

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**



**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Научно-технические проблемы  
водохозяйственного и энергетического  
комплекса в современных условиях Беларуси**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

*21–23 сентября 2011 года*

**ЧАСТЬ II**

**Брест 2011**

УДК [628.1.034+620.9](476)

**Рецензенты:**

**Богдасаров М.А.** – д.г.-м.н., доцент, зав. кафедрой географии Беларуси БрГУ им. А.С. Пушкина.

**Михневич Э.И.** – д.т.н., профессор, зав. кафедрой водоснабжения и водоотведения БНТУ.

**Редакционная коллегия:**

Председатель:

**Пойта П.С.** — д.т.н., профессор, ректор БрГТУ.

Зам. председателя:

**Волчек А.А.** — д.г.н., профессор, декан факультета водоснабжения и гидромелиорации.

**Валуев В.Е.** – к.т.н., доцент, профессор кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

Члены редакционной коллегии:

**Басов С.В.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии.

**Водчиц Н.Н.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

**Житенев Б.Н.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.

**Мешик О.П.** – к.т.н., доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций.

**Новосельцев В.Г.** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции.

**Северянин В.С.** – д.т.н., профессор, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции.

**Строкач Т.В.** – начальник редакционно-издательского отдела.

**Яловая Н.П.** – к.т.н., доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров.

Н 34 Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ конф., Брест, 21–23 сент. 2011 г.: в 2-х частях / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. П.С. Пойты [и др.]. – Брест: изд-во БрГТУ, 2011. – Ч. II. – 126 с.

ISBN 978-985-493-202-6 (часть 2)

ISBN 978-985-493-200-2

В сборнике представлены материалы докладов участников Международной научно-практической конференции. Издается в 2-х частях. Часть 2.

ISBN 978-985-493-202-6 (часть 2)

ISBN 978-985-493-200-2

© Издательство БрГТУ, 2011

# ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

УДК 547:[662.987:697.326](047.2)

## ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

**Басов С.В., Халецкий В.А., Тур Э.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*Corrosion inhibitors in recipes of head-transfer agent based on water-glycol mixtures were tested by the authors. Sodium benzoate exhibits appropriate properties for corrosion prevention. Due to high efficiency and low cost this inhibitor was chosen for recipes.*

### **Введение**

Настоящее исследование было выполнено в рамках работы по разработке экологически полноценного состава теплоносителя для электродных отопительных котлов малой и средней мощности. Исследования проводились на кафедре инженерной экологии и химии БрГТУ, в соответствии с Договором 09/47 на создание (передачу) научно-технической продукции и оказание научно-технических услуг, заказчик – ООО «Белтаймсервис», официальный представитель компании «Галан» в г. Бресте. Результаты исследования внедрены в производство на ООО «Белтаймсервис» (акты внедрения от 10.06.2009 и 17.12.2010 гг.).

Для осуществления теплообмена в отопительном оборудовании в качестве теплоносителя может использоваться вода или низкозамерзающий антифриз. Обзор и анализ научно-технической и патентной литературы [1-4 и др.] и последующие лабораторные испытания позволили разработать рецептуру состава низкозамерзающего экологически полноценного теплоносителя, с учетом специфики эксплуатации электродных котлов малой и средней мощности (до 10 кВт). Также были исследованы изменения состава и свойств теплоносителя при его эксплуатации в реальных системах в течение двух отопительных сезонов [5].

Как известно [5, 7], в электродных котлах нагрев теплоносителя происходит в результате пропускания через него переменного электрического тока. Напряжение, подающееся на электроды котла с частотой электрической сети, не вызывая электролиз, ионизирует молекулы теплоносителя, вызывая его нагрев.

Поскольку электродные котлы применяют в классической двухтрубной отопительной системе открытого типа с верхним розливом, то для обеспечения экологически безопасной, надежной, продолжительной и безаварийной работы вся система должна соответствовать определенным ограничениям и

требованиям. Естественно, что при эксплуатации системы отопления возможно изменение химического состава, электропроводности, коррозионной активности и других свойств теплоносителя.

Очевидно, что в современных системах отопления могут одновременно использоваться различные материалы: стальные, чугунные, алюминиевые радиаторы; пластмассовые, металлопластиковые, стальные и медные трубы; теплообменники котлов из меди, стали или чугуна и др. В результате, при наличии электропроводящей среды – электролита-теплоносителя – идут процессы электрохимической коррозии. Кроме того, теплоноситель может являться коррозионно-активным по отношению и к другим материалам системы: герметикам, уплотнителям, прокладкам и т.п.

Таким образом, в составе теплоносителя необходимо наличие экологически безопасных и эффективных ингибиторов коррозии, наряду с другими присадками – пеногасителями, компонентами, препятствующими образованию накипи и др.

Данное исследование было вызвано необходимостью обоснованного выбора ингибиторов коррозии и отсутствием данных об изменениях состава и свойств, в том числе коррозионной активности, разработанного нами состава теплоносителя для электродных котлов.

#### **Методика исследования**

Для обоснования выбора ингибитора коррозии, входящего в состав теплоносителя для электродных котлов, требуется знание механизма его действия и конкретных условий применения. Необходимо также учитывать, что некоторые типы ингибиторов, добавленные в незначительном количестве, могут не уменьшить, а наоборот увеличить коррозию материалов отопительной системы.

Известно, что ингибиторы подразделяются по механизму действия на катодные, анодные и смешанные; по химической природе – на неорганические и органические и по эффективности своего использования в зависимости от pH среды [2].

Катодные и анодные ингибиторы замедляют соответствующие электрохимические реакции восстановления и окисления, смешанные ингибиторы замедляют скорость обеих процессов. Ингибирующее действие этих веществ, при их адсорбции на поверхности металлов, вызвано способностью образовывать с поверхностью химические связи и формированию защитных слоев.

Способностью замедлять коррозию металлов в агрессивных средах обладают многие органические и неорганические вещества. Катодные ингибиторы коррозии образуют на микроатомах изолирующий защитный слой нерастворимых соединений. Самый известный и дешевый катодный экранирующий ингибитор, применяемый для защиты от коррозии стали в системах водоснабжения это гидрокарбонат кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , который в слабощелочной среде образует нерастворимые соединения  $\text{CaCO}_3$ , осаждающиеся на поверхности, изолируя ее от электролита.

Анодные ингибиторы коррозии (пассиваторы) образуют на поверхности металла тонкие (порядка 0,01 мкм) пленки, которые тормозят переход металла в раствор. Из анодных ингибиторов, образующих на поверхности металлов адсорбционные пленки наибольшее распространение получили фосфаты в смеси с полифосфатами – растворимыми в воде соединениями метафосфа-

тов общей формулы  $(\text{MePO}_3)_n$ . В водных растворах в присутствии катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  происходит медленный гидролиз полифосфатов с образованием на поверхности образуется непроницаемая защитной пленки соответствующих ортофосфатов.

Из ингибиторов для нейтральных сред также следует отметить так называемые комплексоны – ЭДТА и др. и их фосфорсодержащие аналоги – ОЭДФ, НТФ, ФБТК. Комплексоны хорошо защищают металлы только в жестких водах, где они образуют соединения с катионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Пассиваторы, замедляющие анодную реакцию окисления металла, благодаря образованию на его поверхности оксидной пленки, являются хорошими, но опасными ингибиторами. При неверно выбранной концентрации, особенно в присутствии анионов  $\text{Cl}^-$ , они могут ускорить коррозию металла, вызывая очень опасную точечную коррозию. Смешанные – катодно-анодные ингибиторы (например, силикаты,  $\text{KJ}$ ,  $\text{KBr}$  в растворах кислот и др.) замедляют и анодный и катодный процессы за счет образования на поверхности металла хемосорбционного слоя. Так, например, действие силикатов состоит в нейтрализации растворенного в воде углекислого газа и в образовании защитной пленки на поверхности металла.

### **Заключение**

Широко применяющиеся ингибиторы коррозии, содержащие хром, цинк, амины и др. [1-3], в большинстве случаев являются токсичными и экологически опасными. Кроме того, их наличие может приводить к растрескиванию в пластиковых и металлопластиковых трубах, фитингах и уплотнителях. В то же время некоторые нетоксичные ингибиторы, в частности силикаты, карбонаты и др., способствуют образованию отложений (накипи) в элементах отопительной системы. Кроме того, большинство таких ингибиторов не эффективны при защите от коррозии металлов, работающих в условиях неполного погружения, а также при наличии на части поверхности остатков влаги, например, после межсезонной промывки системы.

Анализ полученных данных и проведенные лабораторные испытания показали, что при эксплуатации электродных отопительных котлов малой и средней мощности в составе экологически полноценного низкозамерзающего теплоносителя на основе пропиленгликоля, наиболее рациональным является применение в качестве ингибитора коррозии бензоата натрия (широко применяемого в пищевой промышленности в качестве консерванта) в сочетании с триполифосфатом натрия. Предполагаемый механизм ингибирующего действия – образование пленки труднорастворимых бензоатов и ортофосфатов, ограничивающей доступ среды к металлическим и другим элементам отопительной системы.

### **Список цитированных источников**

1. Галкин, М.Л. Ингибиторы коррозии и отложения солей в системах охлаждения литейных форм / М.Л. Галкин, Т.М. Корнеева, Л.С. Генель, В.А. Брагинский // Полимерные материалы. – 2006. – № 4. – С. 79–82.
2. Справочник химика: в 6 т. / редкол. Б.П. Никольский (гл. ред.) [и др.] – Л.: Гос. научн.-техн. изд-во., 1962-1966. – 2-е изд., перераб. и доп. – Т. 5. – 1966. – С. 862–864.
3. Генель, Л.С. Концентрат противокоррозионных и окрашивающих добавок для теплоносителей на основе пропиленгликоля / Л.С. Генель, М.Л. Галкин, С.С. Сорокин // Полимерные материалы. – 2006. – № 4. – С. 83–85.
4. Электрокотел в системе отопления // Мастерская: Строим дом. – 2011. – № 2. – С. 76–82.

5. Басов, С.В. Исследование изменения состава и свойств при эксплуатации экологически полноценного теплоносителя для электродных отопительных котлов малой и средней мощности / С.В. Басов, В.А. Халецкий, Э.А. Тур // Вестник БрГТУ. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 51–53.

6. Мискун, В. Опыт применения электродных котлов / В. Мискун // Аква Терм. – 2004. – № 2. – С. 22–24.

УДК 634.739.3.630\*6

## ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКАХ БЕЛАРУСИ

**Бордок И.В., Волчков В.Е.**

Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь, [bordok\\_forinst@mail.ru](mailto:bordok_forinst@mail.ru)

*The paper addresses basic elements of technology for establishment of large-fruited cranberry plantations on cutover peatlands. The functioning of large-fruited cranberry plantations established in the territory of forest experiment stations of the Forest Institute is indicative of their economic efficiency and demonstrates the feasibility to establish berry plantations in the territory of other entities.*

### **Введение**

Одним из перспективных направлений использования выработанных торфяных месторождений в Беларуси является промышленное возделывание на этих землях плантаций ягодных культур и, в частности, клюквы крупноплодной. Площадь земель, нарушенных добычей торфа, составляет в стране около 300 тыс. га, из которых более 76,7 тыс. га (36,6 %) переданы лесному хозяйству [1]. Освоение под плантации клюквы торфяных выработок является многотрудной задачей и требует решения ряда организационно-технических мероприятий.

### **Основная часть**

Выработанные торфяники представляют собой особый тип ландшафта, обладают рядом свойств, не характерных для естественных болот. Они имеют высокий уровень стояния грунтовых вод, крайне бедны элементами минерального питания, характеризуются неблагоприятным температурным и водно-воздушным режимами.

Опыт плантационного выращивания клюквы крупноплодной на объектах, созданных в разные годы на Двинской и Кореневской экспериментальных лесных базах Института леса, позволил предложить лесному хозяйству Беларуси низкзатратные технологии создания плантаций и ухода за ними, обеспечив при этом достаточно высокую рентабельность производства ягодной продукции. Одним из основных и дорогостоящих элементов технологии выращивания клюквы является водоснабжение посадок, предусматривающее создание специальной обводнительно-осушительной системы и оборудование плантаций дождевальными установками.

Влагообеспеченность растений поддерживалась посредством регулирования уровня грунтовых вод на глубине 50-70 см с помощью системы шлюзов.

Недостаток влаги компенсировался забором и подачей воды из рядом расположенных источников в мелиоративную систему. Избыток влаги (особенно в весенний период) устранялся самотеком через водовыпускные шлюзы.

Не применялись на плантациях и меры защиты растений от низких температур (поздневесенних заморозков и зимних морозов). Затопление полей (чеков) на зиму водой технически вполне осуществимо, но из-за зим с частыми оттепелями, не представляется возможным провести послойное наращивание льда, как этого требует североамериканская технология. Следует отметить, что поздневесенние заморозки представляют более реальную угрозу будущему урожаю ягод; причем на юге они чаще, чем на севере (один раз за 5-6 лет) повреждают бутоны, цветы и молодые побеги клюквы крупноплодной. Защитить урожай возможно путем затопления посадок или задымлением. Не проводилась нами работа и по повторному пескованию (мульчированию) посадок, поскольку это дорогостоящая мера, и к тому она не дала заметного позитивного результата.

Общеизвестно, что клюква малотребовательна к повышенному плодородию почвы [2], но все же в культуре весьма отзывчива на дополнительное питание. Но как показал наш опыт, и без удобрений на торфяно-болотных почвах, клюква крупноплодная хорошо развивается и плодоносит. Весьма перспективны для применения на плодоносящих клюквенных плантациях проявили себя медленнодействующие удобрения. Их разовое внесение заметно проявляется в течение трех лет, что позволяет отказаться от ежегодного многократного внесения удобрений в почву.

Наличие на этих землях открытой мелиоративной сети, а в ряде случаев с системой впуска-выпуска воды, спланированных полей, подготовка площади сводится лишь к очистке и углублению каналов. При засоренности полей малоценной древесно-кустарниковой растительностью производится их очистка. На полях с глубокой выработкой торфа и высоким уровнем грунтовых вод вместо поверхностного пескования вносится до 1000 м<sup>3</sup>/га песка слоем 8-10 см с последующим перешиванием его с остаточным слоем торфа на глубину 20-25 см. Применение этих технологий позволяет создать торфяно-минеральный субстрат с улучшенным гидротермическим, воздушным и пищевым режимами, что благоприятно сказывается на ростовых и биопродукционных процессах клюквы. На торфо-минеральном субстрате отмечается более интенсивное оттаивание почвы, нивелируется амплитуда суточных колебаний температуры, в результате чего снижается вероятность радиационных заморозков, что особенно важно для раннеспелых сортов в начале вегетации. Кроме того, резко сокращается количество однолетних растений клюквы, которые оказались «вытолкнутыми» из почвы после перезимовки. опыты показали, что это снижение составляет до 50 % по сравнению с участками, где применялось поверхностное пескование.

Предлагаемая технология выращивания клюквы на выработанных торфяниках предусматривает также внесение удобрений не в год посадки, а начиная с третьего года выращивания. Внесение удобрений в первый год вегетации приводит к бурному разрастанию сорной растительности, которая ведет себя агрессивно по отношению к ягодной культуре. Поэтому мы не рекомендуем использовать минеральные удобрения в первые два года вообще. Особое внимание уделяется подавлению сорной растительности химически-

ми и агротехническими приемами до посадки клюквы. При этом используются гербициды общеистребительного действия, в частности, раундап, торнадо, с последующим механическим удалением сорняков с полей, отведенных под клюкву. Обсуждаемая технология апробирована на низкоплодородных землях Двинской и Корневской экспериментальных лесных баз и подтверждает, что силами лесохозяйственных учреждений реально закладывать и эксплуатировать клюквенные плантации на площади 3-5 га.

В настоящее время широкое распространение получили опыты по некорневому питанию клюквы при промышленном культивировании ягодника. Некорневое питание растений имеет ряд преимуществ по сравнению с внесением удобрений в почву. К ним относятся: возможность регулировать рост и развитие растений в зависимости от метеорологических и почвенных условий; снижение расходов на удобрения и повышение их эффективности; быстрое устранение при недостатке отдельных элементов. Этот прием позволяет обеспечить питание растений при неблагоприятных почвенных условиях.

### **Заключение**

Расчеты экономической эффективности создания и функционирования ягодной плантации по описанной выше схеме показали, что затраты окупаются через 3-4 года после вступления клюквы в стадию товарного плодоношения или на 7-8-й год со времени закладки плантации [3].

### **Список цитированных источников**

1. Бамбалов, Н.Н. Пути использования площадей выработанных торфяных месторождений / Н.Н. Бамбалов, В.В. Смирнов, С.Г. Беленький [и др.] // Природопользование и охрана окружающей среды: сб. статей.– Минск, 2000. – С. 58–59.
2. Кудинов, М.А. Рекомендации по созданию плантаций североамериканской клюквы крупноплодной / М.А. Кудинов, Е.К. Шарковский. – Минск, 1979. – 23 с.
3. Бордок, И.В. Эколого-экономическое обоснование эффективности выращивания клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках Беларуси // И.В. Бордок, В.Е. Волчков // Плодоводство. – Самохваловичи, 2004. – Том 15. – С. 370–375.

УДК 631.452; 631.474

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗЕМЕЛЬ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ**

**Босак В.Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*The influence of melioration process on soil degradation in region of Brest Polesye is reported in the article.*

### **Введение**

В настоящее время в пределах территории Беларуси осушено около 1,45 млн. га торфяных почв, из них для сельскохозяйственных целей – 1,1 млн. га. В пользовании сельскохозяйственных предприятий находится свыше 0,97 млн. га угодий на торфяных почвах различной мощности, ботанического состава и уровня окультуренности. Большая часть (свыше 65 %) таких



почв имеет мощность торфа до 1 м, а 90 % торфяных почв Белорусского Полесья подстилаются рыхлыми песчаными отложениями. Среди них торфянисто-глеевые с мощностью торфа менее 30 см занимают 149,1 тыс. га (15,3 %), торфяно-глеевые (30–50 см) – 184,1 тыс. га (18,9 %), торфяные маломощные (50–100 см) – 304,1 тыс. га (31,2 %), торфяные среднемощные (100–200 см) – 261,5 тыс. га (26,8 %) и торфяные мощные (более 200 см) – 76,3 тыс. га (7,8 %).

### **Основная часть**

Процессы деградации торфяных почв при осушении и последующем их сельскохозяйственном использовании определяются разложением и сработкой органического вещества торфяных почв. Одновременно на сработку торфа оказывают влияние вид и норма осушения, давность освоения, глубина уровня грунтовых вод, характер использования в севообороте (под монокультурой трав или под пропашными), а также мощность, ботанический состав, зольность, степень разложения торфа и другие факторы. При подстилании торфа песками и переосушении торфяные почвы могут превратиться в низкоплодные почвы типа дерново-подзолистых песчаных.

Прогнозные объемы разрушения органического вещества торфяных почв за период 1999–2020 гг. при сложившемся характере их использования составят 115,7 млн. т, а торфа 40 %-ной условной влажности 220,4 млн. т. За прогнозируемый период мощность органогенного слоя торфяных почв в разных регионах республики уменьшится на 20–40 см. В результате все торфянисто-глеевые почвы трансформируются в органоминеральные с содержанием органического вещества в пахотном слое 15–30 %. В эту же группу перейдет и часть торфяно-глеевых почв – 80–90 тыс. га.

К 2020 г. площадь органоминеральных почв увеличится на 230–240 тыс. га. С учетом таких почв, имеющих в настоящее время, общая площадь органоминеральных почв, формирующихся на месте торфянисто-глеевых, торфяно-глеевых и торфяных маломощных составит 330–350 тыс. га. Практически все торфяно-глеевые почвы перейдут в торфянисто-глеевые.

Таким образом, антропогенная эволюция торфяных почв завершается полным их разрушением независимо от того, какая новая (искусственная) экосистема пришла на смену естественной. Современные технологии использования торфяных почв могут лишь в определенной степени замедлить скорость их трансформации, но не гарантируют их сохранения в прежнем виде. Уже с момента осушения торфяная почва обречена на деградацию и свое исчезновение как типа. На их месте формируются более бедные по плодородию так называемые антропогенные органоминеральные, а в дальнейшем минеральные почвы преимущественно песчаного гранулометрического состава.

