; в остальные месяцы объем пуска должен обеспечивать сохранение минимального среднемесячного расхода 95%-ной обеспеченности.

Попуски в нижние бьефы гидроузлов, прежде всего, должны осуществляться исходя из максимально возможного учета интересов природных комплексов, включая качества воды в водотоках и водоемах, водопользователей и безопасности гидротехнических сооружений, населения и хозяйства в его нижнем бьефе. Основным гарантом для поддержания требуемых режимов пусков в нижние бьефы являются «Основные правила использования водных ресурсов водохранилищ».

Попуски, производимые в нижний бьеф, характеризуются следующими основными параметрами: формой графика, задающего режим пуска, объемом воды, сброшенной за определенный период, и продолжительностью осуществления пуска. Все эти параметры наиболее отчетливо прослеживаются на специальных пусках воды. Указанные параметры пусков тесно увязаны между собой

и зависят, прежде всего, от целевого назначения попуска, размеров требуемой зоны его влияния и от наличия водных ресурсов в водохранилище, использование которых возможно на производство попусков. Форма графика, объем и продолжительность таких попусков, как правило, детально прорабатываются в проектах, с тем чтобы, выбрать оптимальные значения, наиболее полно отвечающие поставленной задаче. Сопоставление объема воды, затраченной на попуск, с общим объемом воды, поступившей в нижний бьеф гидроузла, указывает на удельный вес этого попуска в суммарном сбросе воды. Такое сопоставление дает наглядное представление о роли попуска не только в обеспечении требований участников водохозяйственного комплекса нижнего бьефа, но и функционирования водной экосистемы и тесно с ним связанные процесса формирования качества воды в нижнем участке реки.

### Библиографический список

1. Асарин А. Е., Бестужева К. Н., Резниковский А. Ш. и др. Методические указания по составлению правил использования водных ресурсов водохранилищ гидроузлов электростанций. – М., 2000. – 56 с.
2. Даденко Ю.С. Эвтрофирование водохранилищ. Гидролого-гидрохимические аспекты. – М.:ГЕОС, 2007. – 252 с.
3. Методические указания о составе, содержании, порядке разработки, согласования, утверждения, уточнения схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов. ИВН 33-5.1.07-87. – М.: Минмелиоводхоз СССР, 1987. – 67 с.
4. Типовые правила эксплуатации водохранилищ емкостью 10 млн. м<sup>3</sup> и более. РД 33-3.2.08-87. – М.: Минмелиоводхоз СССР, 1987.

**Abstract.** *The article is devoted to one of the urgent problems of hydrology - the study of joint management regime and quality of surface water resources. The research was done on the example of a complex and extensive water management system consisting of a number of reservoirs, canals, pumping stations and other elements formed in the Moscow region.*

**Keywords:** *river flow, water quantity, water quality, water management system, payment security, the release of water.*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИСТРИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**В.Н. Маркин**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Истринское водохранилище входит в состав Москворецкой водохозяйственной системы, которая задействована в водоснабжении московского мегаполиса. Гидрохимический режим водохранилища описывается моделью основанной на уравнении баланса веществ. Расчеты по модели проведены без учета и с учетом водоохраных мероприятий при разных режимах пусков. Показано, что приемлемая эффективность водоохраных мероприятий 40%, которой соответствует «удовлетворительное» состояние водной экосистемы.*

**Ключевые слова:** *водохранилище, качество воды, моделирование.*

Истринское водохранилище входит в состав Москворецкой водохозяйственной системы, которая задействована в водоснабжении московского мегаполиса. Гидрохимический режим водохранилищ определяется объемами поступающих и выходящих потоков веществ, а также внутри водоёмными процессами, что отражается соответствующими статьями баланса веществ (1). Приходная часть включает объемы веществ, поступающие с потоками: речной воды ( $G_p$ ), стоками с водосборной площади водохранилища ( $G_{ст}$ ), возвратными водами ( $G_{вв}$ ). В расходную часть входят объемы веществ, сбрасываемые в виде пусков и холостых сбросов ( $G_{ф}$ ), изымаемые из водохранилищ при водопотреблении ( $G_{п}$ ). Внутри водоемные процессы включают самоочищение воды, которое приводит к снижению количества ингредиентов, содержащихся в воде ( $-$ ), и вторичное загрязнение, приводящее к увеличению загрязненности ( $+$ ) ( $\pm G_{ввп}$ ).

$$G_n + G_p + G_{ст} + G_{вв} - G_{ф} - G_{п} \pm G_{ввп} = G_k, \text{ кг} \quad (1)$$

где  $G_n$  - объем вещества в водохранилище на начало водо-

хозяйственного года (для водохранилищ сезонного регулирования можно принять  $G_n = C_n \times V_{mo}$ ;  $C_n$  – концентрация вещества в мертвом объеме  $V_{mo}$ ;  $G_k$  – объем вещества остающегося в водохранилище на конец водохозяйственного года (например:  $G_k = C_k \times V_{mo}$ ).

Объемы веществ, поступающие в водохранилище ( $G_{ст} + G_{вв}$ ) можно выразить в виде нагрузки. Последняя определяется удельной величиной ( $L$ , г/м<sup>2</sup>), равной поступающему объему веществ, деленному на площадь зеркала водохранилища  $F_{вод}$  при отметке нормального подпорного уровня  $F_{нпу}$ . Учитывая сказанное, нагрузка на водохранилище выражается соотношением:

$$G_{ст} + G_{вв} = L \times V_{нпу} / h_{ср}, \quad (2)$$

где  $h_{ср}$  – средняя глубина водохранилища;  $V_{нпу}$  – полный объем водохранилища.

Внутри водоёмные процессы учитываются коэффициентом седиментации ( $\sigma'$ ) [Vollenweider, 1968], который видоизменяется, чтобы минимальное значение его было равно единице:

$$G_{ст} + G_{вв} = L \times V_{нпу} / (h_{ср} \times \sigma) \quad (3)$$

где  $\sigma$  – коэффициент учитывающий процессы седиментации ( $\sigma \geq 1$  и численно равен  $\sigma = \sigma' + 1$ , где  $\sigma'$  – коэффициент седиментации в формуле Фолленвейдера, 1 – условный водообмен водохранилища (один раз в год).

Баланс веществ в водохранилище целесообразно делить на два периода: наполнения и сработки. Наполнение водохранилища сезонного регулирования осуществляется от наименьшей рабочей отметки (например, уровня мертвого объема УМО) до уровня наибольшей рабочей отметки (например, НПУ). Сработка идет в обратном порядке. В связи с этим можно записать уравнения баланса для каждого периода (5).

Период наполнения:

$$C_n \times V_{mo} + C'_{п} \times W'_{п} + L' V_{нпу} / (h_{ср} \times \sigma) - C'_{к} \times (W'_{ф} + W') = C'_{к} \times V_{нпу} \quad (5)$$

Период сработки

$$C''_{к} \times V_{нпу} + C''_{п} \times W''_{п} + L'' V_{нпу} / (h_{ср} \times \sigma) - C''_{к} \times (W''_{ф} + W'') = C_k \times V_{mo},$$

где ‘ – индекс обозначающий период наполнения водохранилища; ‘’ – индекс обозначающий период сработки водохранилища.

Данные формулы используются для расчета изменения концен-

трации общего фосфора в водохранилище в зависимости от: биогенной нагрузки, обеспеченности стока воды в реке, при разных режимах попусков. Учитывая, что концентрация общего фосфора (С) связана с индексом загрязнения воды (ИЗВ) [Шабанов, 2009], который используется как комплексный показатель качества воды, получаемые результаты переводятся в значения ИЗВ по корреляционной зависимости:

$$\text{ИЗВ} = 12 \times \text{С} + 0,1 \quad r^2 > 0,87$$

Проверка модели проведена на основе сопоставления расчетных и фактических данных полученных ООО «ВЕД» в 2007...2009 году. Необходимые для расчётов параметры приняты близкими для условий 2007...2010 годов: обеспеченность стока 80%, объем воды в водохранилище на начало года 100 млн. м<sup>3</sup>, фоновая концентрация фосфора в реке 0,05 мг/л, концентрация на начало года 0,1 мг/л, приведенное значение коэффициент седиментации 1,5 год<sup>-1</sup> (3).

Влияние расчетных параметров на результат представлено в виде отклонения годовой концентрации фосфора при изменении параметра на 10 %.

*Таблица 1*

**Изменение средней за год концентрации фосфора в водохранилище при изменении расчетного параметра на 10%**

Фактор	Влияние фактора, %
Начальный объем водохранилища	7
Фоновая концентрация	20
Биогенная нагрузка	7
Коэффициент седиментации	7
Концентрация на начало года	1

Результаты верификации показывают, что точность расчетов приемлема для практических расчетов и не превышает 20 %.

Модельные расчеты изменения качества воды в Истринском водохранилище сделаны для следующих условий, с учетом основных источников загрязнения (таблица 2):

- учет проведения водоохраных мероприятий, направленных на снижение загрязненности поверхностного стока;
- разные сценарии попусков.

**Вклад источников загрязнения Истринского водохранилища  
(по данным ООО «ВЕД»), %**

Источник	Загрязняющее вещество		
	Нефтепродукты	Общий фосфор	ХПК
Сосредоточенные	1	3	6
Распределенные	99	97	94
в т.ч. пашня	-	75	58
животноводство	1	9	6
территория застройки	94	11	24
свалки ТБО	1	-	1

Водоохранными мероприятиями, в данном случае, являться: устройство и поддержание в должном состоянии водоохранной зоны водных объектов; создание лесополос; уборка застроенной территории, организация мест свалок.