О характере изменений состава почвенного покрова и агрохимических показателей, произошедших на мелиорированных землях Белорусского Полесья, можно судить по данным регулярных почвенных обследований, проводимых службами УП «Белгипрозем» и областной зональной агрохимлаборатории. Для репрезентативности представленных данных было выбрано 4 хозяйства в Брестской области, разобобщенных территориально.

Общая картина распределения сельскохозяйственных земель по основным типам угодий выглядит следующим образом.

Как в 1978 году, так и в настоящее время традиционно высокой остается доля пашни, в том числе и на осушенных землях. Наименьший удельный вес

этот показатель имеет в СПК «Хотиславский» (бывший колхоз «Заветы Ленина») – 30,7 (27,5) % от общей (осушенной) площади, наибольший – в СПК «Чучевичи» (бывший совхоз им. Ленина) – 55,9 (64,8) % от общей (осушенной) площади.

За 22 года, прошедших между II и III турами почвенных обследований, во всех анализируемых хозяйствах существенно увеличилась доля сенокосных угодий, главным образом за счет сокращения пастбищ.

Нами также проанализированы особенности распределения земельных угодий перечисленных хозяйств по почвенным группам и разновидностям. Установлено, что минеральные почвы представлены в основном следующими тремя группами:

- дерново-подзолистые автоморфные и кратковременно переувлажняемые песчаные почвы;
- дерново-подзолистые глееватые и глеевые песчаные почвы;
- дерново-глееватые и дерново-глеевые песчаные почвы.

Последняя группа почв среди минеральных имеет наибольшее распространение, а в СПК «Хотиславский» занимает около половины площади от всех остальных групп, вместе взятых. Соотношение минеральных и органо-генных почв в трех хозяйствах из четырех как во II-м, так и в III-м турах изменилось незначительно. В СПК «Радостовский» (бывший колхоз «Красный партизан») и СПК «Чучевичи» оно примерно составляет 50:50, в СПК «Хотиславский» – 60:40 в пользу минеральных. Исключением является КУСП «Ореховское» (бывший совхоз «Ореховский»), где доля минеральных почв во II туре значительно превышала 50 %-й уровень, а в III туре снизилась до 35 % за счет введения в хозяйственный оборот новых осушенных торфяников. Что касается участия минеральных почв в общей доле площадей во II и III турах по категориям их хозяйственного использования, то картина выглядит следующим образом. В КУСП «Ореховское» их доля в пахотном клине снизилась с 63 до 42 %, на сенокосах – с 44 до 19 %, а на пастбищах незначительно увеличилась – с 44 до 47 %. В СПК «Радостовский» доля минеральных почв на пашне возросла с 52 до 62 %, на сенокосах осталась практически на прежнем уровне (37–38 %), на пастбищах снизилась с 60 до 36 %. В СПК «Чучевичи» на пашнях и пастбищах доля минеральных почв оставалась стабильной – 48–49 % и 64 %, соответственно, на сенокосах снизилась с 52 до 40 %; в СПК «Хотиславский» на пашню приходилось от 72 до 77 % минеральных почв, на сенокосы – 58 и 54 % и на пастбища – 66 и 59 % во II и III турах, соответственно.

Более сложной представляется картина с органо-генными почвами. Данная группа почв после их осушения, вовлечения в хозяйственный оборот и интенсивной эксплуатации подверглась значительным изменениям.

В КУСП «Ореховское» во II-м туре обследований наибольший удельный вес среди органо-генных почв имели торфяные маломощные – 609 га или 34,5 %. Широко были представлены также торфяные среднемощные – 474 га или 26,9 %. Характерно, что в 1978 году в хозяйстве имелись контуры, хотя и ограниченные по площади, мощных торфяных почв – 12 га или 0,7 %. На долю торфяно-глеевых и торфянисто-глеевых приходилось 15,8 и 18,0 %, соответственно. И только 4,1 % можно было отнести к деградированным – торфяно-минеральным с содержанием органического вещества (ОВ) 20–30 %. С первой половины 80-х гг. в данном хозяйстве началась интенсивная эксплуа-

тация мелиорированных угодий. По состоянию на 2000 год соотношение почвенных разновидностей оказалось иным, чем в 1978 году. Наибольший удельный вес в III туре имели торфяные маломощные (36,5 %) и торфяно-глеевые (35,7 %) почвы. Доля среднемощных торфяных почв снизилась до 6,3 %, а мощные почвы не отмечались вовсе. Зато увеличилась доля деградированных почв: торфяно-минеральных с содержанием ОВ 20–30 %, их стало 8,1 %; минеральных остаточно-торфяных (ОВ 10–20 %) – 5,0 %; минеральных после полной сработки торфа песчаных почв – 0,4 %.

В СПК «Радостовский», в отличие от предыдущего хозяйства, почти все торфяные почвы были вовлечены в хозяйственный оборот еще в начале 70-х гг. Во II туре обследований здесь преобладали торфяно-глеевые почвы – 814 га или 40 %. Значительные площади занимали торфяные маломощные – 518 га (25,4 %) и торфянисто-глеевые – 487 га (23,9 %) почвы. На долю среднемощных торфяников приходилось 9,0 %, мощных – 0,8 %. К категории деградированных было отнесено 19 га (0,9 %) почв – торфяно-минеральных с содержанием ОВ 20–30 %. После III тура обследований ситуация изменилась еще более сильно, чем в КУСП «Ореховское». Так, к 2000 году доля торфяно-глеевых почв снизилась до 21,7 % и стала сопоставимой с группой торфяно-минеральных сильноминерализованных почв (21,4 %). Значительно снизилась доля среднемощных (3,6 %), маломощных (12,8 %) и торфяно-глеевых (21,7 %) почв. Наоборот, удельный вес почв различной степени деградации возрос до 51,7 %, что составило 1303,8 га, из них полностью минерализованных песчаных почв – 206,4 га (8,2 %).

В СПК «Чучевичи» во II-м туре обследований наиболее широко были представлены торфяно-минеральные среднеминерализованные (ОВ 30–40 %) почвы – 1220,5 га (52,1 %). Далее, по мере убывания, почвы распределились следующим образом: торфяно-глеевые – 601,4 га (25,7 %), торфянисто-глеевые – 247,5 га (10,6 %), торфяные маломощные – 207,6 га (8,9 %), торфяные среднемощные – 57,4 га (2,5 %) и торфяные мощные – 7,7 га (0,3 %). После III тура обследований наибольшую площадь занимали минеральные остаточно-торфянистые почвы (ОВ 10–20 %) – 801,1 га (30,2 %), а общая площадь всех деградированных почв составила более 1576 га (59,4 %), из них пески на выгоревших торфяниках – 33,3 га. Данная категория деградированных почв отмечена только в этом хозяйстве из 4-х исследуемых.

В СПК «Хотиславский», по данным II тура обследований, наиболее распространенными были торфяно-глеевые почвы – 672,9 га (36,7 %). Значительные площади занимали торфяно-минеральные среднеминерализованные – 572,6 га (31,3 %) и торфяные маломощные – 464,1 га (25,3 %) почвы. На долю среднемощных и мощных торфяных почв приходилось по 4,9 % и 0,3 %, соответственно, торфянисто-глеевых – 1,5 %. Как следует из результатов III тура обследований, в хозяйстве увеличился удельный вес торфяно-минеральных среднеминерализованных почв до 32,2 % и снизился в категории торфяно-глеевых до 32,2 %, торфяных маломощных – до 13,4 %, торфяных среднемощных – до 1,0 %. Это хозяйство – единственное из исследуемых, где после III тура обследований сохранились торфяные мощные почвы, хотя и на небольшой площади – всего 2 га (0,1 %). Появилась здесь также отсутствующая во II-м туре категория минеральных остаточно-торфяных песчаных почв с содержанием ОВ 5–10 % – 214,1 га или 13,1 %.

## **Заключение**

Таким образом, на протяжении исследуемого периода во всех анализируемых хозяйствах произошли значительные изменения состава почвенного покрова, особенно на торфяно-болотных почвах, где более плодородные разновидности трансформировались в менее плодородные. Данный факт, в свою очередь, выдвигает перед аграрной наукой задачу комплексного решения проблемы деградации мелиорированных торфяных почв и их использования для нужд народного хозяйства.

УДК 630\*237:630\*945.4:630\*116

## **АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫЕ ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

**Булко Н.И., Шабалева М.А.**

Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, [formelior@tut.by](mailto:formelior@tut.by)

*This paper reports data about the processes of flooding of forest stands in Belarus. The main causes of flooding have been defined; the criteria for assessing the source of flooding, which determine the choice of direction and method of rehabilitation were presented.*

### **Введение**

В Беларуси проблема антропогенного воздействия на лесные экосистемы стоит достаточно остро. За последние 150 лет в лесном фонде Беларуси было мелиорировано около 600 тыс. га земель, около 1,5 млн. га подвержено влиянию мелиоративных сетей, расположенных на сельскохозяйственных землях. И в то же время – треть лесного фонда Беларуси представляет собой избыточно увлажненные лесные земли. В последние 20-25 лет процессы изменения гидрологического режима этих земель в сторону подъема уровней грунтовых вод (УГВ) существенно усилились. Сформировалась особая категория избыточно увлажненных земель – подтопленные земли, характеризующиеся чаще всего резким, быстрым изменением гидрологического режима, сопровождающимся последующей гибелью произрастающих на этих землях лесов. Подтопление лесных земель сопровождается рядом отрицательных последствий: ухудшается рост насаждений, уменьшается прирост древесины, происходит гибель насаждений, трансформация земель в менее продуктивные, идет деградация ландшафтов, увеличивается интенсивность поступления радионуклидов в древесину на загрязненных территориях.

### **Основная часть**

Среди подтопленных лесных земель определенная доля приходится на территории, где резкое повышение уровня грунтовых вод обусловлено природными факторами (деятельность бобров, резкое повышение УГВ в котловинах вследствие выпадения большого количества осадков, распад перестойных насаждений и ухудшение их мелиоративной роли). Однако в большинстве случаев подтопление обуславливается антропогенным воздействием. В результате выборочного обследования отдельных лесхозов Беларуси было

установлено, что площадь подтопленных лесных земель вследствие антропогенного воздействия сопоставима с площадью официально учтенных мелиорированных земель в лесном фонде, находящемся в ведении МЛХ Республики Беларусь (275 тыс. га).

Наиболее значимыми факторами изменения гидрологического режима лесных экосистем, как показали наши исследования последних лет, являются:

- нарушение сложившегося гидрологического режима при строительстве и эксплуатации линейных сооружений: автомобильных и железных дорог, ЛЭП и линий связи, нефте- и газопроводов, других коммуникаций;

- нарушение гидрологического режима лесных земель при строительстве и эксплуатации польдерных систем и напорных водохранилищ в пойме реки Припять;

- последствия ликвидации техногенных аварий на нефте- и газопроводах;

- устройство водохранилищ, водоемов, прудов, рыбоводческих хозяйств;

- разрушение осушительной сети на территории лесного фонда, обусловленное технологическими аспектами антропогенной деятельности (устройство переездов, насыпных плотин, дамб, перемычек, реконструкция межхозяйственных мелиоративных систем частями);

- ренатурализация болот искусственным заболачиванием без учета рельефа местности и несвоевременные уходы за ней;

- вырубка спелых насаждений хвойных и твердолиственных пород на избыточно увлажненных землях.

Проблема восстановления лесных экосистем, подвергшихся антропогенному подтоплению, может быть решена после их обследования и оценки состояния. На основании полученных данных необходимо определить возможность реабилитации очага подтопления и выбрать ее направление. Приоритетным направлением должно быть лесохозяйственное, однако в ряде случаев может быть выбрано водохозяйственное, рекреационное, природоохранное и другие направления.

Для подтопленных лесных насаждений предлагаются следующие основные критерии оценки: давность возникновения очага подтопления («возраст» очага); геоморфологические условия очага и прилегающих территорий; наличие и состояние мелиоративной сети. Также следует учитывать и вспомогательные критерии: площадь очага подтопления; обратимость последствий подтопления; местонахождение, расстояние от населенных пунктов, доступность; последствия развития очага для прилегающих территорий; наличие поселений бобров; наличие в очаге редких и исчезающих видов флоры и фауны; предполагаемые объемы затрат на выполнение реабилитационных мероприятий.

Так, осуществить реабилитацию очага подтопления тем проще, чем меньше его «возраст». В зависимости от интенсивности формирования очага подтопления и характера идущих в нем процессов целесообразно подразделить очаги подтопления по «возрасту», как указано в таблице 1.

В большинстве случаев чем больше «возраст» очага подтопления, тем больше занимаемая им площадь. При реабилитации больших очагов требуется устройство значительного количества инженерных сооружений и существенные объемы затрат. Возрастом определяется и обратимость последствий подтопления. В частности, в возрасте свыше 50 лет, при формировании верхового болота, последствия подтопления, как правило, необратимы.

**Таблица 1 – Характеристика процессов, происходящих в очагах подтопления с изменением «возраста» очагов**

Стадии процесса подтопления	Состояние насаждения	Возраст очага, лет
Начальная	формирование куртин усохшего древостоя в пониженных местах очага	1-5
Развитие	насаждение усохло в зоне затопления, идет процесс его ослабления в зоне подтопления	5-10(20)
Интенсивное расширение на прилегающие территории	в зоне затопления вблизи источника подтопления формируется низинное болото, расширяются зоны затопления и подтопления, на границе затопления и подтопления возникает кайма усыхания древостоя	10(20)-40(50)
Стабилизация	насаждения в зонах затопления и подтопления усохли, дальнейшего расширения очага не происходит, в очаге формируется в центре – верховое болото, по краям – низинное	свыше 50

Осуществление реабилитации потопленных лесных земель направлено, в первую очередь, на устранение причины подтопления. Так, при образовании подтопления и нарушении стока воды линейными коммуникациями возможно восстановление прежнего УГВ либо путем устройства водопропускных сооружений через линейные коммуникации, либо сбросом воды из очага подтопления по каналу, проложенному параллельно линейному коммуникационному сооружению до ближайшего водопропускного сооружения.

При нарушении работоспособности мелиоративной сети должны быть выполнены мероприятия по ее восстановлению.

Должны быть восстановлены естественные водотоки, уничтоженные при ликвидации техногенных аварий, либо должен быть построен обводной канал вокруг места техногенной аварии.

Если подъем УГВ выше допустимого для жизнедеятельности насаждений произошел, вследствие вырубki спелых или перестойных насаждений, их распада, должно быть предусмотрено дренирование вырубок сетью мелких каналов с последующим удалением из них воды в водоотводящий канал.

При строительстве польдеров не должна допускаться изоляция лесных массивов и их ограждение дамбами со всех сторон. Должен быть обеспечен беспрепятственный заход и выход паводковых вод в массивы, прилегающие к польдерам, с учетом направления движения этих вод по массивам. Для обеспечения пропуска паводковых вод через лесные массивы, огражденные дамбами польдеров более чем с двух сторон, должна производиться реконструкция отдельных участков польдеров таким путем, чтобы был восстановлен свободный проход паводковых вод, обеспечено их течение по ложбинам, речкам, руслам через эти массивы.

Повторное заболачивание возможно только при условии обеспечения, пусть даже посредством строительства сложных инженерных сооружений, безопасного состояния прилегающих территорий, в том числе лесных.

### **Заключение**

Увеличение площади потопленных лесных земель в Беларуси, причиной возникновения которых являются различные факторы, главным образом, антропогенного характера, требует разработки способа их реабилитации. Приоритетным направлением реабилитации потопленных насаждений должно быть лесохозяйственное. Однако выбор направления реабилитации дол-

жен производиться после детального обследования очага подтопления. Реабилитация подтопленных лесных земель связана, в первую очередь, с ликвидацией источника подтопления и осуществляется по-разному в зависимости от причин, вызвавших изменение водного режима.

УДК 630.18 (476)

## **ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЫ**

**Бусько Е.Г.**

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь, [Rektorat@batu.edu.by](mailto:Rektorat@batu.edu.by)

*To match the level of the environmental pollution of Belarus by industrial pollutions were held bioindication researches of wood plant among 590 test points of plant patterns selections according to general European methods. The concentration of the heavy metals (Pb, Cd, Ni, Cr, Sr, Cu, Zn, Mn, Co) and the range of other chemical elements is marked on plasma spectrometer "Spektroflame" (Germany).*

### **Введение**

Интенсивное развитие промышленного производства в Беларуси в последние десятилетия вызвало существенные изменения в состоянии окружающей среды, что в известной мере привело к нарушению экологического равновесия в природных комплексах, в том числе в лесных экосистемах.

Поскольку лес является основным аккумулятором и трансформатором солнечной радиации в биотическом и энергетическом потоке биосферы и главнейшим продуцентом органического вещества, а также выполняет климатообразующую, водоохранную и противозерозионную функции, то представляется целесообразным определить характер и степень его ответной реакции на воздействие техногенных и рекреационных нагрузок, способствующих ухудшению лесорастительных условий.

В предыдущих наших работах (Сидорович, Арабей, Бусько и др. 1990; Алехно, Арабей, Бусько. и др. 1992; Бусько, и др., 1995) было установлено, что, несмотря на выраженные различия химического состава химических загрязнителей, их количеств и путей поступления при различной специфике и технологии производств, практически на всех стационарах, расположенных в зоне функционирования промышленных объектов, было установлено присутствие в составе техногенных эмиссий общих ингредиентов, как-то: тяжелых металлов, кремнезема, соединений серы, азота и ряда других. Это позволило изначально предположить наличие общих черт в характере их воздействия на основные компоненты лесных экосистем – ассимилирующие органы, опад, лесную подстилку и почвы.

### **Условия, методы и объекты исследований**

Для объективной оценки экологической ситуации, сложившейся в республике под воздействием техногенного фактора, представляется необходимым вычленив из широкого спектра элементов, входящих в промышленные эмиссии, те элементы, которые оказывают наибольшее влияние на обменные про-

цессы в лесных экосистемах. С этой целью минеральный состав указанных компонентов, как и в более ранних наших исследованиях, оценивался по 21 показателю.

Оценка уровня загрязнения природной среды Беларуси промышленными токсикантами в целом и на ее основе – выбор стационаров для проведения постоянных исследований были проведены путем проведения биоиндикационных исследований лесной растительности в 590 пунктах отбора растительных образцов в соответствии с общеевропейской методикой. Концентрация тяжелых металлов (Pb, Cd, Ni, Cr, Sr, Cu, Zn, Mn, Co) и ряда других химических элементов определена на плазменном спектрометре «Spektroflame» (Германия).

На основе выполненных карт-схем по каждому химическому элементу установлено, что очаги повышенного накопления тяжелых металлов в тест-объектах локализованы на незначительной площади, а основная часть страны характеризуется либо фоновым, либо несколько превышающим его уровнем загрязнения.

Исходя из обзора принципов и методов фитоиндикации при проведении биологического мониторинга техногенного воздействия на природные экосистемы, мы остановили свой выбор на изучении ответной реакции на его проявления у сосновых фитоценозов, образованных основной для нашего региона лесообразующей породой.

Исследования были выполнены в лесных насаждениях, сформированных главной для Беларуси лесообразующей породой – сосной обыкновенной, и занимающих в настоящее время 51,6 % ее лесопокрытой площади.

С целью получения наиболее полного представления о характере изменений отдельных структурных компонентов сосновых фитоценозов в условиях промышленной среды на территории Белоруси была установлена серия стационаров в насаждениях, граничащих с наиболее крупными промышленными объектами, поставляющими в атмосферу разнообразные поллютанты, и соответственно – серия аналогичных стационаров, расположенных на сопредельной территории, но находящихся на достаточном удалении от индустриальных объектов – в условиях биосферных заповедников.

Это обеспечивало, с одной стороны, наиболее широкий охват исследованиями пространства страны с учетом вариабельности ее почвенно-климатических характеристик, с другой – позволяло выявить степень отклонений от нормы изучаемых показателей, в зависимости от специфики техногенного загрязнения конкретных промышленных предприятий.

Исследования были проведены в двух сериях (находящихся в условиях промышленной среды и заповедных) сосновых фитоценозов, функционирующих вблизи шести областных центров республики, а также городов Новополоцка, Мозыря (с развитой нефтехимической промышленностью) и Новолукмы (ГРЭС).

С целью получения сравнительных показателей были установлены с соблюдением принципа адекватности стационарные контрольные пробные площади на значительном удалении от источников промышленных выбросов, то есть на расстоянии не менее 90 км. Для северной части Беларуси контролем служили пробные площади, отведенные в сосняках на территории Березинского биосферного заповедника, для центральной – на территории Нали-



бокской пуши, для западной части республики – на территории Национального парка «Беловежская пуца», а для восточной и юго-восточной частей – в сосняках Октябрьского лесхоза (Гомельская область).

Всего на всех исследуемых объектах была установлена 41 постоянная пробная площадь, в том числе в контрольных условиях – 11 (рисунок).

### **Результаты исследований**

Исследование интегрального уровня воздействия техногенных поллютантов на изученный комплекс компонентов лесных экосистем Беларуси – хвою, опад, лесную подстилку и почвы – показало, что на фоне различий глубины трансформации их химического состава в отдельных частях региона установлено выраженное усиление аккумуляции в них относительно заповедной территории Ni, Na, S, Pb и Fe, наиболее проявившееся на Минском и Гродненском стационарах, при параллельном повышении миграционной способности Mg, K, Cr, P и B, особенно в условиях Гомельского и Мозырского стационаров.

К числу элементов, обнаруживших одновременное усиление аккумуляции в большинстве компонентов лесных экосистем, следует отнести на Минском стационаре – Si, Ca, S, Na, Zn и Co; Гродненском – Mg, S, Na и Ni; Мозырском – Cu, Ni, Cr и Pb; Могилевском – Fe, S, Ni и Co; Брестском – Ni, Pb и Sr; Витебском – Ca, Ni и Na; Гомельском – S, Na и Pb; Новополоцком – S, Ni и Na.



*Рисунок – Схема размещения постоянных пробных площадей на территории Беларуси*

### **Заключение**

Полученные результаты исследований однозначно указывают на то, что лесные экосистемы, обладая высокой замкнутостью биологического круговорота химических элементов, значительной вертикальной мощностью и огромной внутренней поверхностью, отличаются сильными буферными свойствами, что позволяет им противостоять разрушительной силе внешних воздействий и обеспечивать поддержание стабильной природной обстановки на занимаемых ими территориях.

### **Список цитированных источников**

1. Сидорович, Е.А. [и др.] // Докл. АН БССР. – 1990. – Т. 34. – № 10. – С. 941–943.

2. Алехно, А.И. Лесные ландшафты Беларуси: Структурно-функциональная организация и устойчивость к техногенным нагрузкам / А.И. Алехно [и др.]. – Минск, 1992. – 295 с.

3. Бусько, Е.Г. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси / Е.Г. Бусько. – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – 319 с.

УДК 624.07.042 (045.5) 083.74

## **АКТУАЛЬНОСТЬ УЧЕТА СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Валуев В.Е., Мешик О.П.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [mor@bstu.by](mailto:mor@bstu.by)

*The article analyzes the current problems of building climatology in Belarus. Objects of study are snow loads, wind and temperature effects on buildings and constructions.*

### **Введение**

В Республике Беларусь осуществляется планомерная разработка национальных Технических кодексов установившейся практики (ТКП), увязанных через посредство Национальных приложений с соответствующими Европейскими стандартами (EN). Степень соответствия/несоответствия национальных государственных стандартов европейским стандартам в части снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий на здания и сооружения, безусловно, диктуется вкладом местных факторов, отражающих качественные и количественные параметры современных изменений климата непосредственно на застраиваемой/осваиваемой территории.

### **Основная часть**

Необходимо учитывать, что большая часть территории Беларуси не охвачена данными наблюдений за *снеговым покровом*, особенно южная часть Витебской области и северная часть Припятского Полесья. Требование к репрезентативному (равномерному и достаточному) расположению точек с метеорологической информацией является обязательным условием при анализе временных рядов снегозапасов (снеговых нагрузок), их картографировании и оценивании погрешностей. В ходе предварительной обработки опытных (экспериментальных) данных должны быть отсеяны грубые погрешности, связанные с измерением снегозапасов, осуществлена проверка соответствия распределения результатов измерения/наблюдения закону нормального распределения. Когда классическая гипотеза оказывается неприемлемой, необходимо установить – какому закону распределения подчиняются опытные данные по снегозапасам на локальных участках территории и корректно преобразовать альтернативное распределение к нормальному.

Обработка временных рядов метеозаэментов [1] должна осуществляться по-этапно с выделением периодических, регулярных и сезонных циклов (годового, сезонного, суточного хода), а также нерегулярных циклов (тренда, непе-

риодических, квазипериодических составляющих); сглаживанием и фильтрацией отдельных частот; проверкой на случайность колебаний; исследованием однородности колебаний во времени и пространстве; прогнозом колебаний.

Из-за недостаточной развитости точек опорной сети с информацией о снеготасах, осуществляется разработка аналитических зависимостей, аргументами которых являются основные факторы климатообразования и косвенные физико-географические признаки. Высокую точность картографирования снеготасов способны обеспечить трехмерные функции, отражающие их зависимость от широты, долготы метеопункта и абсолютной отметки высоты расчетной точки. Репрезентативность пространственного распределения расчетных точек характеризуется с помощью критерия ( $\chi^2$ ) при разделении территории на участки (области), включающие контрольные точки, в допущении, что оптимальным «шагом» между метеопунктами является 20 километров. Однако локальные участки (20 км x 20 км) часто не включают в себя реально существующие метеопункты. В этом случае в качестве границ областей используются границы полей специально построенных изокоррелят твердых осадков. Сравнение значений ( $\chi^2$ ), полученных с критическими, позволяет сделать вывод о равномерности распределения точек опорной сети по участкам принимаемого оптимального размера.

Период наблюдений за основными характеристиками снеготасов в 30-60 лет позволяет практически адекватно отразить научно обоснованными количественными параметрами современные колебания/изменения климата, осуществить описание вариационных кривых с помощью математических моделей функции распределения (нормального, Вейбулла, Гумбеля, Фреше), построить карты районирования территории по рекомендуемым к использованию в ТКП типам распределения и изолиний характеристических значений снеговых нагрузок (например, обеспеченностью 0,98; период повторяемости 50 лет).

Безусловно, должна учитываться возможность возникновения аномальных процессов формирования снегового покрова в разносрочной перспективе. В этом случае необходим перерасчет нормативных значений снеговых нагрузок по единой методике, но для иных периодов повторяемости и обоснованных сроков службы сооружений.

Очевидной является необходимость комплексного использования экспериментальной информации, совместного анализа метеорологических, гидролого-климатических, тепловоднобалансовых и гидрогеологических показателей застраиваемых территорий, дающих возможность выполнить статистические оценки воздействий на несущие конструкции зданий и сооружений [2].

*Воздействия ветра* на наземные сооружения, их элементы и выступающие части в настоящее время оцениваются по методикам, увязанным с их местоположением, типом местности и т.д. при использовании репрезентативных метеорологических данных. Базовые значения ветровых воздействий являются характеристическими значениями скорости ветра/ скоростного напора с годовой вероятностью превышения 0,02, что соответствует среднему периоду повторяемости 50 лет. Практическое моделирование ветровых воздействий на конструкции осуществляется исходя из условия непревышения вероятности базовых значений рассчитанными ветровыми воздействиями. Климатический режим ветра, профиль скорости ветра по высоте и направлению, за-

висящий от шероховатости земной поверхности и орографии, влияние высоты расчетной точки над уровнем моря, компоненты турбулентности, учтенные в моделях, позволяют наиболее полно и точно оценить динамическую реакцию сооружения на ветровые воздействия.

Использование в исследованиях и расчетах длинных (30-60 лет) рядов данных позволяет зафиксировать большие, редко наблюдаемые скорости ветра, более точно оценить повторяемость (%) различных сочетаний скорости и направления ветра. Ошибка в этих оценках может измениться от 0,05 до 0,8 % при увеличении повторяемости от 0,1 до 50 %.

На основе статистических оценок характеристик ветрового режима сформулированы требования и параметры, обеспечивающие учет ветровых воздействий на здания и сооружения, а также построены карты ветровых районов и соответствующие им основные значения базовой скорости ветра (22 м/с; 24 м/с), включенные в Национальное приложение к ТКП ЕН, согласно которому, по мере расширения базы экспериментальных данных, возможно уточнение статистических оценок в условиях современных изменений климата Беларуси.

*Температурные воздействия* на элементы конструкций учитываются при определении их расчетных параметров, подвергаемых суточным и годовым колебаниям температуры.

Изменения температуры наружного воздуха, солнечное излучение, обратное отражение приводят к изменению распределения температуры в составных элементах зданий и сооружений. Оценка годовой минимальной и максимальной температур наружного воздуха сводится к установлению их характеристических значений, соответствующих годовой вероятности превышения  $p = 0,02$  для географического положения сооружения. Базовые величины считаются репрезентативными, если приняты по 60-летним рядам абсолютных максимумов и минимумов температур воздуха. Они же использованы при разработке карты изотерм (характеристические значения температур воздуха), которая вошла в Национальное приложение к ТКП ЕН.

По соответствующим аналитическим/графическим зависимостям осуществляется переход от максимальных/ или минимальных температур годовой вероятностью превышения  $p = 0,02$  к их значениям иной обеспеченности [3].

### **Выводы**

1. Проблемы строительной климатологии и экологической безопасности в настоящее время должны решаться с использованием актуализированных Технических кодексов установившейся практики (ТКП), адаптированных к современным колебаниям основных климатических характеристик и гармонизированных с Европейскими стандартами (EN).

2. Нормирование снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий на конструкции с использованием расчетных методик, скорректированных согласно экспериментальным данным периода аномальных колебаний основных климатических параметров, позволяет повысить эксплуатационную надежность и обеспечить расчетный срок службы зданий и сооружений.

### **Список цитированных источников**

1. Статистические методы в природопользовании: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Мелиорация и водное хозяйство» / В.Е. Валуев [и др.]. – Брест: Брестский политехнический институт, 1999. – 252 с.

2. Картографирование основных характеристик снегового покрова по результатам комплексной статистической обработки данных метеорологических наблюдений / В.В. Тур [и др.] // Вестник БрГТУ: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – 2008. – №2<sub>(50)</sub>. – С. 2–10.

3. Валуев, В.Е. Современные подходы к оценке температурных воздействий на конструкции зданий и сооружений / В.Е. Валуев, О.П. Мешик // Вестник БрГТУ. – 2010. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 62–65.

УДК 630\*232

## **ЭКОЛОГО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИ ИХ ЛЕСОКУЛЬТУРНОМ ОСВОЕНИИ**

**Волович П.И.**

Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, [forinstnanb@gmail.com](mailto:forinstnanb@gmail.com)

*The case in point is the distribution of cutover peatlands by their suitability for afforestation. The productivity of stands of different origin was demonstrated to be determined by the depth of peat accumulation, groundwater level and tree species. Within the span of 25 to 35 years, the yield from felling in low-level cutover bogs may run as high as 250-300 m<sup>3</sup>.*

### **Введение**

Выработанные торфяные месторождения являются наиболее распространенной категорией нарушенных земель в Беларуси. В перспективе их площадь составит около 240 тыс. га, а с учетом земель, выведенных из сельскохозяйственного использования, может достичь 400 тыс. га. Поэтому эта категория земель в ближайшие годы будет одной из составляющих лесокультурного фонда, на которой возможно выращивание лесных насаждений. Мировая практика лесохозяйственного освоения таких земель свидетельствует о создании на них лесных культур специального назначения, что позволяет получать дополнительное сырье в виде топливной древесины.

### **Основная часть**

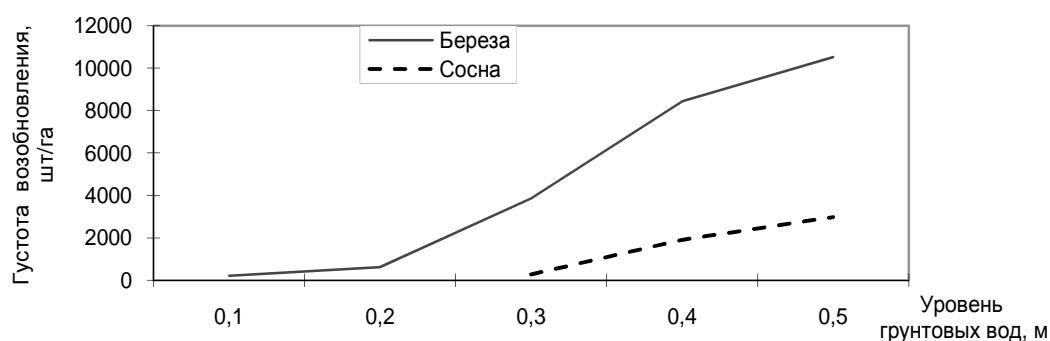
В зависимости от условий водно-минерального питания и произрастающей растительности выделяют три типа болот (верховой, переходный, низинный), соответственно которым формируются три типа торфа. На территории Республики Беларусь [1] низинные болота занимают наибольшую (61,1 %) часть, верховые и переходные болота – 18,2 и 20,7 %, соответственно. Основным отличием выработанных торфяников верховых типов болот является их высокая гидролитическая кислотность (85-166 мг-эк в/100 г), что типично для органогенных природных образований. В активной корнеобитаемой зоне почвы содержится мало кальция и магния. Содержание общего азота в торфах верхового типа невысокое (0,8-1,8 %), в переходных – достигает 3,5 %. Запасы фосфора и калия, измеряются только сотыми долями процента. Поэтому олиготрофные осушенные выработанные торфяники относятся к наиболее бедным почвам.

Выработанные торфяные месторождения обычно распространены на больших площадях и характеризуются неоднородностью [2, 3] происхождения

(остаточная мощность торфа, степень задернения, уровень грунтовых вод (УГВ, см), возобновительная способность древесных пород). На основании результатов обследования выработанных торфяников и с учетом литературных данных [2-4], нами выделены следующие категорий полей: затопляемые (УГВ от +50 и > (весна) до +20 (осень)) и заболачиваемые (УГВ от +30 (весна) до минус 10 (осень)) – исключаются из лесокультурного фонда; низкие (УГВ от +10 до минус 50 (подтопление весной)), средние (УГВ от минус 50 (весна) до минус 100 (осень)) и высокие поля (УГВ от минус 100 (весна) до минус 200 и > (осень)) – пригодные для лесоразведения.

В зависимости от типа болот, остаточной мощности торфяной залежи, УГВ, наличия естественного возобновления древесно-кустарниковых пород и степени задернения почвы подбираются древесные породы для лесоразведения. На выработанных торфяниках верхового типа, медленно зарастающих травяной и древесно-кустарниковой растительностью, из-за бедности почвенных условий обработка почвы может не производиться. При обработке почвы плугом типа ПКЛ-70 допускается нарезка мелких (8-10 см) борозд или фрезерование лесокультурной площади узкими полосами. Посадка растений в дно плужных борозд часто отрицательно сказывается на приживаемости, их росте и развитии. Создавать лесные культуры в условиях выработанных торфяников лучше по пластам или микроповышениям.

При лесокультурном освоении выработанных торфяных месторождений большое практическое значение имеет оценка возобновительной способности древесных пород. Характер и скорость появления травянистой и древесно-кустарниковой растительности во многом зависит от агрохимических свойств почвообразующих субстратов и пестроты гидрологического режима. Наиболее обильное естественное возобновление наблюдается на кавальерах картовых каналов, собирателей и магистральных каналов в условиях верхового и переходного типа болот. Возобновление происходит в основном за счет березы пушистой (80-90 %). Естественное возобновление древесных пород не зависит от глубины торфа. Положительный эффект возобновления сосны и березы наблюдается при снижении УГВ (рисунок), что подтверждается корреляционной связью ( $r_b = 0,719$ ;  $r_c = 0,633$ ). Зона достаточного естественного возобновления березы составляет 3-8 м, поэтому она может не вводиться в лесные культуры. В зависимости от ширины картовых полей (20, 40 м) рекомендуется высаживать от 7 до 13 рядов лесных культур сосны, которая в условиях верхового и переходного типов болот характеризуется лучшими лесоводственно-таксационными показателями, чем ель такого же возраста.



**Рисунок** – Густота естественного возобновления сосны и березы в зависимости от УГВ

При обследовании культур 20-35-летнего возраста установлена различная продуктивность насаждений. В сопряжении с такими факторами, как происхождение болот, остаточная мощность торфа, УГВ и культивируемая древесная порода, создаваемые лесные насаждения растут и развиваются, как высокопродуктивные ( $250-340 \text{ м}^3/\text{га}$ ) чистые и смешанные древостои, имеющие высокий класс бонитета (I, II), так и насаждения с низким древесным запасом ( $18-27 \text{ м}^3/\text{га}$ ), однако последние, формируясь в сложных лесоводственно-гидрологических условиях, дают наибольший эффект при лесовыращивании.

При лесоразведении на выработанных торфяных месторождениях *верхового* типа болот культивируются, в основном, сосна и береза. Древостои сосны 15-20-и лет в зависимости от условий лесовыращивания (мощность торфа, УГВ и др.) накапливают  $30-100 \text{ м}^3/\text{га}$  древесины. Культуры ели в большинстве случаев в этих условиях погибают. На торфяниках *переходного* типа болот (мелкозалежные торфяники  $0,3-0,5 \text{ м}$ ; УГВ до  $1,0 \text{ м}$ ) чистые и смешанные 25-летние культуры (сосны, ели, березы) характеризуются высокой продуктивностью насаждений ( $180-300 \text{ м}^3/\text{га}$ ), что свидетельствует об интенсивности лесовыращивания. С повышением мощности торфа запас древостоев резко снижается. Культуры плохо растут и развиваются при высоком УГВ. Древостои сосны, созданные на повышенных минерализованных участках *низинного* типа болот, а также на площадях с глубиной торфа до  $0,5 \text{ м}$ , растут по I-II классу бонитета и во втором классе возраста (21-40 лет) достигают запаса  $265-310 \text{ м}^3/\text{га}$  стволовой древесины. Древостои березы к 25-30-летнему возрасту имеют продуктивность  $80-180 \text{ м}^3/\text{га}$ , а ольхи черной в 30-35-летнем возрасте характеризуются наибольшим запасом ( $315-360 \text{ м}^3/\text{га}$ ). В результате появляющегося естественного возобновления мягколиственных древесных пород на лесокультурных площадях повышается полнота, а запас стволовой древесины выращиваемых насаждений увеличивается на 10-60 %.

### **Заключение**

В условиях выработанных торфяных месторождений посадку лесных культур разных древесных пород следует производить дифференцированно в зависимости от типа болот. Сосна лучше переносит кислотность и рекомендуется к посадке на верховых болотах. Береза пушистая перспективна для выращивания по кавальерам осушительных каналов. Ель, береза и ольха черная успешнее растут на более богатых низинных, низинно-переходных болотах и их окраинах. В любом случае, лесные культуры, создаваемые на выработанных торфяных месторождениях, должны разделяться на две категории: средозащитные насаждения, которые наилучшим образом будут соответствовать принципам рационального природопользования, и лесосырьевые – наиболее полно отвечающие задачам лесного хозяйства.

### **Список цитированных источников**

1. Биосферно-совместимое использование лесных и болотных экосистем (мировые тенденции и опыт Беларуси) / Н.Н. Подоляко [и др.]. – Минск, 2003. – 190 с.
2. Застенский, Л.С. О выращивании лесных культур на выработанных торфяниках / Л.С. Застенский // Сб. лесоведение и лесн. х-во. Вып. 6. – Мн., 1972. – С. 112–119.
3. Поджаров, В.К. Лесохозяйственное освоение торфяных выработок / Поджаров В.К. – Минск: Ураджай, 1974. – 200 с.
4. Кузьменков, М.В. Эколого-мелиоративный мониторинг мелиорированных земель в Гослесфонде Беларуси / М.В. Кузьменков // Проблемы комплексного исполь-

зования и мелиорации земель на водосборе: материалы симпозиума, Бокситогорск Ленинградской обл., 13-17 августа 2002 г. – С.-Пб., 2002. – С. 104–107.

УДК 628.1/.3

## **ПРИМЕНЕНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ПОЧВОУЛУЧШАЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ**

**Вострова Р.Н., Чаша Н.А.**

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель, Республика Беларусь, [vostrova@tut.by](mailto:vostrova@tut.by)

*Deposits of sewage can be applied as organic or complex fertilizers under commercial crops, to restoration of the broken grounds and for green construction of city if they correspond to requirements of normative documents.*

### **Введение**

Годовой объем водоотведения в республике составляет 1288 млн. м<sup>3</sup> сточных вод [1]. Количество осадков, выделяющихся при очистке сточных вод на современных очистных сооружениях, составляет от 2 до 10 % от расхода поступающих вод [2].