Предусмотрены режимы пропуска воды в нижний бьеф, для года 95% обеспеченности по стоку:

- экологический попуск, который составляет 90 % от естественного речного стока;
- равномерный по месяцам санитарный попуск в объеме 100, 90, 80 % от естественного стока (имитирует условия увеличения объемов безвозвратного водопотребления из водохранилища до 10, 20 %).

В остромаловодный год качество воды оценивается как «грязное» (ИЗВ=2,29). Соответствие классу «умеренно загрязненной» воды (фоновому уровню) составляет менее 3%, что оценивает состояние системы как «катастрофическое». При осуществлении санитарных попусков равномерно по месяцам в объеме 100% от естественного стока (что соответствует фактическим условиям) в среднем за год качество воды оценивается на «загрязненном» уровне (ИЗВ=1.81). При этом благодаря увеличению водообмена в межень период (зима, лето и осень) качество воды несколько улучшается (ИЗВ межень=1,59), а весной наоборот ухудшается до класса «грязной» воды ИЗВ весна=2,46. В годы разной водности заметно увеличение степени соответствия качества воды «умеренно загрязненному» классу до 60% весной и 30% для межени и года в целом.

Снижение объемов попусков ведет к увеличению загрязненности воды на 8 % на каждые 10 % снижения попусков. Однако данный вариант предпочтительнее, в сравнении с экологическими попусками (которые пропускаются пропорционально гидрографу естественного стока).

Проведение водоохраных мероприятий с эффективностью 20, 40, 60 % и 80% ведет к улучшению качества воды в водохранилище при любом из рассмотренных режимов попусков. При эффективности мероприятий 80% качество воды во все месяцы года соответствует классу не хуже «умеренно загрязненному». При этом степень соответствия классу «умеренно загрязненной» воды превышает 60% уже при эффективности водоохраных мероприятий 40%. Это соответствует «удовлетворительному» экологическому состоянию системы. Поэтому, поведение ВОМ с эффективностью 40 % можно считать приемлемым для улучшения экологического состояния водохранилища.

### Библиографический список

1. Авакян, А. Б. Водоохранилища: монография / А. Б. Авакян и др. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: монография / Н.Ф.Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
3. Шабанов, В.В. Эколого-водохозяйственная оценка водных объектов: монография / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин. – М: МГУП, 2009. – 154 с.
4. Экологическая и водохозяйственная фирма ООО «ВЕД» [электронный ресурс]. Режим доступа - <http://gidro-ved.ru/ru/articles> (по данным на 25.03.2013)
5. Vollenweider. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD Technical Report. DAS/CSI/68.27, OECD, Paris, 1968, – 159 p.

**Abstract.** *The Istrinsky reservoir is a part of the management system to supply Moscow by water. The hydrochemical model of the reservoir is defined by volumes arriving and leaving streams of pollution substances, and also processes which go inside the reservoir. These factors*

are reflected in hydrochemical model. The one is based on the balance of substances. The assessment of accuracy of the model and calculations without account and taking into account the water protection are carried out. It is shown that the acceptable efficiency of the water protection 40% is enough that corresponds "satisfactory" condition of a water ecosystem.

**Keywords:** reservoir, water quality, modeling.

УДК 502/504.064.2

## МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ВЗАИМОСВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ

*Н.В. Муращенкова, О.А. Федотова*  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Приведены результаты пространственно-временной изменчивости элементов водного баланса за исследуемый период по 4 частным водосборам и в целом по бассейну Верхней Волги. Проводится анализ структуры элементов водного баланса для крайне маловодных и многоводных периодов весеннего половодья и межени. Рассматриваются уравнения связи речного стока от климатических факторов (атмосферные осадки, суммарное испарение, температура воздуха, температура подстилающей поверхности).*

**Ключевые слова:** *бассейн Верхней Волги, элементы водного баланса, речной сток, осадки, суммарное испарение, бассейновые влагозапасы, структура водного баланса.*

Происходящие в настоящее время изменения климата уже привели в ряде крупных регионов к существенным изменениям водного режима рек. Учитывая большую вероятность продолжения потепления в течение нынешнего столетия, необходимо отметить, что проблема оценки современных и ожидаемых климатообусловленных изменений водных ресурсов и водного режима перешла из разряда общих теоретических в совершенно практические [2].

Чем детальнее будет изучена оценка пространственно-временной изменчивости элементов водного баланса (ЭВБ), а также степень их взаимосвязи, тем надежнее удастся выявить изменение гидрологического режима водных объектов в условиях возможного изменения климата и своевременно внести коррективы в управление водохозяйственными системами.

В настоящее время по имеющимся экспериментальным данным гидрометеорологических наблюдений наиболее достоверно из элементов водного баланса определяются атмосферные осадки и речной сток, что нельзя сказать о других элементах водного баланса – суммарном испарении и изменении бассейновых влагозапасов.

Для выявления пространственно-временной изменчивости речного стока, атмосферных осадков, суммарного испарения и изменения бассейновых влагозапасов, были получены временные ряды ЭВБ бассейна Верхней Волги за период 1914/15-2010/11 гг. Безусловно, наличие столь длительных временных рядов позволило осуществить оценку изменения основных характеристик ЭВБ бассейна Верхней Волги, как в пространстве, так и во времени.

Суммарное испарение с поверхности речного бассейна и изменение бассейновых влагозапасов частных водосборов бассейна Верхней Волги за исследуемый период получены по методике, разработанной проф. Г.Х. Исмайловым и В.М. Федоровым [1].

Для всех рассматриваемых временных рядов ЭВБ бассейна Верхней Волги определены выборочные оценки основных статистических параметров (среднегодовое значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии и автокорреляции).

Анализ тенденции изменения ЭВБ (на примере частного водосбора Ивановского водохранилища) показывает, что период снижения годового стока (1914-1975 гг.) соответствует периоду пониженной увлажненности территории бассейна (1914-1975 гг.). В этот период среднегодовая температура воздуха имеет тенденцию к снижению. Затем с конца 70-х годов увлажненность территории увеличивается, что приводит к увеличению годового стока.

Следующим этапом исследований является оценка структуры ЭВБ для частных водосборов бассейна Верхней Волги для крайне маловодных и многоводных периодов весеннего половодья

и межени в абсолютных и относительных (по отношению к сред-немноголетним атмосферным осадкам) показателях.

При анализе структуры можно отметить, что для крайне маловодных и многоводных лет, как период весеннего половодья, так и в период межени структура ЭВБ не претерпевает существенных изменений для частных водосборов Иваньковского, Рыбинского и Нижегородского водохранилищ. В то же время важно отметить, что для частного водосбора Угличского водохранилища в экстремальные по водности и увлажненности годы в период межени наблюдается уменьшение речного стока относительно остальных частных водосборов и увеличение суммарного испарения в результате чего происходит сработка бассейновых влагозапасов. Для крайне многоводных лет, так же для периода межени, можно проследить уменьшение речного стока и увеличение суммарного испарения относительно остальных частных водосборов в результате чего происходит накопление бассейновых влагозапасов.

Для оценки взаимосвязи ЭВБ бассейна Верхней Волги были получены уравнения взаимосвязи речного стока от определяющих его климатических факторов (атмосферные осадки  $P$ , температура воздуха  $T$ , температура подстилающей поверхности  $\bar{T}$  суммарное испарение  $E$ ). На примере частного водосбора Иваньковского водохранилища они имеют следующий вид:

$$R\Gamma_i = 0,41P\Gamma - 27,47\bar{T}\Gamma \quad (1)$$

$$R\Gamma_i = 0,26P\Gamma + 5,22T\Gamma \quad (2)$$

$$R\Gamma_i = 0,75P\Gamma - 0,66E\Gamma \quad (3)$$

$$R\Gamma_i = 0,59P\Gamma - 0,31E\Gamma - 17,57\bar{T}\Gamma \quad (4)$$

$$R\Gamma_i = 0,69(P\Gamma - E\Gamma) + 65,20 \quad (5)$$

Необходимо отметить, что наиболее тесная связь прослеживается в (4) уравнении  $r=0,88$ , а менее тесная связь обнаруживается во (2) уравнении –  $r=0,63$ .

Аналогичная картина взаимосвязи ЭВБ наблюдается и на остальных частных водосборах бассейна Верхней Волги.

Выявленные закономерности изменчивости ЭВБ, а также оценка степени их взаимосвязи для бассейна Верхней Волги делают возможным оценку стока в годы различной водности с использованием сезонных величин атмосферных осадков и испарения.

## Библиографический список

1. Исмайылов Г.Х., Федоров В.М. Межгодовая изменчивость и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна р. Волги // Водные ресурсы, 2008, Т.35, №3. – С. 259-276.
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Том II. Изменения климата. – М.: Росгидромет, 2008 – С. 61.

**Abstract.** *The results of the spatial and temporal variability of water balance elements for the study period by 4 private watershed and in the whole basin of the Upper Volga. We consider the coupling equations of river flow on climatic factors (precipitation, evapotranspiration, air temperature, surface temperature).*

**Keywords:** *the Upper Volga basin, the elements of water balance, river runoff, precipitation, evapotranspiration, basin moisture reserves, the structure of the elements of water balance equations.*

УДК 556.55

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ВЕРХНЕВОЛЖСКОЙ ВХС

*А.В. Перминов, М.А. Смирнова*  
*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *В работе рассматриваются вопросы оптимального распределения водных ресурсов между главными водопользователями каскада водохранилищ Верхней Волги. Сформулированы основные требования участников водохозяйственного комплекса к режимам водохранилищ. Для решения задач рационального использования водных ресурсов Верхневолжской водохозяйственной системы применяется имитационная модель с блочной структурой.*

**Ключевые слова:** *Водопользователь, каскад водохранилищ, имитационная модель.*

Управление гидрологическим режимом рек Волги и Камы осуществляется каскадом водохранилищ [1]. Отметки уровней и расходы воды в створах гидроузлов системы служат основными режимными характеристиками.

На данный момент управление водными режимами водохранилищ Волжско-Камского каскада проводится согласно «Основным правилам использования водных ресурсов», которые определяют режимы наполнения и сработки их емкостей. Правила составлены на основании материалов проектных проработок и с учетом опыта эксплуатации гидроузлов.

В «Основных правилах ...» приводится общая характеристика водохранилища и его гидротехнических сооружений, перечисляются основные водопользователи и их требования к водным ресурсам, регламентируется порядок использования водных ресурсов водохранилища с учетом интересов всех отраслей народного хозяйства. Режимы использования водных ресурсов назначаются по диспетчерским правилам или графикам. Диспетчерскими графиками регламентируется размер отдачи гидроузла в определенный интервал времени.

Система водохранилищ Верхней Волги носит многоцелевой характер: она используется для водоснабжения промышленности и коммунально-бытового хозяйства, для энергетики, орошения земель, водного транспорта и рыбного хозяйства, для осуществления обводнительных попусков и удовлетворения требований природных комплексов. Зачастую требования различных водопотребителей к режимам работы водохранилищ не совпадают, а иногда вступают в противоречие друг с другом.

Всех водопотребителей Верхневолжской ВХС можно условно разделить на русловые и нерусловые. К русловым потребителям отнесем гидроэнергетику, ирригацию, водный транспорт и рыбное хозяйство, а также требования природных комплексов; промышленное и коммунальное водоснабжение причислим к категории нерусловых участников ВХС.

Кратко рассмотрим характеристику русловых и нерусловых водопользователей Верхневолжского каскада водохранилищ и их требования.

**Водный транспорт.** Как правило, навигационный период на Иваньковском и Угличском водохранилищах длится с третьей декады апреля по вторую декаду ноября, на Рыбинском, Горьковском и Чебоксарском гидроузлах навигация начинается немного позднее – в первой декаде мая – и заканчивается также во второй декаде ноября.

Иваньковское водохранилище совместно с судоходным каналом им. Москвы, Угличское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское водохранилища являются частями Единой глубоководной системы, связывающей Белое, Балтийское, Каспийское, Азовское и Черное моря.

Главными требованиями судоходства как водопользователя являются, во-первых, поддержание во время навигации уровней в водохранилищах не ниже минимальных навигационных (МНУ), во-вторых, обеспечение объемов воды, необходимых для проведения шлюзования через гидроузлы каскада, и, в-третьих, поддержание требуемых уровней воды в местах зимнего отстоя судов в межнавигационный период.

При нормальной эксплуатации всех гидроузлов каскада с водохранилищами судоходные гарантированные глубины обеспечиваются подпорными сооружениями, причем «Основными правилами...» регламентируются следующие минимальные навигационные уровни водохранилищ: для Иваньковского – 121,7 м, Угличского – 111,0 м, Рыбинского – 99,5 м, Горьковского – 83,6 м и Чебоксарского – 63,0 м.

**Рыбное хозяйство.** Акватории Верхневолжских водохранилищ создают благоприятные условия для воспроизводства рыбных запасов, поскольку здесь имеется много заливов с богатой мягкой растительностью.

Ихтиофауна водохранилищ каскада представлена такими видами рыб как лещ, плотва, щука, судак, окунь, реже встречаются сом, карп, карась, синец и др.

Негативное влияние на воспроизводство рыбных запасов оказывает зимняя сработка водохранилищ, приводящая к заморам на мелководных участках водоемов.

Поэтому для создания благоприятных условий для рыбного хозяйства в период нереста рыб в водохранилищах необходимо по-

вышение или кратковременное поддержание высоких уровней воды.

Основные требования рыбного хозяйства к режимам работы водохранилищ Верхней Волги заключаются также в ограничении колебаний уровней воды в период половодья и равномерной зимней сработке до установленных отметок (УПС), поскольку дальнейшее понижение уровня воды может привести к гибели мальков от недостатка кислорода и придавливанию рыбы осевшими массами льда.

**Водоснабжение.** Ивановское водохранилище используется в основном для водоснабжения канала им. Москвы. К главным водопользователям водохранилища можно отнести также теплоэнергетику и Конаковскую ГРЭС, работающую по прямоточной системе водоснабжения.

По данным на 2005 г. полное водопотребление на Ивановском гидроузле составляет приблизительно 3,37 км<sup>3</sup>/год, тогда как безвозвратное водопотребление – 2,16 км<sup>3</sup>/год.

На территории Угличского водохранилища водозаборы крупных промышленных предприятий и теплоэлектростанций отсутствуют. Главным образом забор воды из водохранилища производится для коммунально-бытового водоснабжения близлежащих городов Дубны, Кимр, Углича и Белого городка.

Среднее водопотребление из Угличского водохранилища на 2005 год составило 0,16 км<sup>3</sup>/год. Безвозвратное водопотребление в тот же период составило 0,07 км<sup>3</sup>/год. Объем забираемой воды на нужды водоснабжения внутри года распределяется практически равномерно.

Объем забора воды из Рыбинского водохранилища осуществляется для удовлетворения нужд таких водопотребителей как Череповецкий промышленный узел и МУП «Водоканал» г. Рыбинска, предприятия и население городов Брейтово, Мышкин, Борок, Пошехонье, Весьегонск [2].

На 2005 год из водохранилища забиралось около 0,58 км<sup>3</sup>/год воды, из них безвозвратное водопотребление составило 0,08 км<sup>3</sup>/год. Внутри года расход на забор воды из Рыбинского водохранилища изменяется не значительно.

На Горьковском водохранилище основные водопотребители расположены в городах Рыбинске, Ярославле и Костроме, это предприятия энергетики, нефтеперерабатывающей промышленности,

городские предприятия водоснабжения (водоканалы Рыбинска, Тутаева, Ярославля, Костромы) [2].

В течение 2005 года забор воды на нужды водоснабжения в Горьковском водохранилище составил 1,98 км<sup>3</sup>, причем объем безвозвратного водопотребления не превышал 0,09 км<sup>3</sup>. Внутри года потребление воды из водохранилища распределено по сезонам – минимум весной и летом, максимум – осень-зима, что связано с разгрузкой теплоэлектростанций, которые являются крупнейшими водопотребителями гидроузла.

Полное водопотребление на Чебоксарском гидроузле по данным на 2005 год составило 6,15 км<sup>3</sup>/год, безвозвратное – 0,06 км<sup>3</sup>/год.

Общим требованием всех водопользователей к режимам водохранилищ Верхней Волги является поддержание таких отметок воды, которые обеспечивали бы нормальное функционирование водозаборов.

При функционировании Верхневолжского каскада водохранилищ возникают противоречия между требованиями водопользователей Верхней Волги и Нижней Волги, что вызывает трудности при управлении системой. В то время как интересы основных участников Верхневолжской ВХС (гидроэнергетика, водоснабжение, сельское хозяйство, судоходство) заключаются в аккумуляции воды в водохранилищах во время весеннего половодья и в последующем расходовании этой воды в период межени, водопользователи низовьев Волги, главным образом сельское и рыбное хозяйство, предъявляют требования к сохранению водного режима, близкого к естественному.

В последние годы эти противоречия приобрели более ощутимый характер, что связано с неподготовленностью сельского и рыбного хозяйства Нижней Волги к новым режимам реки. Осуществление высоких весенних попусков для естественного затопления Волго-Ахтубинской поймы с целью удовлетворения интересов сельского и рыбного хозяйства связано с большими трудностями и ограничением потребления воды участниками Верхневолжской ВХС.

Поэтому возникает необходимость проведения мероприятий по оптимизации специального весеннего пуща для своевременного обводнения нерестилищ низовьев Волги, в частности, в сроки, благоприятные для размножения рыб, требуется подача воды в дельту Волги из Волгоградского водохранилища.

Таким образом, на сегодняшний день весьма актуально совершенствование методов управления Верхневолжского каскада водохранилищ с учетом требований всех водопользователей, включая Нижнюю Волгу.

Для решения задач оптимального распределения водных ресурсов между участниками ВХК в работе рассматривается имитационная модель функционирования ВХС с применением блочной структуры.

### **Библиографический список**

1. Воропаев Г.В. Проблемы управления водными ресурсами Арало-Каспийского региона / Г.В. Воропаев, Г.Х. Исмайлов, В.М. Федоров. – М.: Наука, 2003. – 427 с.
2. Пояснительная записка к проекту «Правил использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ». – ФГУП «Центр Регистра и Кадастра». – М., 2011.

***Abstract.** There are considered questions of the optimal allocation of water resources between the major water users in the Upper Volga reservoirs cascade. The basic requirements of water sector participants to the regime of the reservoir. To solve the problems of water management Verkhnevolzhskaya water system simulation model is applied to the block structure.*

***Keywords:** A water user, a cascade of reservoirs, simulation model*

## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ОРГАНАМИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**С.С. Соловьёв, В.Я. Коцеля**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена одной из важнейших проблем чистой питьевой воде. Комплексное и экономное использование, а также повсеместная охрана водных ресурсов – залог успешного развития и процветания нашей страны. Приводятся основные требования к питьевой воде, предъявляемые государственными органами Российской Федерации и различные способы очистки воды.*

***Ключевые слова:** продовольственная безопасность, вода, комплексное использование водных ресурсов их охрана, физические свойства питьевой воды, способы очистки воды на очистных сооружениях и в быту.*

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) – 85% всех заболеваний в мире передаётся посредством воды. Ежегодно 25 миллионов человек умирает от этих заболеваний [1].