Ежегодно в нашей республике при очистке сточных вод образуется около 180-197 тысяч тонн осадков сточных вод по сухому веществу (ОСВ) [3]. Из них используется в народном хозяйстве 4-5 % от всего объема, в основном же осадки складировются и хранятся на территории очистных сооружений. В Классификаторе отходов, утвержденном в соответствии со статьей 11 Закона Республики Беларусь «Об отходах», осадки (шламы) биомеханической обработки сточных вод определяются как отходы.

### **Агрохимические свойства ОСВ**

Содержание элементов питания растений в ОСВ колеблется в широких пределах и определяется в основном составом и соотношением коммунально-бытовых и промышленных стоков, поступающих на очистные сооружения, и вида и степени обработки ОСВ. Однако наряду с питательными веществами в ОСВ, особенно промышленно-бытовых сточных вод, могут содержаться в токсичных количествах такие вещества, как «тяжелые металлы», органические соединения, а также яйца гельминтов, патогенная микрофлора [2]. Существует группа металлов, за которыми закрепилось только одно определение «тяжелые», т.е. токсичные. Это, прежде всего, ртуть, кадмий, свинец и мышьяк, или, как их называют отдельные авторы, «большая четверка». Среди названных металлов особенно вредны для всего живого ртуть и кадмий.

Осадки сточных вод могут применяться как органические или комплексные органо-минеральные удобрения под технические культуры, для рекультивации нарушенных земель и для зеленого строительства города, если они соответствуют требованиям, представленным в таблице [4].

Вследствие отсутствия в течение длительного времени должного внимания к проблеме переработки ОСВ объемы их утилизации в Республике Беларусь незначительны. Не налажен должный учет, нет полной информации о составе и свойствах осадков, образующихся на очистных сооружениях. Поэтому для выбора направления утилизации ОСВ, в соответствии с Законом



Республики Беларусь «Об отходах», необходимо разработать нормативную документацию на использование ОСВ в качестве компонентов для приготовления компостов, осуществлять повсеместную сертификацию ОСВ, образующихся очистных сооружениях. Необходима республиканская программа по сертификации осадков с учетом требований нормативно-технической документации, разработка которой с учетом региональных особенностей весьма актуальна в настоящее время.

**Таблица – Требования к агрохимическим показателям качества осадков сточных вод, применяемых в качестве удобрения**

Показатель, размерность	Норматив
Органическое вещество, % на сухое вещество, не менее	40
Реакция среды (рН <sub>сол</sub> ), не менее	5,5
Азот общий (N), % на сухое вещество, не менее	2,0
Фосфор общий (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), % на сухое вещество, не менее	1,0
Калий общий (K <sub>2</sub> O) % на сухое вещество, не менее	0,2
Зольность, в %, не более	60

### **Заключение**

Процедура сертификации ОСВ позволит обоснованно подходить к выбору способа их размещения в окружающей среде, выявить характерные загрязнения, поступающие на очистные сооружения и накапливающиеся в осадках; создать «Реестр осадков сточных вод Республики Беларусь», который станет источником дополнительной информации для заинтересованных ведомств и организаций РБ.

### **Список цитированных источников**

1. Водные ресурсы Республики Беларусь, их использование и их охрана. Издание РУП «ЦНИИКИВР» к Республиканскому экологическому форуму.– Орша, 2003. – Минск, 2003. – 30 с.
2. Туровский, И.С. Обработка осадков сточных вод / И.С. Туровский. – Москва: Стройиздат, 1988. – 256 с.
3. Лысухо, Н.А. Образование отходов и их переработка в Республике Беларусь / Н.А. Лысухо. – Минск, 2001. – 48 с.
4. Рекомендации по использованию осадков сточных вод городских очистных сооружений в зеленом строительстве и сельском хозяйстве. – Ленинград, 1987. – 29 с.

УДК 504.064

## **ОПИСАНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНОГО ФОРМАЛИЗМА**

**Гнатюк С.П., Лихачев А.Б., Нестерова Ю.А., Басов С.В.\***

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; \* Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*The approach based on multifractal formalism is proposed to describe the topological structure of a different ecological objects. The offered set of information*

*markers allows to characterize objects of the various nature with high degree of reliability. The described approach can be used in a "real time" mode for continuous monitoring of a condition of supervising objects.*

### **Введение**

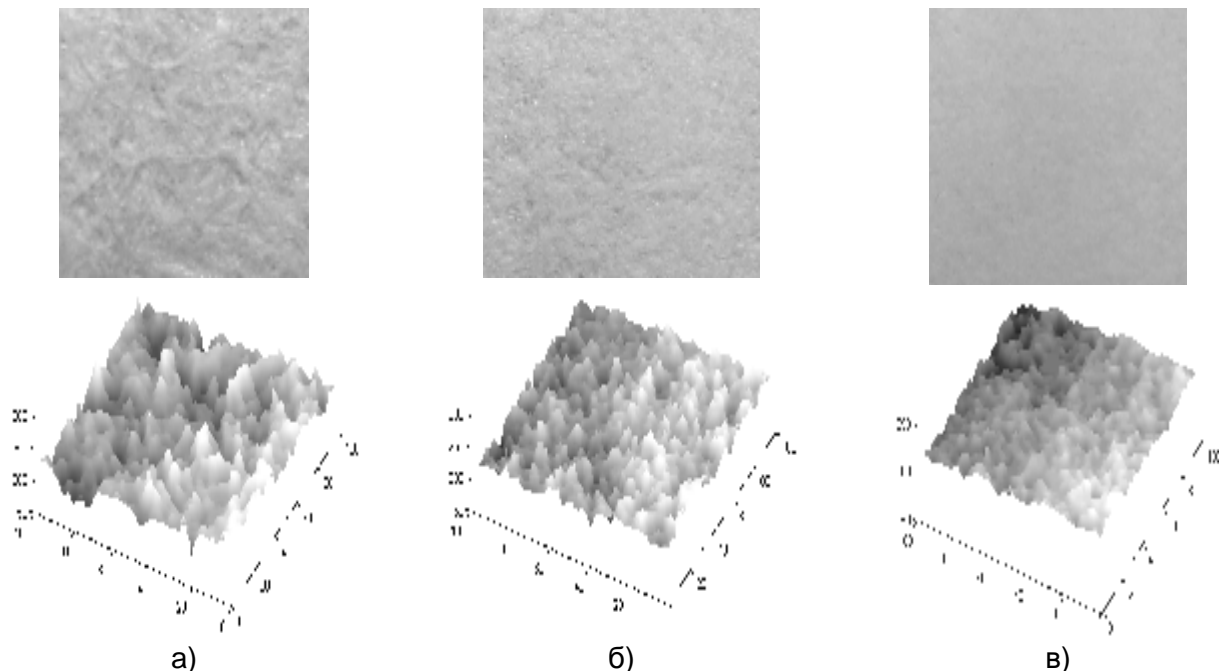
В последнее время при проведении исследований, связанных с необходимостью построения математических моделей, которые должны учитывать неоднородность структуры поверхности либо объема изучаемых объектов, стали применяться методы, основанные на использовании теории фракталов. Основной их предпосылкой стало представление о наличии у объектов исследования регулярных структур, инвариантных к преобразованиям масштаба – скейлингу. Однако в большинстве случаев основное свойство фракталов – самоподобие наблюдалось на ограниченном диапазоне масштабов [1-3]. Это обстоятельство являлось частой причиной отсутствия корреляций фрактальной размерности с физическими характеристиками исследуемых объектов, что привело к дальнейшему развитию теории – формированию представлений об их мультифрактальной природе и разработке математического аппарата мультифрактального формализма [4], означавшего смещение акцента исследований масштабно-инвариантных свойств в направлении изучения особенностей их физической природы.

### **Основная часть**

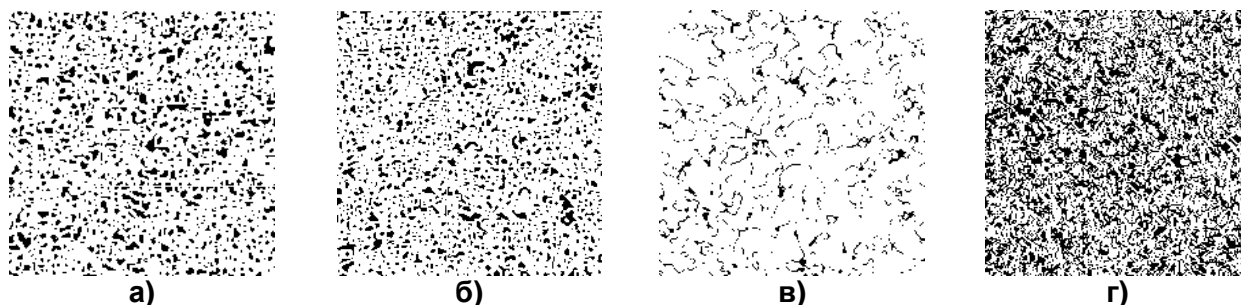
Для параметризации степени неоднородности исследуемых объектов выделяют следующие показатели [4]: собственно фрактальную размерность, обобщенную размерность, которая содержит информацию, необходимую для определения местоположения характеризуемой точки; обобщенную размерность, которая определяет вероятность попадания двух точек в одну произвольно взятую ячейку; меру разнообразия элементов изучаемого объекта; оценку степени его однородности. Это позволяет судить о выраженности структурных особенностей объекта, равномерности в их распределении на единице площади или объема, связанности образуемых ими кластеров и т.д. То есть использование мультифрактального формализма наиболее обосновано при исследовании топологии материалов со стохастическим распределением поверхностных свойств.

В зависимости от задач исследования можно использовать либо исходные изображения поверхности объектов, когда оцениванию подвергается матрица яркости, (рис. 1), либо на основании избыточности полутоновых изображений поверхности исследуемых объектов их бинаризованные аппроксимации, (рис. 2), поскольку каждая из них отражает их специфические морфологические особенности, [4, 5]. «Поверхности вершин» отображают распределение наиболее светлых участков на исходном изображении и таким образом характеризуют вершины неоднородностей; «поверхности долин» соответствуют участкам исходного изображения с минимальными яркостями – впадинам и теневым областям; «поверхности нулевого градиента» связаны с областями, на которых отсутствуют перепады яркости, т.е. такие участки поверхности объекта, на которых перепады высот микронеровностей не превышают чувствительность регистрирующей аппаратуры, и, наконец, «поверхности среза» соответствуют сечению диаграммы яркости исходного изображения по среднему значению, т.е. определяют границы микронеровностей на данном уровне яркости.

Синтез аппроксимационных изображений 1-го и 2-го класса производился с помощью последовательного сканирования исходного полутонового изображения поверхности объекта апертурой размером 5X5 пикселей и определения на каждом шаге алгоритма характеристик её центрального элемента. При синтезе аппроксимации по типу «поверхность вершин» осуществлялся поиск локальных максимумов, а для «поверхности долин» – локальных минимумов.



**Рисунок 1** – Фотографии поверхности тест-объектов различной природы и их диаграммы яркости



**а** – «поверхность вершин», **б** – «поверхность долин», **в** – «поверхность среза»,  
**г** – «поверхность нулевого градиента»

**Рисунок 2** – Преобразование исходного изображения поверхности тест-объекта в аппроксимационные

Найденные мультифрактальные оценки показали высокую степень их избирательности, что позволило их использовать при проведении кластерного анализа обширных групп объектов для объединения их в таксоны и последующего количественного описания их групповых свойств посредством дискриминантного анализа [7-9].

### **Выводы**

Предложена совокупность информационных маркеров, которая позволяет с высокой степенью достоверности характеризовать объекты различной природы.

Ввиду относительной простоты выбранных методов измерений значений предложенной совокупности информационных маркеров, описанный подход

можно использовать в режиме «реального времени» для непрерывного мониторинга состояния объектов наблюдения.

Продолжение работ в области совершенствования методики может привести к ее использованию как составляющей системы технического зрения при проведении экологических исследований.

#### **Список цитированных источников**

1. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова [и др.]. – Москва: Наука, 1994.
2. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. – Москва: Мир, 1991. – 254 с.
3. Шредер, М. Фракталы, хаос и степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая / М. Шредер. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.
4. Встовский, Г.В. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов / Г.В. Встовский, А.Г. Колмаков, И.Ж. Бунин. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 116 с.
5. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II Всероссийской научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде Matlab» / С.П. Гнатюк, А.Б. Лихачев. – 2004. – С. 620–628.
6. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II международного симпозиума «Фотография в XXI веке» / С.П. Гнатюк, М.В. Домасёв, А.Б. Лихачев. – Москва, 2006. – С. 143–146.
7. Гнатюк, С.П. Тезисы докладов II международного симпозиума «Фотография в XXI веке» / С.П. Гнатюк, М.В. Домасёв, А.Б. Лихачев. – Москва, 2006. – С. 146–149.
8. Maxim V. Domasev, Andrey B. Lihachev and Sergey P. Gnatyuk // Conference proceedings book The International Conference “Printing technology. SPb`06”. – P. 77–79.
9. Мультифрактальный подход к исследованию топологических особенностей поверхности материалов: тезисы докладов на Третьей Всероссийской конференции «Химия поверхности и нанотехнология» / С.П. Гнатюк [и др.]. – СПб. – Хилово, 2006.

УДК 504.064

### **МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ЗНАЧИМЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

**Гнатюк С.П., Лихачев А.Б., Мавринский Л.Д., Аделева Д.И., Басов С.В. \***

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет кино и телевидения», г. Санкт-Петербург, Россия; \* Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*The method of allocation of information – significant components of the images of ecological objects and systems is offered. It can lay in a base of creation of OSR for continuous monitoring of their condition with the set level of reliability of the received quantitative information*

#### **Введение**

При проведении исследований в различных областях человеческой деятельности широко применяются методы, которые основаны на разнообразных физических принципах регистрации, анализа и отображения структуры изучаемого объекта или системы (всевозможные оптические методы регистрации и

распознавания, методы оптической, электронной, туннельной, атомно – силовой микроскопии и др.). Однако интерпретация таких результатов носит качественный характер, что связано с объективными трудностями при получении количественных оценок их параметров даже при условии использования перспективных цифровых технологий (например, часто возникают проблемы оценки достоверности полученных данных в связи с утерей части информации в результате цифровой фильтрации и пр.). Это провоцирует появление новых методик выделения и реконструкции информационно-значимых составляющих изображений, которые основаны в том числе и на статистическом подходе к анализу параметров исходных изображений, что обеспечивает получение результатов с заранее определяемым уровнем достоверности.

### Основная часть

Основным понятием, которое широко используется в многочисленных методах, лежащих в основе системного подхода к анализу информации, является понятие энтропии, причем выражения для "термодинамической" (в трактовке Больцмана) и "кибернетической" энтропии совпадают. С энтропией тесно связано определение термина «информация», точнее – ее количество. Если исходное состояние системы можно характеризовать определенной начальной энтропией, а после преобразования сигнала ее текущим значением, то количество информации определяется их разностью, что позволяет проводить как количественную оценку искажений, вносимых аналитической системой в исходное изображение объекта, так и идентификацию их природы. Поэтому исходные данные для оценки значений факторов, определяющих свойства объекта можно почерпнуть посредством вычисления информационных характеристик его изображения, например, из анализа особенностей гистограммы.

Предлагаемый метод в своей основе использует параметры ее математической модели

$$Y = \sum_{i=1}^n K_i * f_i(p_{i,1}, p_{i,2}), \quad (1)$$

где  $K_i$  – масштабные коэффициенты;  $f_i(p_{i,1}, p_{i,2})$  – функции Гаусса - Лапласа, аппроксимирующие яркостные характеристики групп пикселей, образующих  $i$ -й фрагмент изображения объекта, параметры которых рассчитывались с использованием методов условной оптимизации (в качестве критерия оптимизации приняли минимум суммы квадратов отклонений экспериментальных значений распределения пикселей по яркостям от  $Y$ , ошибка адекватного математического описания гистограмм исходных изображений не превышала 3 – 5 %), таблица.

**Таблица – Значения параметров  $p_{i,1}, p_{i,2}$  составляющих  $f_i(p_{i,1}, p_{i,2})$  аддитивной модели гистограммы исходного изображения**

$i$ – номер группы	$p_{i,1}$ – положение максимума распределения значений яркости в таксоне, усл. ед.	$p_{i,2}$ – значение полуширины распределения значений яркости в таксоне, усл. ед.
1	73	5
2	200	15
3	63	5
4	243	9
5	228	8
6	88	5
7	128	25

8	168	14
9	97	10

Продолжение таблицы

10	217	15
11	83	5
12	125	15

Как следует из таблицы, положение максимумов распределения яркости элементов изображения, принадлежащих различным группам и их дисперсии, варьируют в довольно широких пределах.

Это привело к идее использования методов кластерного анализа для объединения близких по характеристикам групп элементов исходного изображения в кластеры, таксоны, принадлежащие к соответствующей информационно-значимой его части, реконструкцию бинарного изображения которой осуществляли посредством выделения соответствующих элементов из всей совокупности пикселей исходного изображения.

Методы кластерного анализа широко представлены алгоритмами агломеративного иерархического группирования объектов и признаков, позволяющими наглядно представлять стратификационную структуру исследуемой совокупности объектов. Критерием качества выполнения процедуры кластеризации может служить различие в расстояниях между объектами внутри кластера и расстояниями между соседними кластерами. В настоящей работе объекты классифицировались по методу "дальних соседей" с метрикой "квадрат евклидова расстояния". Подобный выбор продиктован особенностью алгоритма "дальних соседей", который заключается в формировании кластеров сферической формы по принципу минимального расстояния объектов внутри класса. Таким образом, реализовалась возможность выделения кластеров, не имеющих пересечения между собой, рис. 1.

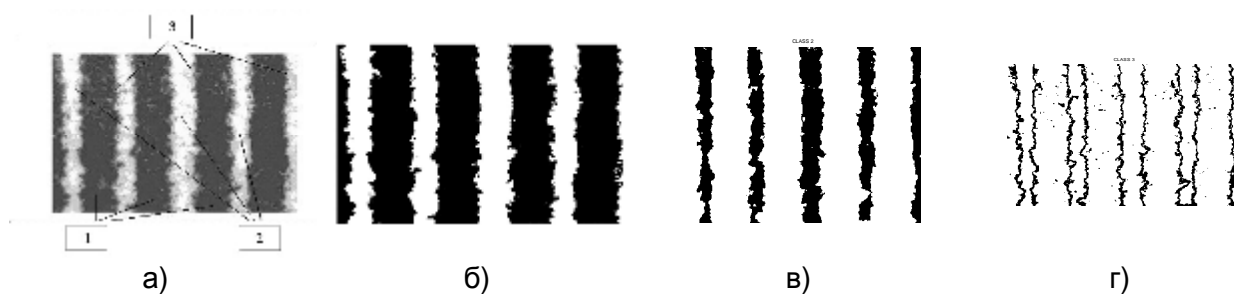


Кластеры: 1 – □, 2 – Δ, 3 – ○; центры тяжести – +.

**Рисунок 1** – Диаграмма рассеяния групп элементов исходного изображения по результатам кластерного анализа

Результатом выполнения процедуры кластеризации стало определение уровней бинаризации для каждого класса элементов изображения. Это значительно снизило неопределенность, обусловленную появлением в реконструированном изображении пикселей с уровнями интенсивности, значимо отличающимися от первоначальных. Полученные подобным образом реконструиро-

ванные изображения информационно-значимых элементов представлены на рис. 2.



а) – исходное изображение объекта исследования (1, 2, 3 – информационно-значимые его составляющие), б), в), г) – реконструированные двухградационные изображения его информационно-значимых составляющих, 1-й, 2-й и 3-й, соответственно

**Рисунок 2** – Реконструированные изображения информационно-значимых элементов

Анализ результатов кластеризации показал тесную связь количества групп пикселей с величинами энтропии исходных изображений объектов, что в соответствии с ее физическим смыслом является оценкой количества выделенных классов, идентификация которых снизила бы неопределенность процедуры реконструкции до минимума.