В Санитарных правилах и нормах Российской Федерации (СанПиН 2.1.4.559-96) «Питьевая вода» [2] определены показатели по наличию в воде вирусов, жестче стали требования к присутствию пестицидов, а по хлорсодержащим веществам нормы увеличены более, чем в три раза. Это объясняется вынужденным выбором для очистки воды одного из двух: либо обеззараживать воду обильным хлорированием и нарушать норму по хлору или смириться с наличием в воде бактерий. При хлорировании природных вод образуются хлорсодержащие токсичные, мутагенные и канцерогенные веществ – тригалометаны.

К сожалению, в Санитарных нормах Российской Федерации допускается содержание свинца и алюминия соответственно в 3 и 10 раз больше, чем это предусмотрено в стандартах ВОЗ. При этом

необходимо помнить, что свинец и алюминий относятся к классу высоко опасных веществ. Например, свинец откладывается в костях, приводит к изменениям в центральной нервной системе (полиневриты, церебральный артериосклероз), заболеваниям крови (снижение гемоглобина, уменьшение количества эритроцитов), наблюдаются негативные изменения в желудочно-кишечном тракте, - развивается спастический хронический колит), нарушается обмен веществ, чрезмерно «угнетаются» многие ферменты и гормоны. Не следует забывать, что даже небольшое количество свинца в организме человека вызывает поражение почек.

«Крылатый металл» алюминий парализует нервную и иммунную системы, особенно агрессивно воздействует на детский организм, способствует развитию болезни Альцгеймера.

Другие химические элементы, воздействующие на организм человека тоже вносят «свой посильный вклад» в виде различных поражений, например, повышение концентрации меди в питьевой воде вызывают поражение слизистых оболочек почек и печени; никеля – происходит поражение кожи; цинка – приводит к поражению почек; мышьяка – расстройству и поражению центральной нервной системы.

Таким образом, длительное использование питьевой воды с нарушением гигиенических требований по химическому составу обуславливает развитие различных заболеваний у населения. Неблагоприятное биологическое воздействие избыточного поступления в организм человека ряда химических веществ, проявляется в повышении заболеваемости, в изменении отдельных показателей здоровья, свидетельствующих о начальных патологических или предпатологических изменениях (сдвигах) в организме.

Вода, используемая населением для хозяйственно-бытовых целей должна соответствовать следующим гигиеническим требованиям:

- должна обладать хорошими органолептическими свойствами и освежающим действием, должна быть прозрачной, бесцветной, без неприятного привкуса или запаха;
- не должна содержать избытка солей и токсических веществ, способных оказать вредное воздействие на организм человека;
- не должна содержать патогенных возбудителей, или личинок гельминтов.

Приведённые требования нашли отражение в действующем в нашей стране стандарте на качество питьевой воды, подаваемой населению водопроводами (ГОСТ 2874 – 82) [3]. Соответствие качества питьевой воды нормативам, установленным стандартом, определяют путём санитарного химико-бактериологического анализа воды. Водопроводная вода должна удовлетворять следующим требованиям. Физические свойства воды [4]:

- прозрачность воды зависит от наличия в ней взвешенных частиц. Питьевая вода должна быть такой, чтобы через слой ей в 30 см можно было прочесть печатный шрифт определённого размера, например, кегль 10;

- цветность питьевой воды, получаемой из поверхностных и неглубоких подземных источников, как правило, вызвана наличием, вымываемых из почвы гуминовых веществ. Окраска питьевой воды может также обуславливаться размножением водорослей в водоёме (цветение), из которого осуществляют забор воды, а также загрязнением его сточными водами. При лабораторных исследованиях сравнивают интенсивность цветности питьевой воды с условной шкалой стандартных растворов и результат выражают в градусах цветности. Например, в водопроводной воде цветность не должна превышать 200;

- вкус и запах питьевой воды обусловлены наличием в воде органических веществ растительного происхождения, сообщающих воде землистый, травянистый, болотистый запах и привкус. Причиной запаха и привкуса питьевой воды может быть загрязнение и промышленными сточными водами. Привкус и запахи некоторых подземных вод объясняются наличием большого количества растворённых в них минеральных солей и газов, например, хлоридов и сероводорода. При обработке воды на водопроводных станциях интенсивность запаха уменьшается, но незначительно.

В процессе исследования питьевой воды определяют характер запаха (ароматический, аптечный и др.) или привкуса (горький, солёный и т.п.), а также интенсивность в баллах: 0 – отсутствие, 1 балл – очень слабый, 2 – слабый, 3 – заметный, 4 – отчётливый, 5 баллов – очень сильный. Допустима интенсивность запаха или привкуса не выше 2 баллов. При обнаружении несвойственных природной воде цвета, вкуса и запаха необходимо выяснить их происхождение.

Питьевая вода поступает в жилище человека пройдя сложный путь очистки и обеззараживания. Например, на начальной стадии очистки задерживается всевозможный крупный муссов, затем из воды удаляются мельчайшие частички мусора и пена. Чтобы вода стала прозрачной, в неё добавляются вещества, которые превращают мельчайшие частички загрязнений в хлопья, после чего вода проходит через специальные фильтры, а хлопья и часть бактерий, задерживаются.

Далее происходит хлорирование (либо в настоящее время озонируют) воды, которое убивает оставшиеся микроорганизмы и некоторые вирусы, вызывающие такие заболевания, как гепатит и различные кишечные инфекции. Затем очищенная и обеззараженная вода, чтобы появиться в наших кранах должна проделать огромный путь, пройдя многие километры по водопроводным трубам. Чаще всего водопроводные трубы старые, покрытые плесенью, ржавые, изношенные, часто на них происходят прорывы. И вода, протекая по этим трубам, захватывает частички песка и ржавчины, всевозможные примеси и бактерии, находящиеся в трубах.

Во многих городах нашей страны, особенно весной, в период таяния снега, из кранов течёт мутная жидкость желтоватого цвета с неприятным запахом, и многие наблюдали осадок на ванне в виде ржавчины и песка.

В настоящее время известно довольно много способов очистки воды в домашних условиях. Приведём лишь некоторые способы очистки воды:

1. отстаивание воды. Для того, чтобы хлор не задерживался в организме, хлорированную воду отстаивают. Таким образом, человек избавляется и от осадка примесей тяжёлых металлов и других летучих примесей;
2. способ нейтрализации при помощи отстаивания и кипячения воды;
3. очистка воды минералами с помощью: кремния, шунгита и горного кварца;
4. вымораживания;
5. очистка воды с помощью различных бытовых фильтров.

Таким образом, вода необходима для нормального обмена веществ в организме человека. Физиологическая потребность его в воде составляет около 3 литров в сутки. Кроме того, значительное количество воды необходимо человеку для удовлетворения хозяйственно-бытовых и производственных нужд. Поэтому вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредна по своему химическому составу.

Без всякого преувеличения можно сказать, что высококачественная вода, соответствующая санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим требованиям, является бесценным ресурсом человечества, одним из неперенных условий сохранения здоровья современного человека и безопасности его жизнедеятельности [5; 6].

### **Библиографический список**

1. Николайкин Н.И. Экология. Учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2003.
2. СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества.
4. Русанова Н.А. Подготовка питьевой воды с учётом микробиологических и паразитологических показателей // Водоснабжение и санитарная техника, 2008. – № 3.
5. Пряхин В.Н., Соловьёв С.С. Безопасность жизнедеятельности в природообустройстве: Курс лекций и комплект тестовых заданий для студентов вузов: Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: Изд-во «Лань», 2009.
6. Пряхин В.Н., Соловьёв С.С., Прожерина Ю.А. Физиология человека и безопасность жизнедеятельности/ Учебное пособие для студентов вузов. 2-е изд., доп. и испр. – М.: Изд-во МГУП, 2013.

**Abstract.** *Article is devoted one of the major problems to pure potable water. Complex and economical use, and also universal protection of water resources - a guarantee of successful development and prosperity of our country. The basic requirements to potable water shown by the state bodies of the Russian Federation and various ways of water treating are led.*

**Keywords:** food safety, water, complex use of water resources their protection, physical properties of potable water, ways of water treating on clearing constructions and in a life.

УДК 631.6; 626/627; 631.3

## ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАНАЛА С ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

*В.А. Фартуков, А.П. Гурьев, Н.В. Ханов, М.В. Земляникова  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** В статье приведены результаты гидродинамического воздействия водного потока на устойчивость защитного покрытия канала искусственным материалом. Представлены амплитудные и частотные характеристики гидродинамического процесса движения воды в канале, оборудованном защитным покрытием из искусственных материалов. Приведены осредненные величины снижения гидродинамического давления защитным покрытием на откос и дно канала.

**Ключевые слова:** Защитное покрытие канала, гидродинамическое давление, амплитудно-частотные характеристики.

Основной целью гидродинамических исследований канала, оборудованного защитным покрывным материалом, является оценка влияния пульсаций гидравлического давления на устойчивость этого защитного покрытия канала.

В задачи исследований входило:

- экспресс определение максимальных величин пульсаций давлений на откосе и дне канала при трех значениях расхода течения воды  $Q=82 \text{ м}^3/\text{с}$ ;  $Q=174 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $Q=206 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- определение величин пульсаций давлений под защитным покрытием канала;
- определение разности гидродинамических давлений между значениями, полученными на поверхности защитного покрытия и под

защитным покрытием канала. Разность величин гидродинамических давлений определяется в одном створе на дне и откосе канала.

Для реализации поставленной цели исследований проводилась оценка возможных значений самых низких частот пульсаций потока и их зависимость от скоростей водного потока ( $V_{\min}$  и  $V_{\max}$ ), а также от длины участка, на котором действуют исследуемые пульсации. Исходя из условий исследуемой физической модели определен возможный диапазон частот пульсаций давления, который находится в пределах от 1,0 до 200 Гц. Предварительная оценка величины статических нагрузок на модели находится в пределах от 10 до 200 мм, при этом размах возможных пульсаций давлений в долях от величины среднего статического давления может достигать 0,03-0,60. Необходимо заметить, что линейные размеры модели (длина, ширина и пр.), в силу масштабности по отношению к натурной величине сооружения накладывают свои требования на оценку параметров водного потока. То есть линейные размеры применяемых датчиков должны соответствовать критерию сбора информации (точечные или площадные). Однако при решении поставленных задач учет масштабности явлений нами не производился.

Исходя из этих требований, определился наиболее предпочтительный метод преобразования параметров потока в сигнал для последующего его анализа. Рассматривались тензометрический и индуктивный методы преобразования, а также сами датчики.

При проведении гидродинамических исследований потребовалась оценка параметров преобразователей: точность, стабильность выходных характеристик, надежность, долговечность, низкая цена. Так как в основном требуется высокая стабильность выходных характеристик при невысоких температурах, то интегральные индукционные преобразователи давления являются в этом случае оптимальным решением, при невысокой цене.

Исходя из этого анализа и сопоставления характеристик различных датчиков измерения параметров водного потока, мы остановились на индукционном способе преобразования давления и соответственно индукционном датчике.

Используя схемотехническое моделирование, проведенное с помощью программы Micro Cap-8, была составлена макромодель ис-

следуемого канала, представленного своим диапазоном возможных амплитудных и частотных характеристик. Составленная макро модель позволила (на предварительной стадии проведения замеров параметров водного потока) провести анализ сложных процессов изменений нагрузок на дно и откос канала с достаточно высокой степенью точности.

Исходя из проведенного предварительного анализа исследуемого сооружения, измеренные параметры водного потока имеют незначительные величины изменений (изменения выходного напряжения определяются милливольтами и микровольтами), а возможные частоты изменений давлений лежат в широком диапазоне. Поэтому возникла необходимость в усилении сигнала, поступающего с датчика, а также в фильтрации присутствующих различных частотных наводок.

Проведенные гидродинамические экспериментальные исследования режима течения воды в канале имеющий специальное покрытие, позволили получить общую характеристику нагрузок на дно и откос канала.

Место установки датчика давления №1 на защитном покрытии, датчика давления №2 под защитным покрытием. Анализ результатов исследований показал, что величины гидродинамических давлений увеличиваются по мере роста расхода воды в канале, причем это увеличение имеет место, как на поверхности покрытия, так и под ним. Эта тенденция характерна как для гидродинамических значений на откосе канала, так и на дне его.

Частотный диапазон основных энергонесущих нагрузок не однороден, так, например, для участка где расположены датчик №1 происходит рост энергонесущих частот с  $F=400$  Гц до  $F=500$  Гц (при  $Q=82$  м<sup>3</sup>/с –  $F=400$  Гц, при  $Q=174$  м<sup>3</sup>/с –  $F=500$  Гц), а при максимальном расходе  $Q=206$  м<sup>3</sup>/с имеется наличие двух максимальных значений 400 Гц и 570 Гц.

Примерно такой же характер изменения гидродинамического давления и частотного спектра наблюдается и для значений, полученных датчиком №2, установленного под покрытием в том же створе что и датчик №1. Однако значения частот здесь еще более не однородны, и изменяются от  $F=360/670$  Гц при  $Q=206$  м<sup>3</sup>/с до  $F=120/800$  Гц при  $Q=82$  м<sup>3</sup>/с. По всей видимости наблюдается эффект спектральной утечки и наложение спектров, т.е. недостаточна длина реализации записи процесса и поэтому необходимо проведение более

длительных по времени записей, которые необходимо определить.

Так как для определения величины спектра мощности используются линейные амплитуды пульсаций, компоненты с меньшей или большей амплитудой действующие в области иных частот оказываются незаметны для преобладающих. Оценка сигнала с помощью спектра мощности позволит получить оптимальное представление для сигналов, имеющих изолированные пики величины наивысшей точки спектра, и могут показать наличие «разгрузочного» гидродинамического давления под защитным покрытием канала, которое может привести к отрыву его от основания канала.

Однако наивысшая точка спектра может оказаться на 3,92 дБ ниже, если частота исходного сигнала находится посередине между двумя дискретными частотами, что может снизить максимальные «разгрузочные» гидродинамические значения.

Для получения более полной картины характера течения водного потока, необходимо расширение диапазона исследований для других режимов (расходов, уровней) работы канала с одновременным увеличением объема измерений.

В таблице представлены результаты разности гидродинамических давлений на поверхности защитного покрытия и под ним. Из таблицы следует, что осредненная величина снижения гидродинамического давления, для данного покрытия, находится в пределах 8-14%.

*Таблица*

### **Сравнения гидродинамического давления на поверхности покрытия канала и под покрытием**

	Датчик 1	Датчик 2		
Расход м/с	Данные	Данные	Разница	% снижения
206	56,3	49,67	6,63	11,78
174	54,12	47,35	6,77	12,51
82	41,04	37,46	3,58	8,72
	Датчик 3	Датчик 4		
Расход м/с	Данные	Данные	Разница	% снижения
206	56,93	66,3	9,37	14,13
174	55,63	64,12	8,49	13,24
82	45,93	51,04	5,11	10,01

Таким образом, на основе проведенного анализа полученных результатов гидродинамических исследований работы канала с защитным покрытием можно сделать выводы:

1. Относительная величина снижения гидродинамического давления под защитным покрытием находится в пределах 8%-14%.
2. Частотный диапазон существования осредненных амплитуд гидродинамического давления неоднороден и изменяется от 120 Гц до 800 Гц.
3. В спектрах энергонесущих частот наблюдаются два максимума, что характеризует утечку и наложение спектров, а также наличие отрицательных разностей гидродинамического давления как над защитным покрытием канала, так и под ним.
4. Необходимо произвести более длительные по времени записи протекающего процесса для определения вторых максимумов амплитуд гидродинамических давлений и их частоту воздействия на сооружение.

### Библиографический список

1. Вентцель А.Д. Курс теории случайных процессов. – М.: Наука, 1975
2. Дьяков В.П. Mathcad 11/12/13 в математике. Справочник. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. –958 с.
3. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Связь, 1979. – 416 с.
4. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982. – 428 с.

**Abstract.** *The results of the hydrodynamic effects of water flow on the stability of the protective coating of the channel artificial materials. Presents the amplitude and frequency characteristics of the hydrodynamic process water motion in the duct-equipped sheeting made of artificial materials. Shows average values reduce hydrodynamic pressure protective coating on the bottom of the slope and the channel.*

**Keywords:** *sheeting channel hydrodynamic pressure, amplitude frequency characteristics.*

## УТОЧНЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА РЕЧНОГО БАССЕЙНА

**С.А. Фёдоров**

*РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

**Аннотация.** *Предлагается согласовывать компоненты водного баланса, рассчитанного с помощью карты изолиний, принимая во внимание точность их определения.*

**Ключевые слова:** *водный баланс, изолинии, точность, интерполяция.*

Гидрологические расчёты являются необходимым звеном разработки схем комплексного использования водных ресурсов (КИВР). Цель работы – адаптировать существующий порядок определения расчётных характеристик местности к нуждам составления водного баланса территории, занятой объектами водохозяйственного комплекса (ВХК).

Водный баланс – это соотношение прихода, расхода и аккумуляции воды на участке территории за какой-либо промежуток времени:

$$W_{\text{ст}} = O_{\text{с}} - E_{\text{с}} + W_{\text{подз}}, \text{ мм/год} \quad (1)$$

где  $W_{\text{ст}}$  – поверхностный сток;  $O_{\text{с}}$  – атмосферные осадки;

$- E_{\text{с}} \leq E_0$  – суммарное испарение и испаряемость ( $E_0$ );

$\pm W_{\text{подз}}$  – водообмен подземного и поверхностного стока.

Уравнение баланса позволяет косвенным путём найти скрытый водообмен, выражающий меру несовпадения площадей поверхностного и подземного питания реки.

Действующее руководство [1] предлагает в случае отсутствия данных гидрометрических наблюдений определять составляющие баланса по картам изолиний, опубликованным в официальных документах (СНиП 2.01.14-83). По картам определяют сток средних рек, расположенных в одной физико-географической зоне (площадь водосбора до 50 000 кв. км, а при отсутствии резких изменений в рельефе и в климатических условиях – и для больших площадей).

Средний многолетний сток находят интерполяцией, либо разбивая бассейн на отдельные участки, либо для географического ( $\varphi, \lambda$ ) «центра тяжести» ( $\varphi$  – широта,  $\lambda$  – долгота) водосборной территории. Подземный водообмен рассчитывается по невязке (остатку) баланса:

$$W_{\text{подз}} = W_{\text{ст}} - (O_{\text{с}} - E_{\text{с}}), \text{ мм/год} \quad (2)$$

Невязки баланса при этом часто получаются не закономерными на смежных участках карты по знаку водообмена; иногда не выполняются условия правильного соотношения суммарного испарения и испаряемости.