#### **Заключение**

Описанный метод может лечь в основу создания систем технического зрения для непрерывного мониторинга параметров состояния объектов и систем различной природы с заданным уровнем достоверности получаемой количественной информации.

УДК 551.492

### **НОВЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОПРОСА ОТРАБОТАННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ, СОДЕРЖАЩЕГО МАРГАНЕЦ**

**Годунов Е.Б., Горичев И.Г., Артамонова И.В.**

Московский государственный технический университет «МАМИ», г. Москва,  
Российская Федерация, [gen225@rambler.ru](mailto:gen225@rambler.ru)

*Solution of the ecological problem of processing the worked out chemical-battery power supplies containing manganese, with the use of a citric acid is proposed in the article. Experimental data and optimum conditions on the leaching of manganese from the ores and the worked out chemical-battery power supplies are given.*

#### **Введение**

Проблемы сбора и утилизации отработанных марганецсодержащих ХИТ в России остаются крайне важными, однако они в настоящее время практически не решены. На сегодняшний день отработанные марганецсодержащие ХИТ захораниваются на полигонах твердо-бытовых отходов (ТБО), приводя к различным экологическим последствиям.

#### **Основная часть**

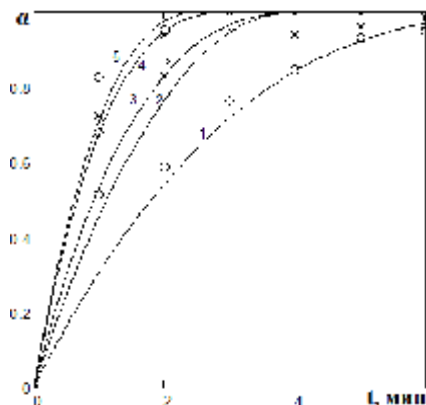
Продукты разложения отработанных ХИТ попадают не только в атмосферу, но и в почву и в воду. Вещества, попавшие в атмосферу, взаимодействуют с другими веществами, приводя к образованию еще более сложных соединений, которые в свою очередь также являются источниками химического загрязнения атмосферы. Так, как многие из них являются хорошо растворимыми в воде, вместе с осадками выпадают на землю, загрязняя ее, и ухудшают не только состав почв, и проникая в нижележащие слои почвы попадают в грунтовые воды, вызывая также их загрязнение и ухудшение химических свойств воды.

Поэтому в настоящее время становится все более актуальным вопрос о квалифицированном сборе и безопасной переработке отработанных ХИТ с точки зрения сырьевого и экологического аспекта. Выбрасываемые отработанные ХИТ, с одной стороны, являются одним из видов вторичного сырья для металлургической промышленности, с другой – источником загрязнения окружающей среды.

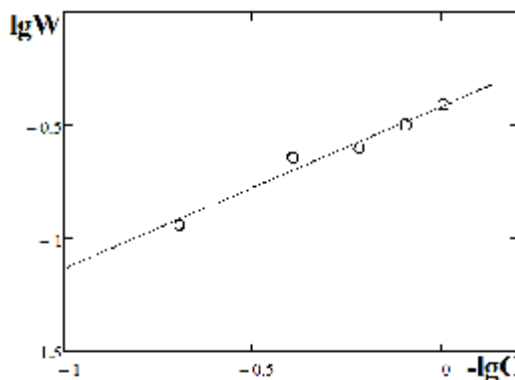
Во многих странах проблема отработанных ХИТ решена – налажен их сбор и переработка [3]. В настоящее время существует достаточно много технологических схем переработки отработанных марганецсодержащих ХИТ с последующим получением цинка и электролитического диоксида марганца [6, 7].

Для поиска оптимальных технологических режимов выщелачивания оксида марганца (IV) из отработанных химических источников тока проводили экспериментальные исследования по влиянию концентрации лимонной и щавелевой кислот [1, 2] на скорость растворения оксида марганца (IV) массой 0,087 г. Эксперимент проводили в термостатируемом реакторе, при pH = 1,5. Содержание марганца в пробе определяли с формальдоксимом по методике [5].

Экспериментальные данные по влиянию концентрации лимонной кислоты на скорость выщелачивания марганца представлены на рис. 1.



**Рисунок 1** – Зависимость доли растворенного вещества ( $\alpha$ ) от времени ( $\tau$ ) (353 K,  $\omega = 500$  об/мин) в лимонной кислоте концентраций: 1 – 0,2; 2 – 0,4; 3 – 0,6; 4 – 0,8; 5 – 1,0 моль/л



**Рисунок 2** – Зависимость логарифма скорости растворения ( $lgW$ ) от логарифма концентрации лимонной кислоты ( $lgC$ ) при 353 K и  $\omega = 500$  об/мин

Из данных рис. 1 следует, что концентрация лимонной кислоты влияет на растворение оксида марганца (IV). При концентрации лимонной кислоты больше 0,8 моль/л изменение скорости растворения незначительны, поэтому рекомендуется использовать для выщелачивания раствор с концентрацией 0,8 моль/л. Зависимость логарифма скорости растворения оксида марганца (IV) от концентрации лимонной кислоты представлена на рис. 2. Порядок

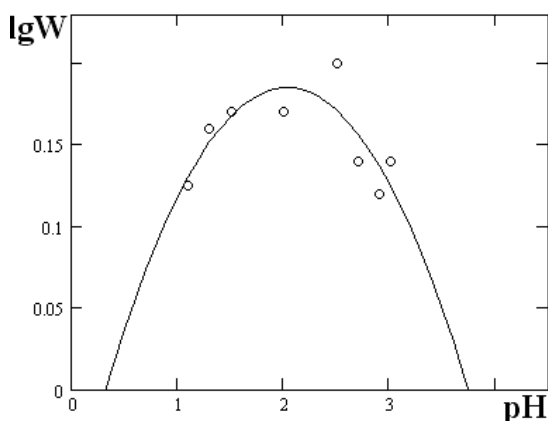


реакции по цитрат-ионам равен 0,7. Найдена экспериментальная зависимость логарифма скорости растворения  $MnO_2$  от концентрации лимонной кислоты (1)

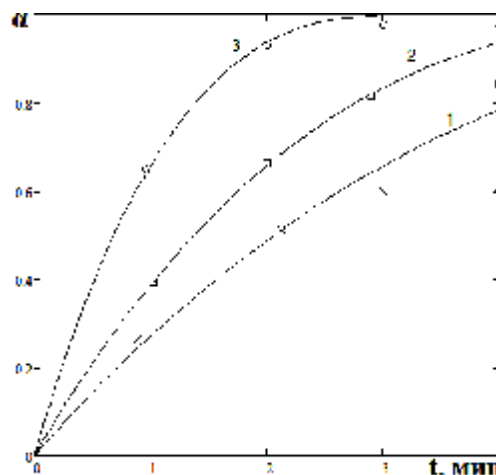
$$\lg(W) = -0,413 + 0,719 \cdot \lg(C). \quad (1)$$

Также были проведены экспериментальные исследования по влиянию pH и температуры на скорость выщелачивания марганца. Данные экспериментальных исследований представлены на рис. 3 и рис. 4.

Из анализа полученных данных следует, что максимум скорости растворения оксида марганца (IV) наблюдается при  $pH = 2,2-2,3 \pm 0,1$ . Было установлено, что с ростом температуры происходит увеличение доли растворенного вещества (рис. 4).



**Рисунок 3** – Зависимость логарифма скорости ( $\lg W$ ) от pH при растворении оксида марганца (IV) в 0,1 моль/л лимонной кислоте (353 К)



**Рисунок 4** – Зависимость доли растворенного вещества ( $\alpha$ ) от времени ( $t$ ) при растворении  $MnO_2$  ( $pH = 2$ ,  $\omega = 500$  об/мин) в лимонной кислоте (0,1 моль/л) при разных температурах: 1 – 313 К, 2 – 333 К, 3 – 353 К. Точки – экспериментальные данные, линии – расчет по уравнению (2)

$$1 - (1 - \alpha)^{1/3} = W \cdot t \quad (2)$$

Данная зависимость позволяет проводить расчет скорости растворения оксида марганца (IV) при любой концентрации лимонной кислоты, не проводя эксперимента. Ускоряющее действие лимонной кислоты связано с ее восстановительной способностью, благодаря которой ионы  $Mn(IV)$  восстанавливаются до  $Mn(II)$ , которые являются центрами растворения.

### Заключение

1. Скорость растворения оксида марганца (IV) в лимонной кислоте увеличивается с увеличением их концентрации в растворе.

2. Найдено, что кинетика процессов выщелачивания марганца может быть описана уравнением гетерогенной кинетики [4]:  $\alpha = 1 - \exp(-A \cdot sh(Wt))$ .

3. Определены оптимальные параметры pH для процесса выщелачивания марганца (оптимальные условия  $pH = 2,2-2,3 \pm 0,1$ ).

4. Решение вышеизложенной проблемы на государственном уровне позволит улучшить обеспечение основным сырьем отечественных производителей марганецсодержащих ХИТ и самое главное – уменьшить вредное воздействие на окружающую среду.

### Список цитированных источников

1. Изучение кинетики растворения диоксида марганца в растворах лимонной и щавелевой кислот / И.В. Артамонова [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – Москва: МГТУ «МАМИ», 2010. – №2(10). – С. 156–160.

2. Поиск эффективных технологий переработки отработанных ХИТ на основе изучения кинетики растворения  $MnO_2$  / Е.Б. Годунов [и др.] // Проблемы экологии и рационального природопользования стран АТЭС и пути их решения: сборник научных трудов. – Москва: МИСиС, 2010. – С. 55–57.

3. Горбунова, В.В. Экологические проблемы. Создание малоотходных и замкнутых технологических схем / В.В. Горбунова, В.А. Зайцев // Химическая технология. – 2005. – № 9. – С. 33–40.

4. Дельмон, Б. Кинетика гетерогенных реакций / Б. Дельмон. – М.: Мир, 1972. – 554 с.

5. Марченко, З. Методы спектрофотометрии в УФ и видимой областях в неорганическом анализе / З. Марченко, М. Бальцежак. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 712 с.

6. Способ утилизации отработанных химических источников тока: Пат. N 2164955 / А.Н. Птицын, Л.И. Галкова, В.В. Ледвий, С.В. Скопов // Опубл. 2001.

7. Method for separating and recovering valuables from waste dry battery: Pat. 61261443 JP / Aoki Medeo, Tazaki Hiroshi // Опубл. 1986.

*Работа выполнена при поддержке государственного контракта № П 205 Программы: «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы».*

УДК 550.424.4:546.3

## РОЛЬ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

**Головач А.П.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [golovach\\_anna@mail.ru](mailto:golovach_anna@mail.ru)

*Humic substances as the most widespread group of dissolved organic matter play a major role in the binding of metals in complexes. The characteristic of properties of the humic acids caused by features of their structure and the multifunctional nature is given. Humic substances participate in metals migration, decrease negative impact of toxicants.*

### **Введение**

Возрастающая производственно-хозяйственная деятельность человека приводит к неизбежному увеличению концентрации тяжелых металлов в природных водах. Качество водной среды, загрязненной тяжелыми металлами, оценивается путем сопоставления величин их валового содержания в природных водах с соответствующими показателями ПДК. Однако такая оценка не позволяет получить надежную и объективную информацию об экологическом состоянии водоема, так как различные формы одного и того же металла по-разному влияют на жизнедеятельность водных организмов (стимулируя либо угнетая ее). Токсичность водной среды в большинстве случаев не имеет прямой и однозначной связи с общей концентрацией металлов, поэтому, при оценке загрязнения водоема тяжелыми металлами, важно знать не только их валовые концентрации, но и формы миграции в каждом конкретном водоеме.

## **Роль гумусовых кислот в миграции тяжелых металлов в гидроэкосистемах**

Тяжелые металлы, поступающие в природные воды при антропогенном загрязнении, даже в малых количествах способны оказывать токсическое воздействие на гидробионов. Токсичность металла во многом зависит от состояния, в котором он находится и мигрирует в водной среде. Наиболее токсичной является форма металла, для которой характерны большая биологическая и химическая активность. В случае тяжелых металлов наиболее реакционно-способными и, следовательно, биологически доступными для организмов являются свободные ионы [1].

Большинство природных вод обладает способностью связывать ионы тяжелых металлов, поступающих в водные объекты. Это свойство природных вод является интегральным показателем и называется комплексообразующей способностью. Величина комплексообразующей способности определяет "буферную емкость" воды с точки зрения потенциальной возможности снижения токсического воздействия тяжелых металлов на гидробионтов. Комплексообразующая способность природных вод характеризует совокупное содержание активных центров координации в составе компонентов, способных связывать ионы металлов, и определяется суммарным содержанием органических и неорганических лигандов, а также коллоидов различной природы, образующих с ионами металлов комплексные соединения и вещества разной степени устойчивости.

Наиболее существенный вклад в комплексообразующую способность природных вод вносит растворенное органическое вещество. Комплексы металлов с растворенными органическими веществами поверхностных вод в большинстве случаев относятся к координационным соединениям хелатного типа. Такие комплексы обладают низкой токсичностью или вовсе нетоксичны. Причина детоксикации связана со снижением химической и биологической активности металлов в подобных комплексных соединениях. Учитывая критерий снижения токсичности тяжелых металлов и распространенность в водах органических веществ, способных их связывать, можно выделить следующие классы растворенных органических веществ, определяющих в основном комплексообразующую способность природных вод: гумусовые вещества (гуминовые и фульвокислоты), полифенолы, белковоподобные вещества, полипептиды и сахара [1].

Для природных поверхностных вод РБ наряду с исключительным разнообразием состава растворенных органических веществ характерно доминирование гумусовых веществ, которые представляют собой биохимически устойчивые высокомолекулярные полифункциональные соединения, обладающие свойствами слабых кислот. В силу специфики строения, обусловленной наличием гидрофобного ароматического каркаса и богатой функциональными группами углеводно-пептидной периферии, гумусовые кислоты проявляют макролигандные свойства. Они образуют комплексы с ионами металлов, в результате чего экотоксиканты изменяют токсичность и приобретают миграционные свойства гумусовых веществ.

Гумусовые кислоты являются полиэлектролитами со слабодиссоциирующими в кислых и нейтральных средах ионогенными группами. Результаты потенциометрического титрования позволяют сделать вывод о том, что соеди-

нения гумусовых веществ обладают высокой обменной емкостью (3–13 мг-экв/л) [2]. В соединениях с большой молекулярной массой значительную роль играют карбоксильные группы, а с меньшей – фенольные. Размер и форма частиц фракций гумусовых кислот зависят от степени диссоциации ионогенных групп, определяемой при отсутствии комплексообразования главным образом величиной pH. В зависимости от степени диссоциации и соотношения сил внутри- и межмолекулярных взаимодействий макромолекулы гумусовых кислот могут принимать различные конформационные состояния. Взаимодействия макромолекул фракций гумусовых кислот с комплексообразователями определяются поверхностным потенциалом и конформацией макромолекулы [2].

В поверхностных водах гумусовые кислоты находятся в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии. Распределение гумусовых веществ между основными формами миграции обусловлено их концентрацией, химическим составом вод, pH раствора и другими факторами. Физико-химическое состояние гумусовых кислот определяет миграционные свойства закомплексованных металлов, однако и сами металлы, взаимодействуя с гумусовыми веществами, способны существенно изменять поведение макромолекул в растворе. Координация катионов отрицательно заряженными функциональными группами высокомолекулярного лиганда приводит к ослаблению внутримолекулярного отталкивания. В результате предпочтительной становится компактная свернутая конфигурация макромолекул гумусовых кислот в растворе, они становятся более гидрофобными и выпадают в осадок [2].

Растворенные формы, которые включают комплексы щелочных и щелочноземельных элементов с фульвовыми и частично с гуминовыми кислотами, занимают доминирующее положение в природных водах. Легко гидролизуемые катионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  могут образовывать растворимые комплексы с фульвокислотами, благодаря чему их миграционная способность возрастает на 2-3 порядка. Известно, что железо (II) в комплексах с фульвокислотами связано настолько прочно, что не окисляется до железа (III) при наличии растворенного в воде кислорода. Добавка гуминовых кислот к природной воде, содержащей повышенную концентрацию ионов меди (около 300 мкг/дм<sup>3</sup>), приводит к существенному снижению токсичности меди по мере ее связывания в комплексы [1]. Причина этого обусловлена образованием хелатных соединений между ионами меди и гуминовыми кислотами.

Значительная часть гумусовых кислот в природных водах существует в виде частиц коллоидной дисперсности и составляет коллоидную форму миграции закомплексованных поллютантов. Образование металлорганических коллоидов можно объяснить адсорбцией органических поликислот на неорганическом коллоиде (гидроксиды железа, марганца, алюминия) и комплексообразованием полиядерных гидроксидов с гуминовыми и фульвовыми кислотами. Гумусовые соединения придают отрицательный заряд коллоидным агрегатам, способствуя их стабилизации в растворе и повышая миграционную активность элементов в природных водах.

Среди факторов, способствующих снижению токсичности металлов, кроме гидролиза и комплексообразования с участием неорганических и органических лигандов поверхностных вод, большое значение имеют также адсорбция на взвешенных частицах и донных отложениях. Нерастворимые комплексные соединения металлов с гумусовыми веществами, скоагулировавшие органические коллоиды и металлоорганические ассоциаты и гуминовые и

фульвовые кислоты, адсорбированные на поверхности глинистых материалов, составляют взвешенные формы миграции. Соосеждаясь с глинами, гумусовые вещества переводят в твердую фазу связанные с ними катионы металлов, в значительной мере определяя процессы аккумуляции металлических загрязнений в природных водах.

### **Заключение**

Гуминовые и фульвокислоты выполняют важные функции в гидроэкосистеме: влияют на процессы самоочищения водоемов и обуславливают качество воды. Они являются своего рода носителями загрязняющих веществ в воде, активно участвуя в процессах трансформации, переноса и накопления тяжелых металлов в водных экосистемах. Природные воды, содержащие значительное количество гумусовых веществ, имеют значительные резервные возможности, позволяющие снижать негативное воздействие тяжелых металлов на живые организмы, так как они включаются в состав нетоксичных комплексов.

### **Список цитированных источников**

1. Сосуществующие формы тяжелых металлов в поверхностных водах Украины и роль органических веществ в их миграции / П.Н. Линник [и др.] // Методы и объекты химического анализа. – Киев, 2007. – Т. 2, № 2. – С. 130–145.

2. Головач, А.П. Исследование комплексообразующей способности природных вод бассейна реки Припять методом флуоресцентных зондов /А.П. Головач // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развцця: матэрыялы міжнар. навук. канф., Брэст, 16 –18 чэрвеня 2004 г.: у 2 ч. / Рэдкал: М.П. Ярчак (адк. рэд.) [і інш.]. – Брэст: Изд-во Академия, 2004. – Ч. 2 – С. 488–492.

УДК 556.01

## **ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ HYPE**

**Данилович И.С., Мельник В.И.**

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, [gid3@pogoda.by](mailto:gid3@pogoda.by)

*The article contains results of experimental testing of hydrological model HYPE, descriptions and methods of calculations, results of model running and analysis of simulated data, estimations of perspective of using model for long-term forecast.*

### **Введение**

Актуальность исследования связана со значительными изменениями климата в последние десятилетия и влиянием этих изменений на все сферы жизнедеятельности человека. В настоящее время управление водными ресурсами и регулирование хозяйственного использования речных систем Беларуси является одной из наиболее актуальных проблем. Для эффективного решения данного вопроса необходимо применение новейших компьютерных технологий, которые могут быть использованы при разработке программ ра-

ционального природопользования и устойчивого развития регионов, в том числе и применительно к водным ресурсам [1].

### **Основная часть**

К современным программным средствам, применяемых в области использования природных ресурсов, относятся гидрологические модели, которые представляют собой упрощенные схематические представления части гидрологического цикла. Они главным образом реализованы в гидрологических прогнозах и при представлении гидрологических процессов.

Используемая в проведенном исследовании модель HYPE (Hydrological Prediction for Environment) разработана в Шведском гидрометеорологическом институте. Данная гидрологическая модель предназначена для оценок водных ресурсов и качества воды на водосборах различных градаций [2, 3].