Карта изолиний,  $X=X(\varphi, \lambda)$ , представляет собой закон пространственного распределения фактора ( $X$ ). А вероятность ( $P_i$ ), попадания его значений в интервал между смежными изолиниями ( $X_i; X_{i+1}$ ), численно равна доле площади ( $\Delta\omega_i/\omega$ ) между изолиниями в общей ( $\omega$ ) площади карты:

$$P_i = \Delta\omega_i/\omega \quad (3)$$

Рисунок карты зависит от шага (заложения изолиний) группировки опытных данных. Если шаг мал, рисунок будет неустойчив, и доли площадей слишком зависимы от хаотичной составляющей измерений. Если же шаг велик, то рисунок упрощается вследствие чрезмерного огрубления. Карта не теряет важных подробностей и стабилизируется, если шаг заложения изолиний лежит в интервале:

$$0,5\sigma_x < \Delta X < 1,2\sigma_x \quad (4)$$

Оптимальный шаг заложения изолиний и интервал группировки ряда из “ $n$ ” наблюдений равен среднеквадратичному отклонению ( $\sigma_x$ ) эмпирических данных [2] от математического ожидания ( $\bar{X}$ ), одновременно являясь стандартной погрешностью определения расчётной составляющей баланса:

$$\Delta X^{opt} \approx \sigma_x = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

Лимиты распределения (минимальное и максимальное значения) могут быть оценены по правилу «трёх сигм». Вероятность того, что случайная величина, распределенная по нормальному закону, отклонится от математического ожидания больше, чем на утроенное среднее квадратичное отклонение, практически равна нулю (0,27%≈0). Тогда расчётные лимиты распределения:

$$X_{\text{min}} = \bar{X} - 3\sigma_x; X_{\text{max}} = \bar{X} + 3\sigma_x \quad (6)$$

Число изолиний на карте, с учётом интервала (4), увеличивают на единицу:

$$N = 1 + (X_{\max} - X_{\min}) / \Delta X = 1 + 6\sigma X / (0,5\sigma X \dots 1,2 \sigma X) = 6 \dots 13 \approx 1 + 6\sigma X / \sigma X = 7 \quad (7)$$

т.к. одна центральная изолиния пройдёт по среднему значению  $X = \bar{X}$ .

Вероятность выхода лимитов распределения за эти границы для всякого закона, согласно неравенству Чебышёва [3], не выше:

$$P(|X - \bar{X}| \geq 3\sigma_x) \times 100\% \leq 100\% / 3^2 = 11,1\% \quad (8)$$

Если же распределение имеет единственный экстремум, то лимиты ещё надёжнее ( $95,06\% = 100\% - 4,94\% \sim 19/20$ ) уместаются в названный интервал [4]:

$$P(|X - \bar{X}| \geq 3\sigma_x) \times 100\% \leq 4 \times 100\% / (9 \times 3^2) = 4,938\% \quad (9)$$

Недостатки принятого метода расчёта гидро-метеорологических характеристик местности уменьшаются, если работать не с фиксированными интерполированными значениями составляющих ( $X_i$ ), а с их допустимыми,  $X_i \pm (\Delta X_i \approx \sigma_x)$ , диапазонами изменения в географическом «центре тяжести» бассейна. Тогда, если учесть стандартную погрешность построения карты изолиний, расчётный модуль подземного водообмена (2) заметно снижается.

Модернизация расчёта приводит к следующему алгоритму вычислений:

- на карте изолиний находим точку с заданными координатами ( $\varphi, \lambda$ );
- интерполяцией по изолиниям определяем искомые составляющие ( $X_i$ );
- по шагу заложения изолиний ( $\Delta X_i$ ) выше и ниже найденного при интерполяции значения ( $X_i$ ), назначаем диапазон ( $X_i \pm \Delta X_i$ ) возможного изменения составляющей баланса. Эти границы принимаем за ограничения;
- минимизируем ( $\max |dW_i|$ )  $\rightarrow \min$  - модуль максимального отклонения ( $dW_i = \hat{W}_i - W_i$ ) в ряду всех расчётных ( $\hat{W}_i$ ) и интерполированных ( $W_i$ ) значений составляющих баланса.

В итоге получаем уточнённые (расчётные) значения ( $\hat{W}_i$ ) слагаемых баланса с закономерно меняющимся по территории подзем-

ным водообменом, а также с правильным соотношением суммарного испарения и испаряемости.

Таким образом, водный баланс бассейна, рассчитанный интерполяцией по изолиниям его составляющих на географический центр водосбора, увязывается не всегда. Баланс предлагается согласовывать с учётом точности определения слагаемых по картам изолиний – тогда будут выполнены все ограничения.

### **Библиографический список**

1. Мелиорация и водное хозяйство. Т.5. Водное хозяйство: Справочник / Под редакцией И.И.Бородавченко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 399 с.
2. Фёдоров С.А. Опыт выбора оптимального шага группировки данных почвенно- гидрологических рядов наблюдений. Материалы международной научно-практической конференции «Роль природообустройства в обеспечении устойчивого функционирования в развитии экосистем» / Сб. научн. трудов МГУП, часть II. – М.: МГУП, 2006. – С.187-193.
3. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. // Киев, «Техніка», 1977. – 768 с.
4. Высочанский Д. Ф., Петунин Ю. И. Обоснование правила 3-sigma для одномодальных распределений. // Теория вероятностей и мат. статистика, 1979, вып. 21, С. 23-35.

**Abstract.** *It is proposed to agree the components of the water balance, calculated using maps isolines, taking into account the accuracy of its determination.*

**Keywords:** *water balance, accuracy, interpolation, isoline.*

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЁМНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ГЕОРЕШЁТОК В ОБЛАСТИ ПРИРОДООХРАННОГО ОБУСТРОЙСТВА ОТКОСОВ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Н.В. Ханов, А.П. Гурьев, Е.В. Баранов  
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

***Аннотация.** Статья посвящена оценке необходимости использования противоэрозионных средств, в частности объёмных полимерных георешёток, применяемых для откосов водных объектов различного назначения. В статье приводятся примеры использования данного материала в настоящее время, представлены рассуждения и результаты собственных исследований авторов, определены этапы дальнейших гидравлических испытаний.*

***Ключевые слова:** водная эрозия, противоэрозионное покрытие, каменная наброска, объёмная георешётка, заполнитель, подтопляемые и неподтопляемые откосы, ливнеотводящие откосы, водный поток, размыв, предельно допустимая скорость, устойчивость.*

Интенсивное использование водных и земельных ресурсов, строительство различных гидротехнических сооружений, в том числе водных объектов сельскохозяйственного назначения влекут за собой риски возникновения негативных последствий, в частности, появление водной эрозии. Термин «эрозия» произошёл от латинского слова erosion (разъедание). Под водной эрозией понимают процесс разрушения горных пород и почв водным потоком. Охрана и обустройство надлежащей защитой от разрушительного воздействия воды занимают особую роль в безопасной эксплуатации естественных и техногенных объектов и ландшафтов.

Естественно, что вопросы борьбы с эрозией почв не могут быть решены без глубоких научных исследований эрозионных процессов. Данная проблема во все времена привлекала внимание учёных и ин-

женеров. Известными исследователями в этой области являлись М.А. Великанов, В.Н. Гончаров, И.И. Леви, Г.И. Шамов, В.С. Кнороз, С.В. Избаш, Ц.Е. Мирцхулава и т.д. Разработано значительное количество противоэрозионных мероприятий, предназначенных для укрепления и защиты объектов, подверженных влиянию водной среды. Наиболее распространены естественные мероприятия, такие как посадка растений с развитой корневой системой и искусственные в виде каменных и бетонных креплений. В последние годы разрабатываются новые материалы, которые обладают улучшенными защитными качествами.

Объёмная геосинтетическая решетка, или георешётка – это пространственная ячеистая конструкция, изготавливаемая из полимерных лент, соединённых между собой линейными швами, расположенными в шахматном порядке. Размеры ячеек георешёток и высота конструкции различаются в широком диапазоне в зависимости от поставленных перед ней задач. За счёт совместной работы георешетки с зернистым материалом (щебень, гравий, галечник) достигается усиление, приводящее к блокировке (ограничению перемещений) отдельных зерен этого материала в ячейках георешетки. Образованный композитный слой «Грунт+Георешетка», обладает улучшенными свойствами. Благодаря своей универсальности данный тип крепления применяется во многих сферах строительства и для обустройства территорий. Он предохраняет склоны каналов, прудов, водохранилищ, отстойников, канав, коллекторов и водных объектов, также обеспечивает прочность и стойкость откосов дамб, плотин, дорог и других сооружений, защищая их от воздействия водной эрозии.

На данный момент уже имеется ряд действующих нормативов, содержащих в себе рекомендации по проектированию откосов с применением объёмных полимерных георешёток [1, 2].

Защищаемые георешёткой откосы разделяют на два типа: подтопленные и неподтопленные.

Подтопляемыми откосами в первую очередь можно назвать любые откосы, подверженные интенсивному волновому воздействию и влиянию продольных и поперечных водных течений. В нормативных документах имеются рекомендации по подбору материала заполнителя, размеров георешётки, а также особенности устройства георешёток на откосах данного типа. В качестве примеров можно

привести укрепление верховых откосов сравнительно крупных плотин Князегубской ГЭС на реке Ковда (реконструкция 2010 г.), Новоалександровского водохранилища в Белгородской области (2011 г.), дамбы левобережья г. Астаны в Казахстане (2009 г.) и других, которые превосходно показали себя в работе.

При обобщении результатов ряда гидравлических исследований подтопляемых откосов было определено, что предельно допустимая скорость течения воды при заполнении георешеток материалом укрепления, повышается на 30% по отношению к допустимой скорости течения при использовании в качестве укрепления только материала заполнителя [1]. Отметим также, что при применении объёмных георешёток наблюдается значительное повышение общей устойчивости откосов. Учитывая данные преимущества, можно значительно увеличить заложение проектируемых подтопляемых откосов, по некоторым данным это увеличение достигает 80% [2].

Вторую группу откосов иначе называют ливнеотводящими. т.к. они подвержены по большей части действию ливневых водных потоков, а также вод в период таяния снегов. Особую роль таким откосам следует уделять при строительстве в дождливых районах, характеризующихся продолжительными периодами выпадения атмосферных осадков, а также в горных районах, для которых характерны значительные удельные расходы поверхностных паводковых вод в период таяния снегов и льда.

Укрепление ливнеотводящих откосов объёмными полимерными георешётками в большей степени представлено в сфере строительства автомобильных и железных дорог. Примером могут послужить укреплённые откосы МКАД и других крупных автомобильных дорог г. Москвы.

К ливнеотводящим откосам можно с уверенностью отнести и низовые откосы подпорных гидротехнических сооружений, а также быстротоки со значительным уклоном (водоскаты), которые имеют схожие принципы работы. Рассматривая совместно два этих варианта, можно выделить как частный случай низовые откосы переливных плотин, часто встречающихся в гидротехническом строительстве.

Гидравлические исследования ливнеотводящих откосов с укреплением георешёткой в июле-августе 2012 года проводились в

Московском государственном университете природообустройства, где главными исполнителями были авторы настоящей статьи. Испытания выполнялись в двух схожих между собой по параметрам (общие габариты, подаваемые расходы, температурные режимы, измерительные приспособления) лотках, при этом первый откос был оснащён георешёткой без перфорации (сплошная лента), а второй – перфорированной (лента с отверстиями) георешёткой. Используемый материал заполнителя в обоих случаях одинаковый - щебень фракции 40-70 мм, который укладывался в ячейки установленной на откосе георешётки с заложением  $m = 1:2$ . Расходы замерялись имеющимися на модельных стендах мерными водосливами. Также фиксировались глубины водного потока в нескольких выбранных сечениях, вычислялись площади живого сечения и другие необходимые параметры, устанавливались средние скорости. Согласно протоколам испытаний, предельно допустимая скорость водного потока для выбранного материала заполнителя при использовании неперфорированной георешётки составила 1,3 м/с, а в случае использования перфорированной георешётки – 1,9 м/с.

Дальнейшие исследования будут разделены на два этапа, первый из которых будет посвящен исследованиям зависимости крупности применяемого материала от различных параметров, в частности, от скорости и удельного расхода водного потока. Уже был проведён анализ ряда работ различных исследователей, в частности [3, 4], проработана схема оценки устойчивости отдельных элементов заполнителя от динамического воздействия этого потока [5]. На втором этапе будут проведены исследования, по результатам которых будут оцениваться параметры гидравлического сопротивления. На основе полученных данных можно будет дать рекомендации по использованию георешёток для откосов объектов того или иного назначения. В частности, будет выполнена оценка актуальности использования данного материала для укрепления откосов переливных плотин и дна быстротоков.

Результаты данных исследований помогут выполнять качественное проектирование ливнеотводящих откосов, водоскатов, низовых откосов подпорных гидротехнических сооружений, в том числе переливных плотин, с применением в качестве укрепления объёмных полимерных георешёток.

## Библиографический список

1. Методические рекомендации по усилению конструктивных элементов автодорог пространственными георешетками (геосотами): ОДМ 218.3.032-2013. – Введ. 21.03.2013. – М. :Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2013. – 75 с.
2. Методические рекомендации по применению геоячеек «Прудон-494» при строительстве сельских (местных) автомобильных дорог в композиции с местными материалами и отходами промышленности:СТО 07859300-003-2011. – Введ. 01.08.2011. – г. Бронницы: ОАО «494 УНР», 2011. – 101с.
- 3.Избаш С.В. Постройка плотин наброской камня в текущую воду. – Ленинград: Государственное научно-техническое издательство строительной индустрии и судостроения «Госстройиздат», 1932, – 124 с.
4. Кнороз В.С. Неразмывающая скорость для несвязных грунтов и факторы, её определяющие // Известия ВНИИГ, №59, – с. 62-81.
5. Баранов Е.В. Выбор расчетной схемы по определению устойчивости элементов заполнителя георешеток. // Природообустройство, № 3, 2014, – С. 51–54.
6. Векслер А.Б. Определение предельно допустимого расхода воды при переливе через каменнонабросную плотину – СПб.: Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, Т. 236, 2000, – С. 24-36.
7. Ямбаев И.А. Автоматизация конструктивных расчетов при проектировании низконапорных переливных плотин: дис. кандидата техн. наук: 05.13.12 / Иван Анатольевич Ямбаев; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2004. – 273 с.

**Abstract.** *The article is devoted to assessing the need for the use of erosion control funds, in particular the spatial polymeric geogrids, for slopes of water bodies for various purposes. The article provides examples of usage of this material at the present time, presents the reasoning and the results of their research the authors assigned the further stages of the hydraulic tests.*

**Keywords:** *water erosion, anti-erosion coating, rock placement, volume geogrid, a placeholder, flooded and not flooded slopes, drain slopes, water flow, erosion, the maximum allowable speed, stability*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЪЕДИНЕННОЕ ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

<i>Валихов А.Ф.</i> Генно-модифицированные организмы и пищевая продукция, полученная с их применением.....	3
<i>Дунченко Н.И.</i> Продовольственная безопасность России .....	8
<i>Макеева И.А.</i> Особенности производства, реализации и подтверждения соответствия пищевой продукции на территории стран-членов таможенного союза .....	13

### ХРАНЕНИЕ, ПЕРЕРАБОТКА И ТОВАРОВЕДЕНИЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

<i>Бегеулов М.Ш.</i> Качество зерна ярового ячменя в севооборотах с длительным применением зелёного удобрения .....	18
<i>Бегеулов М.Ш., Кармашова Е.О.</i> Перспективы использования результатов термогравиметрического анализа с целью совершенствования технологических режимов производства хлебобулочных изделий.....	23
<i>Бердышникова О.Н., Юсупова Г.Г.</i> Применение биологических методов обеспечения микробиологической безопасности хлеба..	28
<i>Кузнецова Е.И., Мантров М.С., Беридзе К.И., Максаев Д.И., Козырева И.П., Осанова М.А.</i> Новые подходы в оценке свойств зерновых и крупяных культур.....	33
<i>Лаврик И.П.</i> Режимы хранения семян астры однолетней.....	37
<i>Личко Н.М., Личко А.К.</i> Формирование потребительских свойств зерна озимой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны.....	42
<i>Мутовкина Е.А.</i> Совершенствование технологии кофе с использованием каскары.....	48
<i>Полякова С.П.</i> Обеспечение безопасности кондитерской промышленности.....	51
<i>Поморцева Т.И.</i> Влияние фракционирования семян подсолнечника на технологические свойства .....	54

<i>Стригун Д.А.</i> Влияние энергии СВЧ-поля на биохимический состав семян сои .....	58
<i>Сычев Р.В., Мutowкина Е.А.</i> Применение новых видов сырья в технологии кофейных напитков.....	61
<i>Толмачева Т.А.</i> Разработка методов обеззараживания различных видов сырья, применяемых в технологиях продуктов питания .....	64
<i>Черкасова Э.И.</i> Формирование потребительских свойств сырья для производства крупяной продукции .....	68
<i>Юсупова Г.Г., Балова Е.Р.</i> Влияние энергии СВЧ-поля на микробиологическую безопасность в технологиях отчистки и подготовки зерна к помолу .....	73
<i>Юсупова Г.Г., Лукина М.П.</i> Влияние СВЧ-поля на сохранность зерна кукурузы при хранении.....	77

## **ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА**

<i>Грикшас С.А., Волганкина Т.М., Колыхалова В.В.</i> Разработка рецептурного состава для производства полукопченых колбас с использованием пшеничной клетчатки «Витацель» .....	81
<i>Леонов О.А.</i> Особенности контроля качества и метрологического обеспечения производства варено-копченых колбас.....	83
<i>Прянишников В.В., Колыхалова В.В.</i> Использование термостабильного иммитационного шпика, эмульсии из куриной шкурки, белково-жировых эмульсий в мясных технологиях.....	89
<i>Шувариков А.С., Цветкова В.А., Пастух О.Н.</i> Оценка коровьего, козьего и верблюжьего молока-сырья и качество, получаемой из него продукции.....	93

## **ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ**

<i>Гареева И.В., Яшин И.М., Васенев И.И.</i> Экологическая оценка пространственно-временной динамики качества вод Москва-реки.....	99
<i>Гниненко Ю.И.</i> Анализ фитосанитарного риска самшитовой огневки – нового инвазивного вредителя на территории России .....	103

<i>Гниненко Ю.И., Хегай И.В.</i> Некоторые последствия вспышки массового размножения короеда-типографа в московском регионе ..	107
<i>Касатиков В.А., Раскатов В.А.</i> Экологические ограничения применения городских ОСВ в агроэкосистемах .....	113
<i>Лукина И.В.</i> Комплексные пищевые добавки для получения устойчивых эмульсионных систем для смеси мороженого.....	116
<i>Лукина И.В., Пржевальский Н.М.</i> Изучение макромолекулярных характеристик хондроитинсульфатов различного происхождения....	121
<i>Пржевальский Н.М., Токмаков Г.П.</i> Вклад профессора И.И. Грандберга в развитие химии гетероциклических соединений (к 85-летию со дня рождения и 50-летию открытия реакции) .....	126
<i>Сластья И.В.</i> Продовольственная проблема: социально-демографические и экологические аспекты .....	131
<i>Таразанова Т.В.</i> Применение стимулятора роста симбион – 3.1. на огурцах в условиях защищенного грунта.....	136
<i>Яшин И.М.</i> Мониторинг водной миграции веществ в лесных и лесопарковых фациях республики Карелия .....	140

## **ТЕХНОЛОГИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ЗАЩИТЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