Природные условия в пределах больших территорий, для которых необходимо оценить состояние водных ресурсов, имеют принципиальные различия. Эти различия оказывают влияние на формирование поверхностного и подземного стока (подстилающая поверхность, метеорологические условия и особенности испарения, строение гидрографической сети). Поэтому наиболее удачным и эффективным решением этой проблемы оказалось применение уравнения водного баланса для расчета поверхностного стока в гидрологической модели HYPE. Это позволило использовать модель для водосборов с различными условиями, в том числе и для территории Беларуси.

В ходе исследования осуществлена подготовка входных данных, произведены расчеты в HYPE, первичная калибровка модели, пересчет и анализ полученных данных.

В качестве исходных данных для расчетов в модели использованы данные об осадках, температуре воздуха и стоке воды в реках, полученные из открытых источников или на основании расчетов других моделей. Первичный расчет показал, что использование этих данных дает неудовлетворительный результат, отмечаются слабая корреляция и несовпадение пиков колебания расходов воды.

### **Заключение**

Нами были приняты фактические метеорологические и гидрологические данные по постам Департамента по гидрометеорологии, расположенные в пределах бассейна Балтийского моря. При использовании фактических данных по осадкам, температуре и стоке были получены более адекватные результаты – пики совпадали, но наблюдалась существенная разница в количестве воды, особенно во время весеннего половодья и дождевых паводков. После проведения калибровки (были откорректированы параметры, связанные со снеготаянием и свойствами почвы), результаты оказались более удовлетворительными. После проведения дальнейших расчетов с использованием фактических данных по территории Беларуси и дальнейшей тщательной калибровке модели, результаты расчетов могут быть полезны для составления долгосрочных прогнозов водности на реках Беларуси.

### **Список цитированных источников**

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь / Национальная комиссия по устойчивому развитию Республики Беларусь, НИЭИ Минэкономики Республики Беларусь. – Минск: Белсэнс, 1997. – 216 с.

2. Arheimer, B., Lindström, G., Pers, C., Rosberg, J. och J. Strömqvist, 2008. Development and test of a new Swedish water quality model for small-scale and large-scale applications. XXV Nordic Hydrological Conference, Reykjavik, August 11-13, 2008. NHP Report No. 50, pp. 483–492.

3. Olsson, J., Lindström, G. Evaluation and calibration of operational hydrological ensemble forecasts in Sweden. Journal of Hydrology, N 350, 2008. – P. 14–24.  
УДК: 504.54.062.4 (477.44)

## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ВИННИЦКОЙ ОБЛАСТИ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

**Елисавенко Ю.А.**

Хмельницкий национальный университет, г. Хмельницкий, Украина,  
[Yelis2009@yandex.ru](mailto:Yelis2009@yandex.ru)

*The article is devoted the problems of forming of regional of the Winnitca area as bases of optimization of natural environment. Basic strategies are selected and the basic going is offered near its building.*

### **Введение**

За последние два века территория Винницкой области (Украина) испытала существенную антропогенную нагрузку, которая привела к локализации естественных ландшафтов. Несбалансированная хозяйственная деятельность повлекла обеднение качественного состава почв, привела к уменьшению видового состава биоценозов лесов, лугов, степей, водно-болотных угодий и потери разнообразия живых форм, биоландшафтного разнообразия [1, 4-5].

На данном этапе развития заповедного дела существует потребность не только в традиционных формах природопользования и использования ресурсного потенциала естественно-заповедных территорий (ЕЗТ), которые должны стать каркасом экосети. Суть идеи экосети, простой и привлекательной, заключается в создании сети соединенных между собой участков естественных и ренатуризованных территорий на основе экосистемного подхода [5].

### **Основная часть**

Экологическая сеть (экосеть) – это единственная функционально-пространственная система, которая образуется с целью улучшения условий для формирования и возобновления окружающей среды, повышения естественно-ресурсного потенциала территории Украины, сохранения ландшафтного и биотического разнообразия, мест поселения и роста ценных видов животного и растительного мира, генетического фонда, путей миграции животных через сочетание территорий и объектов естественно-заповедного фонда, а также других территорий, которые имеют особую ценность для охраны окружающей естественной среды и в соответствии с законами и международными обязательствами Украины подлежат особенной охране [1-5].

Идея формирования экосети является интегральной по делу сохранения естественной среды, оптимизации ландшафтов, сохранения биотического разнообразия, генофонда живой природы, формирования благоприятных

условий для жизнедеятельности человека. Ее основное задание заключается в соединенных между собой участках естественных территорий.

К структурным элементам экосети относятся ключевые, соединительные, буферные и восстанавливаемые территории.

Ключевые территории (ядра) обеспечивают сохранение наиболее ценных и типичных для данного региона компонентов ландшафтного и биотического разнообразия, включают среды существования редких и таких, которые находятся под угрозой исчезновения, видов животных и растений. Преимущественно имеют в своем составе территории и объекты естественно-заповедного фонда, процент которых значительно превышает аналогичный в целом по стране, а также другие территории, которые отвечают условиям, определенным национальным природоохранным законодательством или международными нормативно-правовыми актами (конвенциями, соглашениями, договорами и т. п.).

Соединительные территории (экологические коридоры) совмещают между собой ключевые территории, обеспечивают миграцию животных и обмен генетического материала. Соединенные территории могут иметь самостоятельное значение для сохранения биоландшафтного разнообразия.

Буферные территории обеспечивают защиту ключевых и соединительных территорий от антропогенного влияния. Являются переходными полосами между естественными территориями и территориями хозяйственного использования.

Восстанавливаемые территории – территории, естественное состояние которых нарушено в результате антропогенного влияния, территории с активными проявлениями неблагоприятных геодинамических процессов (водная эрозия, сдвиги), для которых должны быть выполнены первоочередные меры относительно воссоздания естественного состояния, на которых необходимо и возможно возобновить естественный растительный покров и осуществить репатриацию видов растений и животных. Определенная восстанавливаемая территория после проведения соответствующих мероприятий по ренатурализации, может быть включена в состав ключевой или соединенной территории или непосредственно превратиться в ключевую или соединенную территорию [1-6].

В соответствии со значением экосети выделяют ее 5 уровней: 1 – биосферный; 2 – континентальный (общеевропейский); 3 – национальный; 4 – региональный; 5 – локальный.

Основными нормативно правовыми актами, которые регулируют процесс формирования Национальной экосети Украины, являются Закон Украины «Об экологической сети Украины» (N1864-IV от 24 июня в 2004 г.) и Закон Украины «Об Общегосударственной программе формирования национальной экологической сети Украины на 2000-2015 годы» (N1989 от 21 сентября в 2000 г.). С формированием, управлением, сохранением и мониторингом Национальной экосети Украины также тесно связаны Законы Украины: „Об охране окружающей естественной среды”; „Об основах градостроения”; „Об охране земель”; „О землеустройстве”; „О местном самоуправлении в Украине”; Водный, Лесной и Земельный кодексы Украины и другие нормативно-правовые акты Украины [1-5].

Основой формирования региональной экосети Винницкой области является естественно-заповедный фонд, который по состоянию на 01.01.2011 со-




ставляет 396 объектов и территорий на общей площади 52472,96 тыс. гектаров, 1,96 % от общей площади области (265 тыс. гектаров) [6] (рисунок).

Теоретико-методологические основы постройки экосети на территории Украины отражены в фундаментальных трудах Ю.Р. Шелега-Сосонко, Я.И. Мовчана, Т.Л. Андриенко, Ю.М. Грищенко, С.Ю. Поповича и др. Относительно Винницкой области есть ряд работ А.В. Мудрака, И.С. Нейка, Ю.А. Елисавенко и др.



- Национальные  
экокоридоры:**  
I. Бужский  
II. Днестровский  
III. Южноукраинский  
(степной)
- Локальные  
экокоридоры:**  
а. Сниводский;  
b. Росько-деснянский;  
с. Згарский;  
d. Удичский  
e. Ровский;  
f. Лядовский;  
g. Сельницкий;  
h. Савранский;  
i. Дохнянский

- Региональные  
экокоридоры:**  
1. Толтровый  
2. Ровско-мурафский  
3. Гнилопьятскособский

 – экологические  
ядра (ключевые террито-  
рии, в основе которых  
находятся объекты  
естественно-  
заповедного фонда)

**Рисунок** – Картосхема региональной экосети Винницкой области (проект)

## Выводы

Первым шагом в постройке региональной экосети Винницкой области является создание "Еврорегиона "Днестр", в состав которого должна войти Винницкая область и 5 районов Республики Молдова: Окница, Сорока, Флорешты, Шолданешты, Резина. Основные задания еврорегиона: оздоровление бассейна реки Днестр; разработка и реализация программ по защите экосистем её бассейна; сохранение и использование рыбных ресурсов; создание новых и увеличение территорий уже существующих объектов естественно-заповедного фонда.

## Список цитированных источников

1. Генсірук, С.А. Ліси України / С.А. Генсірук / Наук. тов. ім. Шевченка, Укр. держ. лісотехнічний університет. – Львів, 2003. – 496 с.
2. Елисавенко, Ю.А. Лесные уголья Винниччины в структуре региональной экологической сети / Ю.А. Елисавенко // Леса Евразии – Подмосковные вечера: Материалы X Международной конференции молодых учёных, посвященной 90-летию со дня основания Московского государственного университета леса и 170-летию со дня рождения профессора М.К. Турского. – Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – С. 289–291.
3. Елисавенко, Ю.А. Функционально-пространственный анализ репрезентативности лесных угодий Винниччины как структурных элементов региональной экосети в контексте устойчивого развития / Ю.А. Елисавенко, А.В. Мудрак // Экологическая безопасность и устойчивое развитие территорий: Сборник научных статей I Международной научно-практической конференции / Под ред. А.В. Димитриева, Е.А. Синичкина. – Чебоксары: типография «Новое время», 2010. – С. 96–99.

4. Екологічна безпека Вінниччини. Монографія / За заг. ред. Олександра Мудрака. – Вінниця: ВАТ “Міська друкарня”, 2008. – 456 с.
5. Мудрак, О.В. Екологічна мережа Східного Поділля: необхідність створення і розбудови / О.В. Мудрак // Агроекологічний журнал. – 2009. – № 2 – С. 9–16.
6. [www.vineco.gov.ua](http://www.vineco.gov.ua) – офіційний сайт державного управління охорони навколишнього природного середовища у Вінницькій області.

УДК 504.6

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ И ЗАХОРОНЕНИЯ ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Комлева Е.В.**

Технический университет, г. Дортмунд, Германия, [elena.komleva@tu-dortmund.de](mailto:elena.komleva@tu-dortmund.de)

*Geoeological problems of storage of nuclear materials are discussed in the article. Different methods of storage are analized by the author.*

### **Введение**

Комплексные, в сфере энергетики, интересы Германии на Севере Европы (прежде всего – на европейском Севере Российской Федерации) сосредоточены, в основном, вокруг двух проблем: газ Штокмановского месторождения и долговременные хранилища ядерных материалов.

### **Основная часть**

После закрытия проекта подземного ядерного хранилища Yucca Mountain, фукусимской катастрофы и приостановки эксплуатации ряда АЭС Японии обостряются споры по главному вопросу ядерных технологий – хранения выведенных из оборота гражданских и военных ядерных материалов. Также возможен возврат интереса к небольшим подземным АЭС или гибридам подземной АЭС и подземного хранилища. Напомним, что в Японии внешних воздействий с катастрофическими последствиями не выдержали не только реакторы, но и приреакторные хранилища (бассейны выдержки) отработавшего ядерного топлива. Заслуживает внимания мнение, что вскрытая проблема серьезной уязвимости хранимого топлива – главный урок Фукусимы.

Необходимо учитывать явное стремление западных стран повысить контроль над легкодоступными углеводородами Ближнего Востока и Африки. Вследствие чего внимание Запада к другим нефтегазовым регионам с суровым климатом может временно уменьшиться. Так, необходимо учитывать и “постфукусимское цунами” решений о закрытии европейских АЭС (например, в Германии), логическим продолжением которых следует считать меры по сверхплановому демонтажу станций с наработкой больших объемов дополнительных отходов.

Российская Федерация желает строить международные долговременные ядерные хранилища подземного типа на своей территории. Теперь – тем более, так как после Фукусимы ожидаемая прибыль Росатома от строительства АЭС за рубежом может устремиться к нулю. Нацеленность на международные хранилища формировалась задолго до Фукусимы. Подготовлена законодательная база, в 2002 и 2005 годах в Москве под эгидой МАГАТЭ прошли меж-

дународные совещания по этой теме. Реальные действия российских властей противоречат озвученным неоднократно намерениям поддерживать и развивать в стране замкнутый ядерный топливный цикл. При отказе от радиохимической переработки отработавшего топлива главной становится задача его долговременного хранения. Российская Федерация желает иметь хранилища третьего (высшего) уровня, дополняющие систему хранилищ федеральных и региональных.

Вариантами площадок размещения международных хранилищ, наиболее официально “продвинутыми”, без нового комплексного анализа и дополнительных обоснований традиционно для ядерной отрасли “состыкованными” с объектами наследия “холодной войны”, являются пока площадки вблизи Красноярска, Челябинска и границы с Китаем и Монголией (Краснокаменск). При этом преобладает выбор площадок в зонах палеовулканов (как и в случае Yucca Mountain). А применительно к Краснокаменску интерес проявлен к эксплуатирующемуся и крупнейшему в Российской Федерации Стрельцовскому рудному полю на уран. Хотя приоритетные площадки уже “назначены”, даже лояльный к ним анализ (ИГЕМ РАН) геологической ситуации на базе чрезвычайно слабой разведки закончился признанием, что Российская Федерация находится на начальной стадии реализации таких программ и принимать решения о пригодности площадок преждевременно. В Казахстане и Украине планируют подобные объекты на территории, соответственно, Семипалатинского полигона и Чернобыльской зоны.

Военно-промышленные ядерные объекты СССР, к которым теперь в Российской Федерации “привязывают” международные подземные ядерные хранилища, размещались (прятались в глуши) примерно 60 лет назад в полной конфронтации с Западом вообще не по геологическим критериям, не считая урановые горно-обогатительные предприятия, но и в этом случае первоначальные геологические задачи коренным образом отличались от таковых при обосновании места нахождения хранилища. Безопасность же хранилищ в течение тысяч лет детерминирована, прежде всего качеством породных массивов (механическая устойчивость и способность изолировать радионуклиды), а также комплексом геологических, геофизических, гидрогеологических и геохимических условий их длительного существования. Да и социально-политическая обстановка совсем другая. Применять в новое время и для новой задачи прежний подход – ошибка. Поэтому первые (возможно, и ключевые) аргументы в этом вопросе должны быть за международной геологией, должны базироваться на результатах международных комплексных геологических проектов.

Позиция интернационализации еще более актуальна при выборе площадки и создании ядерного хранилища. Например, японская катастрофа не прошла бесследно и для шведов. Известнейший проект шведского оператора по обращению с ядерными отходами SKB, предусматривающий строительство подземного национального ядерного хранилища вблизи АЭС Оскарсхамн и разрабатываемый три десятилетия, приостановлен в марте 2011 года. Надзорная инстанция уже объявила о созыве международной экспертной комиссии, которая проверит, как именно будут утилизировать отходы под землей. Видимо, строительство подземного шведского хранилища может быть отложено на неопределенный срок. А проект SKB – мировой лидер в своей “нише”

наряду с Yussa Mountain и финской разработкой, во многом сопряженной со шведской версией.

На северо-западе Российской Федерации проектировщики Росатома (Минатома) последовательно предлагали в качестве изолирующей геологической среды для ядерного хранилища многолетнемерзлые известняки полигона Новой Земли и залежи солей Республики Коми. Кстати, в Ухте работает известный в радиозэкологии геолог В.А. Копейкин, имеющий серьезные наработки применительно к геохимическим барьерам защиты от распространения радионуклидов, возглавлявший несколько самых тяжелых лет рабочую группу Мингео СССР в Чернобыле. Видимо, и это обстоятельство в череде других обусловило “дрейф” интереса Росатома от Новой Земли к геологическим структурам Коми. Предложения Горного института Кольского научного центра РАН – Сайда-Губа и Дальние Зеленцы.

Еще раз вспомним о геологических критериях выбора площадок. Несомненно, они существуют на национально-отраслевом уровне. Но что же это за такие бесчеловечные и удобные лишь для отдельных граждан критерии, которые позволяют проектировать ядерное хранилище на тысячи лет для условий потенциально-мирового болота Новой Земли или строить АЭС и хранилища (Фукусима и другие) в регионе проявления самых разрушительных сил природы? Скорей всего, наиболее разумными критериями являются шведско-финские.

Альтернативой официальным площадкам Росатома, Дальним Зеленцам и Сайда-Губе является Печенга. Вулканологи (В.И. Белоусов, С.Н. Рычагов, Н.С. Жатнуев и др.) обосновывают наличие в глубинах Печенги позитивных для изоляции ядерных материалов процессов современного минералообразования. На “ядерный” потенциал этой структуры обращали внимание сотрудник ВНИПИЭТ В.А. Перовский, мурманские геологи-производственники (Н.И. Бичук, В.Г. Зайцев, Г.С. Мелихова и др.), специалисты Петербургского университета А.С. Сергеев и Р.В. Богданов. А также – руководители Геологического института Кольского НЦ РАН (Ф.П. Митрофанов), Кольской сверхглубокой скважины (Д.М. Губерман) и Ярославской экспедиции сверхглубокого бурения “Недра” (Л.А. Певзнер). Равно как и SKB, МНТЦ и The UNESCO International Geological Correlation Programme.

Площадка “Печенга” расположена у северо-западной, площадка “Краснокаменск” – у юго-восточной границ РФ. С одной стороны, соответственно, потребности, как минимум, Европы, а с другой – Японии, Южной Кореи и Китая. Правда, инициативу по размещению зарубежного отработавшего топлива у Краснокаменска может перехватить Монголия. Кроме того, не получилось порознь у СССР и Японии (отчасти, и у США) обойтись без национальных ядерных катастроф. Велик риск террористического инициирования (средиземноморское “цунами”) таких катастроф для ряда стран Западной Европы, учитывая их воинственную политику в южных, богатых углеводородами регионах. При ликвидации последствий чернобыльской и фукусимской катастроф более эффективными оказались действия на основе государственной собственности и государственного управления, чем частных. Следует ожидать, что межгосударственный уровень для таких ситуаций еще более надежен. Видимо, свершившиеся и потенциальные “неприятности” – еще один довод для объединения усилий и повышения эффективности надзора, что, например, имеет

наибольшие предпосылки реализации при создании международных подземных ядерных хранилищ на стыке стран в труднодоступной для несанкционированных посещений местности.

### **Заключение**

Присоединиться к идее создания таких хранилищ было бы полезно, например, Германии, Финляндии, Швеции (в том числе и как владельцам-носителям технологий), а также Беларуси, Литве, Украине и Казахстану.

УДК 574.635

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Левчук Н.В., Кобринец Л.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [lakobrinetch@mail.ru](mailto:lakobrinetch@mail.ru)

*Problems of surfactants as pollution agents for waste water are discussed in the article. It was shown that surfactants have a great influence to alive organisms.*

### **Введение**

В процессе эволюции в водных экосистемах сформировалась естественная очистка, когда, например, в биогеоценозе возникают процессы самоочищения. Однако возросшее количество и разнообразие технических и бытовых отходов повлекло за собой попадание огромного количества загрязняющих веществ в окружающую среду.

Загрязнение среды приводит к тому, что организмы-фильтраторы выпадают из состава макрозообентоса на загрязненных участках рек и водохранилищ, что в конечном счете снижает фильтрационную активность бентического сообщества.

Среди промышленных сбросов сточных вод особую опасность для живых организмов водоемов представляют нефтепродукты, кислоты, поверхностно-активные вещества и другие токсичные вещества. Значительную часть антропогенной нагрузки, приходящейся на поверхностные водные объекты, составляют сточные воды, содержащие синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), которые входят в состав всех хозяйственно-бытовых и большинства промышленных сточных вод. В настоящее время их считают самыми распространенными органическими поллютантами в водоемах.

### **Экологические проблемы применения пенообразователей**

Присутствие, СПАВ в сточных водах промышленности связано с использованием их в таких процессах, как флотационное обогащение руд, разделение продуктов химических технологий, получение полимеров, улучшение условий бурения нефтяных и газовых скважин, борьба с коррозией оборудования. В сельском хозяйстве СПАВ применяется в составе пестицидов. МЧС использует ПАВ в составе пенообразователей для тушения пожаров.