<i>Абдулмажидов Х.А.</i> Экспериментальные исследования нового рабочего органа каналоочистителя РР-303.....	146
<i>Апатенко А.С., Владимирова Н.И.</i> Повышение технической готовности машин мелиоративного комплекса за счет оптимизации ремонтно-технических воздействий .....	151
<i>Балабаев А.С.</i> Формирование общеуниверситетского рейтинга достижений студентов как один из элементов системы поддержки инициативной и талантливой молодежи.....	154
<i>Голобородько В.В.</i> Анализ эффективности работы вспомогательных служб на объектах АПК .....	159
<i>Евграфов В.А., Новиченко А.И.</i> Факторы, влияющие на уровень технической эксплуатации машин и оборудования природообустройства.....	163
<i>Ельцов И.А.</i> Оценка эффективности работы двухступенчатого рабо-	

чего органа бестраншейного дреноукладчика .....	167
<i>Леонтьев Ю.П., Макаров А.А.</i> Экспериментальные исследования влияния рабочего органа рыхлителя с дополнительным оборудованием на сопротивление рыхлению и характер измельчения грунта в верхнем слое.....	170
<i>Леонтьев Ю.П., Макаров А.А.</i> Влияние конструкции рабочего органа рыхлителя на тяговое сопротивление и особенности деформации грунта различной влажности.....	175
<i>Леонтьев Ю.П., Макаров А.А.</i> Оценка удельной энергоемкости и степени разрыхления грунта ненарушенной структуры рабочим органом рыхлителя .....	178
<i>Мартынова Н.Б.</i> Применение габионных конструкций в берегоукрепительных технологиях.....	183
<i>Матвеев А.С.</i> Оценка надежности машин природообустройства на основе математических моделей отказов .....	188
<i>Новиченко А.И., Горностаев В.И.</i> Оценка эксплуатационно-технологических свойств машин и их паспортизация в системе информационного обеспечения производственных процессов.....	192
<i>Орлов Б.Н., Евграфов В.А.</i> Оценка надежности при формировании технологических комплексов машин и оборудования в природообустройстве.....	195
<i>Палкин Н.А.</i> Теоретическое обоснование процесса объемного разуплотнения почвогрунтов вертикальным фрезерным рабочим органом.....	199
<i>Сучугов С.В.</i> Расчет компенсационных затрат в энергетических эквивалентах.....	205
<i>Теловов Н.К.</i> Значение глубокого рыхления почв в повышении урожайности сельскохозяйственных культур .....	209
<i>Шнырев А.П., Голиницкий П.В.</i> Выбор оптимальной температуры напекания стальных порошков на бронзовые поверхности типа «втулка».....	215
<i>Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К.</i> Восстановление деталей машин из цветных сплавов центробежной заливкой с применением электродугового нагрева.....	219

## ОБЩАЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

<i>Евграфов А.В.</i> Актуальные аспекты общественного экологического контроля .....	225
---	-----

## ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ, АГРОПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Волков В.И., Черных О.Н., Алтунин В.И.</i> Оценка размера вероятного вреда в результате аварии гидротехнических сооружений на урбанизированной территории .....	230
<i>Добронравова В.Ф.</i> Город в современном мире .....	234
<i>Зборовская М.И., Зимнюков В.А.</i> Роль водных объектов в формировании экологической устойчивости и безопасности городской среды .....	240
<i>Зимнюков В.А., Зборовская М.И., Белавкин А.В.</i> Учет экологических факторов при реконструкции и реставрации гидротехнических сооружений .....	245
<i>Ксенофонтова Т.К.</i> Влияние на внутренние усилия в стенах подземных прямоугольных резервуаров профиля их поперечного сечения .....	251
<i>Перов В.А., Шевляков А.Г.</i> Нелинейные колебания сооружения при учёте случайного нестационарного характера сейсмических воздействий .....	253
<i>Черных О.Н., Алтунин В.И.</i> Особенности работы водопропускных переходов из металлических гофрированных структур .....	257
<i>Черных О.Н.</i> Мониторинг прудов–копаней Москвы .....	261

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

<i>Богоявленский В.М.</i> Метод расчета электрического поля в изоляции высоковольтных систем .....	266
<i>Воробьев В.А.</i> Вентильный электропривод сельскохозяйственных машин .....	269
<i>Герасенков А.А.</i> Современные микропроцессорные устройства управления электродвигателями .....	274
<i>Забудский Е.И.</i> Оптимизация электромагнитных реакторов на основе моделирования магнитного поля .....	280

<i>Зайцев Д.Н.</i> Частотно-регулируемый электропривод молочного насоса .....	286
<i>Малин Н.И.</i> Обоснование промежуточных параметров зерна при двухступенчатой сушке в шахтных прямоточных и рециркуляционных зерносушилках.....	289
<i>Митягина Я.Г.</i> Математическое моделирование растения огурца для светотехнических расчетов .....	292
<i>Растемишин С.А., Трунов С.С., Тихомиров Д.А., Каткова Ю.Б.</i> Сочетание средств общего и локального обогрева в энергетической системе животноводческого помещения .....	295
<i>Рудобахта С.П., Зуева Г.А., Зуев Н.А.</i> Стимуляция семян в процессе осциллирующей инфракрасной сушки .....	300
<i>Утков Ю.А., Цымбал А.А., Цыбулевский В.В., Трубилин Е.И.</i> Тенденции совершенствования отечественной садовой техники на примере смородиноуборочного комбайна .....	306
<i>Шевкун В.А., Шевкун Н.А., Котысько В.И.</i> Развитие гидроаппаратуры для управления рабочим процессом садовых дисковых борон с различными технологическими схемами.....	311
<i>Шевкун Н.А., Шевкун В.А., Глушанков Р.Е.</i> Применение пневмоакустических распылителей жидкости в конструкции опрыскивателей для садоводства .....	313

## ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Голованов А.И., Сухарев Ю.И.</i> Геосистемный подход к обоснованию мелиораций агроландшафтов .....	316
<i>Данильченко А.Н.</i> Оценка возможности снижения оптимальных биоклиматических оросительных норм сельскохозяйственных культур .....	321
<i>Корнеев И.В.</i> Полив без образования поверхностного стока дождевальными машинами кругового действия .....	326
<i>Никитина М.А.</i> Качество многолетних трав в зависимости от водного режима почв по результатам исследований .....	331
<i>Никольский Ю.Н., Айдаров И.П., Эпера С.</i> Влияние орошения в различных климатических зонах на плодородие почв (на примере Мексики).....	336

<i>Сильченков И.С.</i> Определение поливной нормы при работе дождевальной машины «Фрегат» .....	338
<i>Шабанов В.В.</i> Введение экологических составляющих при планировании ландшафта.....	341

## ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

<i>Али М.С.</i> Аналитический способ определения удельной энергии пневматической насосной установки в системах водоснабжения.....	346
<i>Бегляров Д.С.</i> Моделирование вероятных аварийных ситуаций на насосных станциях.....	348
<i>Беглярова Э.С., Гурьев А.П., Дмитриева А.В., Соколова С.А.</i> Применение вакуумной водоприемной воронки шахтного водосброса .....	351
<i>Ваганов Г.А., Исмайылов Г.Х.</i> Моделирование режимов работы Камского каскада гидроузлов.....	353
<i>Гурьев А.П., Козлов Д.В., Ханов Н.В., Фартуков В.А., Новиченко А.И., Шукин С.Н.</i> Гидравлические исследования противоэрозийного покрытия - геомата марки Энкомат А20 .....	358
<i>Гуськов В.Г., Исмайылов Г.Х., Марченко А.В.</i> Оценка и прогноз элементов водного баланса рек Московского региона в изменяющихся условиях климата .....	364
<i>Дмитриева И.Л., Тачаев М.В.</i> Использование новых технологий и материалов для ликвидации загрязнений в районах ГЭС.....	367
<i>Исмайылов Г.Х., Муращенкова Н.В.</i> Изменчивость стока р. Волги в первой половине XXI века с учетом возможного изменения климата .....	371
<i>Кленов Е.М., Козлов Д.В.</i> Некоторые аспекты методики определения оптимальных сбросов на гидроузлах в зимний период .....	377
<i>Клепов В.И., Исмайылов Г.Х.</i> Управление количеством и качеством водных ресурсов в Московском регионе .....	379
<i>Маркин В.Н.</i> Моделирование качества воды Истринского водохранилища .....	385
<i>Муращенкова Н.В., Федотова О.А.</i> Межгодовая изменчивость и взаимосвязи элементов водного баланса бассейна верхней Волги.....	390
<i>Перминов А.В., Смирнова М.А.</i> Моделирование режима работы Верхневолжской ВХС .....	393

<i>Соловьёв С.С., Коцня В.Я.</i> Основные требования, предъявляемые к питьевой воде государственными органами Российской Федерации.....	399
<i>Фартуков В.А., Ханов Н.В., Земляникова М.В.</i> Гидродинамические исследования канала с защитным покрытием.....	404
<i>Федоров С.А.</i> Уточнение составляющих водного баланса речного бассейна .....	409
<i>Ханов Н.В., Гурьев А.П., Баранов Е.В.</i> Перспективы использования объемных полимерных георешеток в области природоохранного обустройства откосов водных объектов.....	413

Научное издание

# ДОКЛАДЫ ТСХА

Выпуск 287

Том II  
Часть I

Составитель: Н.Е. Арестова

Компьютерная верстка и обложка: Д.А. Грачев

Грин Эра 2  
2015

Подписано в печать 12.10.2015 г.  
Формат 62х94/16. Бумага офсетная.  
Печать цифровая. Тираж 100 экз.  
Заказ № 56038-1.

Отпечатано в типографии «OneBook.ru»  
ООО «Сам Полиграфист».  
129090, г. Москва, Протопоповский пер., дом 6.  
[www.onebook.ru](http://www.onebook.ru)