Попадая в водоёмы, СПАВ активно участвуют в процессах перераспределения и трансформации других загрязняющих веществ (таких как хлорофос, анилин, цинк, железо, бутилакрилат, канцерогенные вещества, пестициды, нефтепродукты, тяжёлые металлы и др.), активизируя их токсическое действие.

С ПАВ связано 6-30 % меди, 3-12 % свинца и 4-50 % ртути в коллоидной и растворённой форме. Незначительной концентрации ПАВ (0,05-0,10 мг/дм<sup>3</sup>) в воде достаточно, чтобы активизировать токсичные вещества других веществ [1].

При небольшом содержании ПАВ в воде часто наблюдается коагуляция (слипание) и седиментация примесей (оседание), обусловленная уменьшением или даже снятием электрокинетического потенциала частиц вследствие сорбции противоположно заряженных органических ионов ПАВ. Кроме того, ПАВ несколько тормозят распад канцерогенных веществ, угнетают процессы биохимического потребления кислорода, аммонификации и нитрификации. При гидролизе ПАВ и детергентов в водной среде образуется комплекс фосфатов, что приводит к эвтрофированию водоёмов. ПАВ также могут способствовать и повышению эпидемиологической опасности воды, а также способствуют химическому загрязнению воды веществами высокой биологической активности.

Большинство ПАВ и продукты их распада токсичны для различных групп гидробионтов: микроорганизмов (0,8-4,0 мг/дм<sup>3</sup>), водорослей (0,5-6,0 мг/дм<sup>3</sup>), беспозвоночных (0,01-0,9 мг/дм<sup>3</sup>) даже в малых концентрациях, особенно при хроническом воздействии. ПАВ способны накапливаться в организме и вызывать необратимые патологические изменения [1]. Токсичность ПАВ в водной среде в значительной степени уменьшается за счёт их способности к биодegradации. ПАВ, в той или иной степени, поглощаются всей флорой и фауной водных объектов.

Среди основных причин загрязнения водоёмов этими веществами также часто отмечают способность ПАВ, выбрасываемых выпускающими их предприятиями в воздух в значительных количествах, проникать с атмосферными осадками в открытые водоёмы и просачиваться в подземные ближние слои грунтовых вод. В грунтовые воды ПАВ попадают также при очистке сточных вод на полях фильтрации и при этом, как правило, увлекают за собой и другие загрязнения. Из подземных вод ПАВ практически беспрепятственно проходят в поверхностные водоисточники и через очистные сооружения в питьевую воду. Кроме того, попадая в природные воды, ПАВ сорбируются содержащимися в них частицами минерального и органического происхождения, оседают на дно водоёмов и тем самым создают очаги вторичного загрязнения.

Большинство из вновь синтезированных ПАВ, поступающих в водоёмы и водотоки со сточными водами, способны накапливаться в них на протяжении длительного времени, особенно если состоят из смеси изомеров с различной скоростью расщепления.

Одним из основных физико-химических свойств ПАВ является высокая пенообразующая способность, причём в сравнительно низких концентрациях (порядка 0,1-0,5 мг/дм<sup>3</sup>). Возникновение на поверхности воды слоя пены затрудняет теплообмен водоёма с атмосферой, снижает поступление кислорода из воздуха в воду (на 15-20 %). На этом основано их применение как пенообразователей в МЧС. Однако при этом наблюдается замедление осаждения и разложения взвесей, процессов минерализации органических веществ, и тем самым ухудшаются процессы самоочищения водоёмов. Кроме того, некоторые из них придают воде неприятный запах и привкус.

Некоторые нерастворимые ПАВ при попадании на поверхность воды образуют нерастворимые пленки, распространяющиеся при достаточной пло-

щади растекания в монослои. Предельно допустимая концентрация (ПДК) ПАВ в воде водоёмов составляет  $0,5 \text{ мг/дм}^3$ , неионогенных –  $0,1 \text{ мг/дм}^3$ . Лимитирующим показателем вредности СПАВ является их пенообразующая способность, которую также необходимо учитывать при повторном использовании очищенных сточных вод в техническом водоснабжении промышленных предприятий. Считается, что в реки и другие водоёмы ежегодно сбрасывается около  $450 \text{ км}^3$  сточных вод, притом лишь половина этого количества подвергается искусственной очистке, да и то не всегда в достаточной степени [2]. Существующие способы очистки сточных вод позволяют извлекать из них до 90 % загрязняющих органических веществ и только 10-40 % неорганических.

Большая трудность очистки воды от ПАВ состоит в том, что различные ПАВ в водоёмах чаще всего встречаются в виде смеси отдельных гомологов и изомеров, каждый из которых проявляет индивидуальные свойства при взаимодействии с водой и донными отложениями, различен и механизм их биохимического разложения. Исследования свойств смесей ПАВ показали, что в концентрациях, близких к пороговым, эти вещества обладают эффектом суммирования их вредных воздействий. Данный отрицательный эффект получается за счет улучшения инфильтрации (проникновения) загрязняющих веществ из почвы в водоёмы, в которых содержатся избыточные концентрации поверхностно-активных веществ. Также ПАВ способны смывать с поверхности закрепившиеся загрязнители и разрушать баланс загрязняющих веществ в окружающей среде, тормозя процесс их естественной переработки (Остроумов С.А.) [3].

Поэтому очевидна необходимость очистки сточных вод от ПАВ. Для эффективной очистки сточных вод от ПАВ применяются следующие методы: химико-физические методы, биологическое окисление, сорбция, пенное фракционирование, коагуляция, выпаривание, ультрафильтрация, озонирование и др. Можно удалить некоторые загрязнители с помощью введения в сточные воды химических агентов или использовать физико-химические свойства веществ, когда реагенты вступают в реакцию с загрязнениями, последние выпадают в осадок, а некоторые нерастворенные вещества превращаются в безвредные растворенные.

Устойчивость ПАВ к биохимическому окислению является причиной накопления их в водных объектах, особенно в донных отложениях, что, в свою очередь, приводит к снижению самоочищающей способности природных вод и создаёт опасность вторичного загрязнения водоёмов и водотоков. Именно по этой причине ПАВ входят в группу наиболее распространённых в поверхностных водах загрязняющих веществ, и проблемы, связанные с охраной от них водных объектов, приобрели за последнее время особую остроту и актуальность.

Пенообразователи, используемые при тушении пожаров, относятся к анионным ПАВ. В зависимости от химического состава, т.е. поверхностно-активной основы, их подразделяют на: углеводородные, фторсодержащие. По способности разлагаться под действием микрофлоры водоёмов и почв пенообразователи относят к биологически «мягким» (биоразлагаемость более 80 %) или «жестким» (биоразлагаемость менее 80 %) [4].

В настоящее время списанные и не подлежащие регенерации пенообразователи можно применять в качестве водных растворов моющих средств, допускается сброс биологически «мягких» пенообразователей в производ-

ственные сточные воды, с условием разбавления их до допустимых концентраций ПАВ. Обезвреживание биологически «жестких» пенообразователей должно производиться путем сжигания концентрата в специальных печах, имеющих на химзаводах, либо захоронения на свалке химических отходов. Однако с течением времени значительное количество пенообразователей в связи с невостребованностью утрачивают свои первоначальные свойства, списываются и накапливаются на территориях промышленных предприятий и хранилищах МЧС.

### **Заключение**

Большинство пенообразователей для тушения пожаров общего назначения относятся к «жестким». Поэтому возникает необходимость разработки современных технологий утилизации списанных и не подлежащих регенерации пенообразователей.

На кафедре инженерной экологии и химии БрГТУ были проведены исследования по использованию небиогенного пенообразователя в качестве добавки модификатора бетонов. Результаты эксперимента показали, что при увеличении концентрации пенообразователя улучшаются реологические свойства цементно-песчаных растворов, однако снижаются прочностные характеристики. В настоящее время продолжаются исследования по возможному применению в строительстве пенообразователей, утративших свои первоначальные свойства и целевое назначение.

### **Список цитированных источников**

1. Мосин, О.В. Самоочищение водоемов от ПАВ / Все о воде – Режим доступа: [http://www.o8ode.ru/article/answer/pnanetwater/camoo4iqenie\\_vodoemov\\_ot\\_pav.htm](http://www.o8ode.ru/article/answer/pnanetwater/camoo4iqenie_vodoemov_ot_pav.htm). – Дата доступа: 10.05.2011.
2. Шилов, И.А. Экология: учеб. для биол. и мед. спец. вузов / И.А. Шилов. – 5-е изд., стер. – Москва: Высш. шк., 2006. – 512 с.
3. Остроумов, С.А. Влияние синтетических поверхностно-активных веществ на гидробиологические механизмы самоочищения водной среды // Водные ресурсы. – 2004. – Т. 31. – № 5. – С. 546–555.
4. Об утверждении инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 января 2005 г. – № 2.

УДК 502.2:504.5

## **ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВАХ НЕФТИ**

**Липский В.К., Спириденко Л.М., Комаровский Д.П., Гвоздева А.А.**

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», г. Новополоцк, Республика Беларусь, [v.lipski@mail.ru](mailto:v.lipski@mail.ru)

*Emergency oil spills are the heaviest ecological catastrophes of technogenic character. In this article there were considered the possibilities of using of stationary protective constructions at localization and liquidation of emergency oil spills.*

### **Введение**



В энергетическом комплексе РБ важное место занимают жидкие углеводороды, которые участвуют на всех уровнях технологического передела: добыча нефти и её подготовка к транспортированию, хранение, транспортирование и переработка нефти и последующее транспортирование, хранение, распределение и потребление (использование) нефтепродуктов.

На каждом уровне технологического передела нефти и операций с готовыми нефтепродуктами функционируют производственные объекты, на которых осуществляются и используются сложные и существенно разные технологические процессы, сооружения, оборудование и транспортные средства. На любом уровне технологического передела нефти могут происходить промышленные или транспортные аварии.

### **Основная часть**

Аварии на объектах нефтяного комплекса могут сопровождаться разливами нефти. Наиболее тяжёлые экологические последствия таких аварий наступают при загрязнении нефтью водных объектов и особенно водотоков, так как в этом случае нефтяное пятно перемещается по течению реки, увеличивая тем самым экологический масштаб загрязнения. В ряде случаев, при загрязнении водотоков, создается опасность трансграничного переноса нефти на территории соседних государств.

Минимизация последствий аварийных разливов осуществляется за счет проведения, *непосредственно во время аварии*, инженерно-технических мероприятий с использованием специального оборудования (боновые ограждения, нефтесборные устройства и т.п.) В настоящее время мировой рынок переполнен подобным оборудованием и разработаны технологии его применения. К сожалению, это оборудование импортное и его приходится закупать за валюту.

Ввиду ограниченности масштабов использования такого оборудования, организация его производства в Беларуси для внутреннего потребления вряд ли целесообразна. Организация производства на экспорт – это большие инвестиции в условиях острой конкуренции, что создаёт неопределённый результат такой деятельности (хотя в Беларуси есть очень интересные технические решения в этой сфере).

Задача по локализации и минимизации последствий аварийных разливов нефти может эффективно решаться при использовании *стационарных защитных сооружений*. Научно обоснованное, грамотное создание и использование этих сооружений (проектирование, размещение и т. п.) позволяет при минимальных затратах валютных средств эффективно решать вопросы минимизации аварийных разливов нефти, зачастую даже не путём ликвидации экологических последствий, а путём предотвращения попадания разлившейся нефти в водные объекты.

Стационарные защитные сооружения являются искусственными преградами для свободного перемещение разлившейся нефти по поверхности земли и тем самым, предотвращают попадание загрязнения в водный объект. Их возводят *в доаварийный период*, т.е. до момента наступления аварии. В этом случае удается существенно минимизировать экологические последствия от аварии.

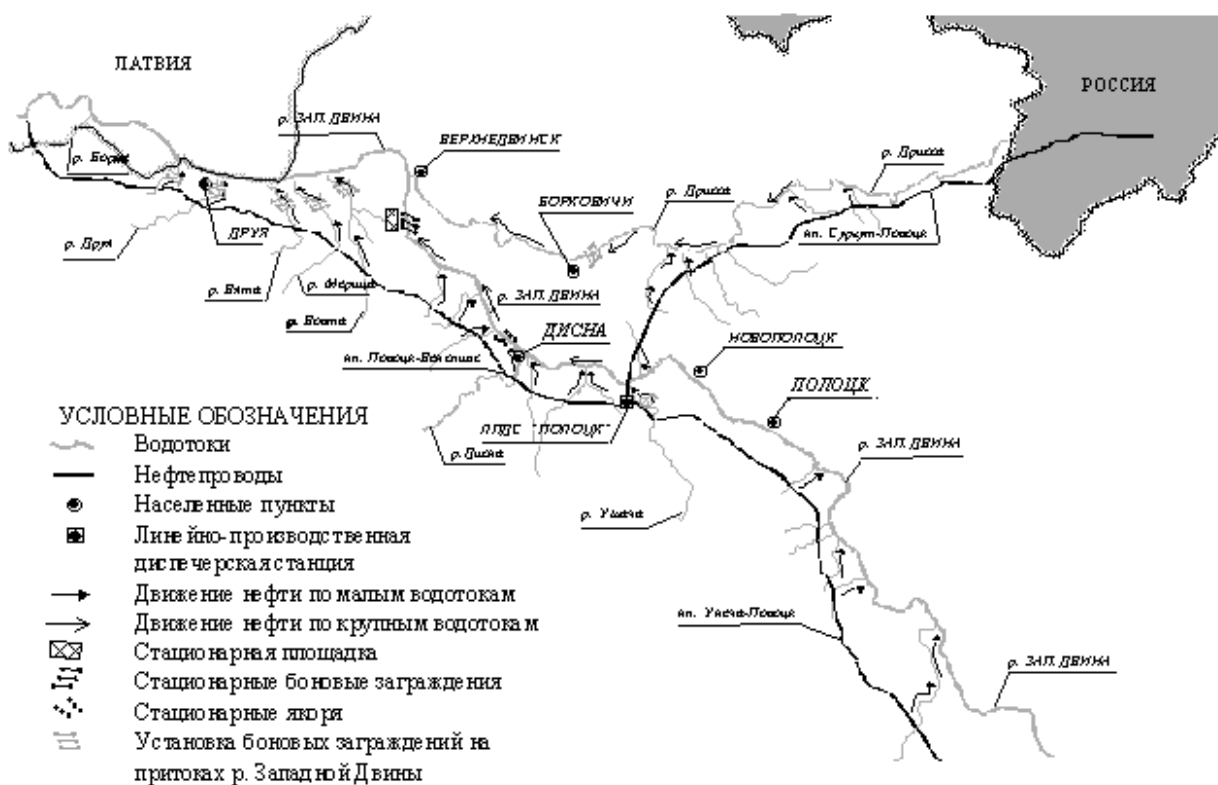
Стационарные защитные сооружения предназначены:

- для предотвращения перемещения нефти по поверхности земли (обваловки, рвы);
- для локализации распространения нефти по поверхности водотока (стационарные площадки);
- для локализации распространения нефти по мелиоративным каналам (земляные дамбы с переливными трубами, электрофицированные мелиоративные шиберы);
- для локализации распространения нефти по крупным рекам в зимний период.

Одним из примеров применения этого подхода является стационарная площадка на реке Западная Двина.

Стационарная площадка представляет собой комплекс технических сооружений, размещенных как на береговой, так и в русловой части реки, и обеспечивающих автоматическое удержание нефтяного загрязнения до прибытия аварийной бригады и проведение всех необходимых мероприятий по ликвидации последствий нефтяного разлива.

При выборе створа сооружения стационарной площадки был проведен геоландшафтный и гидрологический анализ территорий, примыкающих к трассам нефтепроводов. Было установлено, по каким водотокам нефть попадает в русло реки Западная Двина. По результатам анализа построена схема поступления нефти, представленная на рисунке.



**Рисунок** – Схема движения нефти по водотокам

На основании результатов, полученных в ходе проведенных обследований, было выбрано 2 створа. Первый из них расположен в районе г. Дисны у поселка Фролово, второй – перед г. Верхнедвинском в районе д. Узмены. На месте первого створа сооружена площадка № 1, на месте второго – площадка № 2. На первой площадке по берегам реки размещены стационарные якоря,

предназначенные для быстрого развертывания боновых заграждений в случае аварийного разлива нефти.

Вторая площадка оборудована боновыми заграждениями, нефтесборными устройствами, амбаром для приёма уловленной нефти, площадками для транспортных средств и системами жизнеобеспечения персонала. Технологическое оборудование стационарной площадки обеспечивает удержание и сбор нефти круглогодично, за исключением периода ледохода.

На территориях с густой сетью мелиоративных каналов в случае аварийного разлива нефти, к примеру, на магистральном нефтепроводе, по каналам происходит перемещение разлившейся нефти к крупным водотокам. Как правило, мелиоративные каналы оборудуются шиберами для регулирования стока воды, перекрыв которые, можно предотвратить перемещение разлившейся нефти. Однако в настоящее время многие шиберы находятся в нерабочем состоянии, что не позволяет оперативно локализовать аварию. Поэтому прежде всего необходимо отремонтировать шиберы, а при возможности оборудовать шиберы электроприводами с телемеханическим управлением из диспетчерского пункта трубопроводного предприятия.

### **Заключение**

О высокой эффективности включения мелиоративных шиберов в систему защиты водных объектов от загрязнения при авариях на нефтепроводах свидетельствует анализ хода развития аварийного разлива нефти при аварии на нефтепродуктопроводе в Бешенковичском районе. В этом случае невозможность закрытия шибера из-за его неисправности послужила условием, позволившим всему разлившемуся нефтепродукту попасть в крупные водотоки, реку Улу и далее в трансграничную реку Западная Двина.

УДК 691.544: 666.941.2

## **КОРРОЗИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ АРМАТУРЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ**

**Лукашевич М.В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [marilu141@gmail.com](mailto:marilu141@gmail.com)

*Concrete structures generally make up a significant and important part of the national infrastructure. In recent years, an extensive amount of research work has been carried out in order to better understand and control several of the most important deteriorating mechanisms such as alkali aggregate reactions, freezing and thawing and corrosion of embedded steel.*

### **Введение**

В последнее время во всем мире проблема коррозии железобетонных конструкций под воздействием агрессивных хлорсодержащих сред приобретает особую актуальность. Все увеличивающееся количество разрушающихся железобетонных конструкций не только оказывает негативное влияние на производительность общества, но также имеет огромное воздействие на природные ресурсы, окружающую среду и безопасность человека.

В большинстве стран эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт железобетонных конструкций требуют огромных расходов, одновременно обременяя окружающую среду большим количеством отходов. Большая часть этих расходов вызвана проблемами, связанными с недостаточной прочностью и недолговечностью таких сооружений. Невысокая прочность и преждевременное окончание срока эксплуатации железобетонных конструкций инициируют не только технические и экономические, но и экологические проблемы [1].

### **Коррозионные повреждения арматуры под действием жидких агрессивных хлорсодержащих сред**

Большинство железобетонных конструкций в хлорсодержащих средах подвергаются разрушению вследствие коррозии арматуры. Весьма часто наблюдаются разрушения таких конструкций, соприкасающихся с грунтами, насыщенными или периодически увлажняемыми минерализованными водами, в частности содержащими хлорид-ионы [2, 3].

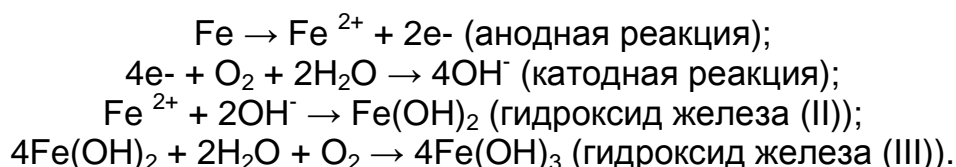
Хлориды являются распространенным компонентом поверхностных и грунтовых вод. Вследствие этого коррозия стальной арматуры в бетоне является основной проблемой, с которой сталкиваются исследователи сегодня при попытке поддерживать в работоспособном состоянии железобетонные конструкции.

Существуют два основных фактора, которые вызывают коррозию арматуры в бетоне. Это карбонизация и присутствие хлорид-ионов, которые либо были составляющими бетона с самого начала, либо проникли в бетон из окружающей среды за время срока эксплуатации. Хлорид-ионы и углекислый газ  $\text{CO}_2$  проникают в бетон практически не разрушая его целостности. Наиболее технически сложной и серьезной причиной повреждения и преждевременного разрушения железобетонных конструкций является неконтролируемое проникновение хлорид-ионов из окружающей среды [1].

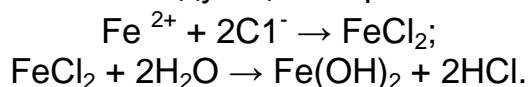
Бетон обеспечивает высокий уровень безопасности стальной арматуры от коррозии вследствие щелочной среды ( $\text{pH} \approx 13$ ) растворов, содержащихся в порах [3, 4]. При высокой щелочности сталь находится в пассивированном состоянии. Кроме того, хорошо уплотненный и правильно выдержанный бетон с низким водоцементным отношением обладает низкой водопроницаемостью, что минимизирует проникновение факторов, вызывающих коррозию стальной арматуры, таких как хлорид-ион, углекислый газ, влага и т.д.

Щелочная природа бетона вызвана присутствием гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Высокий уровень  $\text{pH}$  предотвращает коррозию арматуры железобетона формированием тонкого защитного слоя из оксида железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  на поверхности металла. Эта защита известна под названием пассивность. Слой пассивного оксида железа разрушается, когда  $\text{pH}$  опускается ниже 11. В этом случае проникновение растворимых хлоридов к арматуре при наличии воды и кислорода вызовет ее коррозию.

Коррозия стали происходит за счет различий в электрохимическом потенциале на поверхности, которая образует анодные и катодные зоны. Отрицательно заряженные свободные электроны, находящиеся в стали, поглощаются элементами электролита и соединяются с водой и кислородом с образованием гидроксид-ионов ( $\text{OH}^-$ ). Эти ионы затем соединяются с положительно заряженными ионами  $\text{Fe}^{2+}$  и образуют гидроксид железа (II), который в дальнейшем окисляется с образованием гидроксида железа (III). Эти процессы можно записать следующим образом:



Хлорид-ионы атакуют пассивный слой, когда возникает достаточная концентрация их на поверхности арматуры [1, 2]. Происходящая коррозия имеет форму локализованной точечной коррозии. В присутствии хлорид-ионов схематически реакции протекают следующим образом:



Транспортировка и распределение хлоридов в бетонной конструкции во многом зависят от условий окружающей среды, от концентрации и длительности действия растворов, соприкасающихся с поверхностью бетона, а также от пористости бетона и размера пор.

Существует ряд различных процессов переноса хлорид-ионов внутрь железобетонной конструкции. Наиболее изученным является поток воды, вызванный применением гидростатического давления. Еще одним процессом переноса хлорид-ионов является поглощение воды, вызванное капиллярными силами.

Важность хлорид-ионов в процессе коррозии арматуры в бетоне привела к концепции порогового значения хлоридов или критической концентрации хлоридов, которая может быть определена как минимальный уровень хлоридов в глубине арматуры, что вызывает активную точечную коррозию арматуры.

В литературе уровень пороговых значений обычно варьирует от 0,17 до 2 % по весу цемента. В Великобритании, в Норвегии, например, максимально допустимое значение общего хлорида по весу цемента в нормальном бетоне – 0,4 %. В Америке Американский Институт Бетона рекомендует максимально допустимое значение общего хлорида по весу цемента – 0,2 [1].

### **Заключение**

Коррозионные повреждения железобетонных конструкций наиболее интенсивны при действии на них жидких агрессивных сред, содержащих хлориды. Такие среды вызывают коррозию стальной арматуры в железобетонных конструкциях, которая значительно сокращает сроки эксплуатации водохозяйственных объектов, а также ряда других объектов, подверженных контакту с хлорсодержащими средами. Невысокая прочность, недолговечность и преждевременное окончание срока эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций вызывают ряд экологических проблем, в том числе проблемы, связанные с охраной окружающей среды и утилизацией природных ресурсов.

### **Список цитированных источников**

1. Ferreira, R.M. Probability-based durability analysis of concrete structures in marine environment / Rui Miguel Ferreira. – Guimaraes, Portugal. – 2004.
2. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1980. – 536 с.
3. Долговечность конструкций из бетона и железобетона: учебное пособие / А.В. Ферронская. – Москва: Издательство АСВ, 2006. – 336 с.
4. Горчаков, Г.И. Строительные материалы: учеб. для вузов / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – Москва: Стройиздат, 1986. – 688 с.

## ЕМКОСТЬ УГОДИЙ БЕЛАРУСИ ПО КОПЫТНЫМ ЖИВОТНЫМ СЕМЕЙСТВА ОЛЕНЬИХ

Лях Ю.Г., Востоков Е.К., Митренков А.М.

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Республика Беларусь, [mail661@mail.ru](mailto:mail661@mail.ru)

*The results of researches on optimization of populations of resort hunting animal species in the Republic of Belarus against a background compliance with forage capacity of habitats that promotes their highest production and meets the requirements of rational nature management are given in this article.*

### **Введение**

В настоящее время в Беларуси все большее значение уделяется ведению охотничьего хозяйства как виду экономической деятельности, связанному с охраной, воспроизводством и рациональным использованием охотничьих ресурсов. Ведение охотничьего хозяйства осуществляется пользователями охотничьих угодий в соответствии с Правилами ведения охотничьего хозяйства и охоты (2010 год), иными актами законодательства. При этом в обязательном порядке проводится охотоустройство и разрабатывается охотоустроительная документация, согласно которой эксплуатация популяций ресурсных видов охотничьих животных должна проводиться с учетом их оптимизации. Оптимальная численность – количество охотничьих животных, которые на протяжении длительного времени могут обитать в охотничьих угодьях, естественно воспроизводиться, эффективно использовать кормовые ресурсы, при котором обеспечивается наибольший выход качественной продукции охоты без существенного вреда компонентам природной среды, а также жизни, здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц (Глава 1, пункт 2 Правил).

И если по конкретным пользователям охотничьих угодий данные по оптимальной численности содержатся в проектах охотоустройства, то в целом по Беларуси в разрезе областей такие сведения получены путем суммирования. В связи с тем, что охотоустройством в Беларуси официально занимаются 6 аккредитованных Минлесхозом организаций, существует множественный подход к разработке некоторых разделов охотоустроительной документации. Это значит, что необходимых для общего свода сведений по оптимальным показателям в разрезе видов может не быть, так как в зависимости от направления ведения охотхозяйств (специализации) угодья по конкретным видам бонитируются при различном техническом подходе исполнителей.

### **Основная часть**

Из представленного ранее вытекает, что при этом имеются определенные сложности и нюансы, возникающие в процессе проведения бонитировки угодий для животных, которые обитают совместно. Ниже мы приводим перечень работ, в которых отражаются сведения об оптимальной или прогнозной численности копытных животных по Беларуси (таблица).

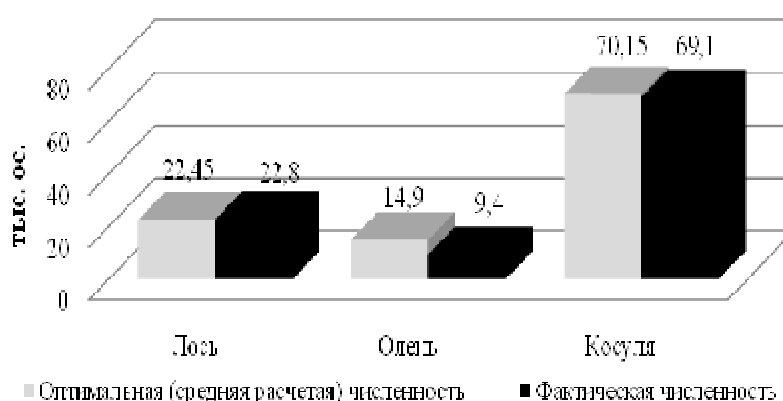
Приведенные в таблице данные, несомненно, имеют научную и практическую ценность. Как видим, фактическая численность двух видов (лось, косуля) примерно находится в средних параметрах от прогнозных показателей (рис. 1). Благодаря Государственной программе развития охотничьего хозяй-

ства на 2006-2015 гг. на территории Беларуси созданы новые территориальные группировки оленя благородного. Это обеспечило превышение прогнозных показателей численности вида, предусмотренных «Стратегическим планом развития лесного хозяйства Беларуси» (на 2010, 2015 гг.) и, очевидно, позволит достигнуть показателя Госпрограммы на 2015 год.

При комплексной оценке лесных угодий для копытных животных семейства оленьих необходимо рассчитывать общую кормовую емкость угодий. Для расчета зимних запасов древесно-веточных кормов, используемых совместно конкурирующими видами копытных животных, в практике ведения охотничьего хозяйства принято пользоваться условной единицей. По данным Юргенсона П.Б. с соавт., эта единица эквивалентна: 0,7 лось  $\approx$  1 оленю  $\approx$  4 косулям; по расчетам Романова В.С., Козло П.Г., Падайги В.И. 1 лось  $\approx$  3 оленям; 1 олень  $\approx$  5 косулям; по данным Янушко А.Д., Дунина В.Ф., Захаренко А.П., 1 лось эквивалентен 8, а 1 олень – 4 косулям.

**Таблица – Показатели оптимальной или прогнозной численности копытных животных семейства оленьих в целом по республике**

Наименование источника информации (документа)	Год разработки	Год, на который произведен расчет или прогноз	Вид животного (оптимальная или прогнозная численность), тыс. особей		
			Лось	Олень	Косуля
«Сводный прогноз развития охотничьего хозяйства Белорусской ССР на 1984-1985, 1990 и 2000 гг.»	1984-1985	1984	27	23,2	96,5
		1990	24,8	22,7	89,2
		2000	23,1	22,3	85,3
«Стратегический план развития лесного хозяйства Беларуси»	1995-1997	1997	23	20	85
		2010	19	6	51
		2015	22	6,7	60
Отчет «Разработка норматива плотности населения охотничьих видов диких копытных ....»	2005	2005 По данным охотоустройства	25,9	23,8	89,3
«Стратегический план развития охотничьего хозяйства и охоты в Беларуси»	2009	2008	22,9	16,1	85,2
Государственная программа развития охотничьего хозяйства на 2006-2015 гг.	2010	2015	27	10,2	94
За период с 1990 по 2010 гг.		1990-2010	19-25,9	6-23,8	51-89,3
Средние прогнозные показатели		1990-2010	22,45	14,9	70,15
Фактическая численность		2010	22,8	9,4	69,1



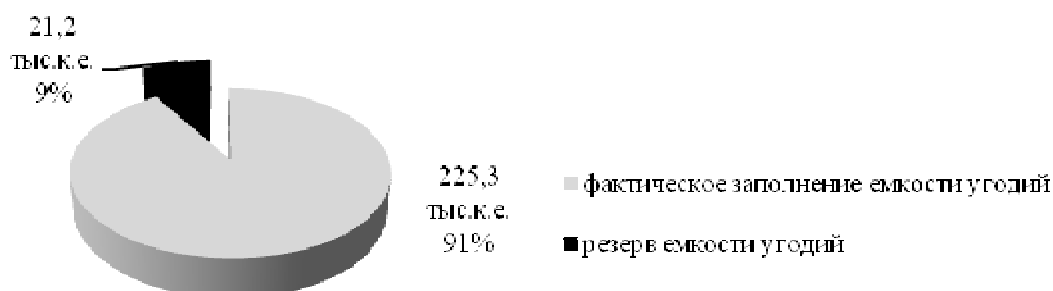
**Рисунок 1** – Сравнительный анализ средних значений прогнозных (оптимальных) показателей с фактической численностью лося, оленя, косули (2010 год)

Очевидно, разница в эквивалентности показателя условной единицы зависит от природно-климатических факторов, когда потребляются древесно-веточные корма, уровня ведения лесного и сельского хозяйства, морфологических особенностей популяционных группировок.

Наиболее целесообразно использовать подход для оценки кормовой емкости угодий, предложенный Юргенсоном П.Б. с соавт., в связи с тем, что данный принцип расчета в Беларуси использовался многократно. Только для простоты расчета за основу принята 1 косуля единица (1 лось  $\approx$  6 косулям, а 1 олень = 4 косулям). Такой расчет удобен для контроля общей кормовой емкости угодий, поскольку видовой состав конкурирующих видов копытных животных может меняться в довольно короткие сроки, в зависимости от видового приоритета или направления охотохозяйственной деятельности.

Таким образом, суммарный средний прогнозный показатель трех видов копытных животных, если его выразить в условных косульях единицах, составит 264,5 тыс., а фактический  $\approx$  243,5 тыс. кос. ед.

Данные рис. 2 свидетельствуют о том, что фактическая емкость лесных угодий по копытным животным семейства оленьих, выраженная в условных косульях единицах, не заполнена до оптимального уровня. Данный расчет оптимальных показателей по видам был произведен ранее, поэтому они имели прогнозный характер с учетом популяционных тенденций и соответствующего уровня ведения охотничьего хозяйства Беларуси.



**Рисунок 2** – Суммарный средний прогнозный показатель емкости угодий Беларуси (264,5 тыс. кос. ед.)

### **Заключение**

На современном этапе необходим расчет оптимальных показателей по этим основным ресурсным видам охотничьих животных с учетом реальной обстановки, которая изменилась по следующим позициям:

- благодаря созданию специальной структуры охрана животного и растительного мира в Беларуси обеспечивается на государственном уровне;
- произошло увеличение лесистости территории Беларуси, что повлекло за собой изменение площади обитания для видов лесной фауны;
- внесены изменения в нормативные правовые акты, включая технический и методический подходы в проведение охотозустройства;
- выполнены многоцелевые задания по Государственной программе развития охотничьего хозяйства на 2006-2015 гг., которые внедряются в практику.

Все вышеперечисленное оказывает положительное воздействие на развитие охотохозяйственной деятельности в Беларуси, и это дает основание



надеяться, что очередные стратегии и прогнозы по расчету оптимальных показателей состояния популяций ресурсных видов охотничьих животных будут иметь тенденцию к росту, а эксплуатация их популяций будет находиться в рамках рационального природопользования.

#### **Список цитированных источников**

1. Юргенсон, П.Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах / Юргенсон П.Б. – Москва, 1973.
2. Романов, В.С. Охотоведение / В.С. Романов, П.Г. Козло, В.И. Падайга // Минск, 2005. – С. 280–288.
3. Янушко, А.Д. Эколого-экономические основы лесохотничьего хозяйства Беларуси / А.Д. Янушко, В.Ф. Дунина, А.П. Захаренко // Минск, 2006. – С. 50–59.

УДК 656.13:502.5

## **ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Монтик С.В., Головач А.П.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [svmontik@mail.ru](mailto:svmontik@mail.ru)

*Negative influences of a motor transportation complex on an environment and the mechanism of acceptance of engineering decisions on environment protection against different kinds of these influences are considered.*

#### **Введение**

Формирование комплексной и гармоничной системы природопользования, которая отвечала бы как программе подъема экономики Беларуси и перехода ее к новому качественному состоянию, так и задаче наиболее эффективного оздоровления окружающей среды – важнейшая проблема, разрешение которой требует от государственной власти, ученых, специалистов и промышленников тщательного учета экологических последствий применяемых технологий и осуществляемых производственных проектов. Сегодня в Беларуси, как и во всем мире, идет бурный рост автомобилизации, увеличивается роль и удельный вес автомобильных перевозок. Для организации технической эксплуатации автомобилей на основе использования ресурсосберегающих технологий важно понять, каким требованиям должна отвечать транспортная система, а также представлять круг возникающих проблем и пути их решения. Они лежат в области рационального расходования природных ресурсов, защиты атмосферы, водоемов и водотоков, почвы, природных экосистем от негативного воздействия транспортного комплекса, создания замкнутых промышленно-утилизационных технологий транспортной деятельности, включенных в растительно-энергетические природные циклы.

#### **Вопросы воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду**

Из стремления понять степень воздействия автомобиля на окружающую среду возникло важное понятие – «множество машин». То есть, какова должна быть допустимая концентрация машин на единицу площади определенной

территории, чтобы не вызвать локальной экологической катастрофы. Это новые задачи в науке об автомобиле. Для их решения необходим анализ свойств автомобиля и упорядоченных множеств автомобилей – автотранспортных потоков, так как именно в качестве автотранспортных потоков мы встречаемся с автомобилем на дорогах, когда имеет место максимальное воздействие на окружающую среду со стороны множества машин.

Комплексное изучение процессов воздействия технических объектов (автомобиля, дороги) на окружающую среду требует наиболее полно использовать результаты исследований в области транспортной экологии. Введение понятия «жизненный цикл автомобиля, дороги» позволило конкретизировать энергетические затраты, объемы выбросов вредных веществ, потребления природных ресурсов, связанные с добычей сырья, производством конструкционных, эксплуатационных, строительных материалов, изготовлением машин, эксплуатацией, ремонтом, обслуживанием объекта транспорта, воздействующие на окружающую среду [1].

Следующий важный аспект – наличие физико-химических процессов при воздействии промышленности и транспорта на окружающую среду. Их изучение необходимо для понимания механизмов негативного воздействия транспортных объектов на среду и принятия инженерных решений по защите окружающей среды от разных видов этого воздействия.

Научные разработки последних лет позволяют классифицировать отдельные источники негативного воздействия транспортных объектов на окружающую среду, устанавливать причинно-следственные связи для управления уровнем экологической безопасности транспортного комплекса, рассчитывать удельные и погонные выбросы транспортных потоков на участках дорожной сети, формировать парк машин региона с использованием экологических критериев [2]. Экологические оценки уже не ограничиваются расчетом валовых выбросов отдельных веществ, перед специалистом ставится задача определения и расчета концентраций примесей в атмосфере на значительной площади территории с учетом трансформации отдельных веществ, риска заболевания людей. В последнее время установлена мера экологической безопасности (чистоты) транспортных средств различного назначения и экологические требования к этим объектам, определены причинно-следственные связи влияния на этот показатель различных инженерно-технологических и организационных факторов, смоделированы закономерности «экологического поведения» совокупности машин на улично-дорожной сети крупных городов. Актуальным является решение следующих вопросов:

1. Оценка влияния промышленности и транспортных коммуникаций на устойчивое социально-экономическое развитие регионов.

2. Приборное обеспечение и осуществление производственного экологического контроля линейных транспортных сооружений с учетом движения транспортных потоков, а также промышленных предприятий, транспорта, транспортных средств, строительной-дорожной техники.

3. Создание средств и методов предотвращения загрязнения окружающей среды и истощения природных ресурсов при реализации жизненных циклов объектов транспорта, инженерных сооружений с использованием малоотходных и ресурсосберегающих технологий, включая биотехнологии.

4. Экологическое нормирование промышленно-транспортной нагрузки на

экосистемы; формирование экологических требований к объектам транспортной техники, технологиям, материалам.

5. Разработка механизмов управления природоохранной деятельностью и рациональным использованием природных ресурсов в промышленности и на транспорте.

6. Прогнозирование чрезвычайных экологических ситуаций и локальных экологических катастроф, связанных с промышленно-транспортной деятельностью, и обоснование мер по их предотвращению.

### **Заключение**

Умение идентифицировать воздействие промышленно-транспортных источников на окружающую среду, оценивать их интенсивность и разрабатывать инженерные решения по снижению негативного воздействия на окружающую среду – важные задачи, которые стоят перед специалистами в области эксплуатации автотранспортных средств. Их успешное решение возможно при использовании всего накопленного арсенала теоретических и экспериментальных сведений о свойствах автомобиля и автотранспортных потоков.

### **Список цитированных источников**

1. Автотранспортные потоки и окружающая среда / В.Н.Луконин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Луконина. – Москва: ИНФРА-М, 1998.

2. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е.Л. Воробейчик, О.Ф. Садыков, М.Г. Фарафонов. – Екатеринбург: УИФ "Наука", 1994.

УДК 504.06(476)

## **ВЫЖИГАНИЕ (ПАЛЫ) – УГРОЖАЮЩЕЕ ЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Наумов А.Д., Никитин А.Н., Жданович В.П.**

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, [zhdanovich.vp@tut.by](mailto:zhdanovich.vp@tut.by)

*There have been environmental problems in connection with the burning of dry vegetation and rubbish, emphasizes the role of each member of society and put forward the demand to move from declarations to effective environmental protection.*

### **Введение**

Весной все хозяйства приступают к уборке мусора и бытовых отходов, которые оказываются в кучах, валках и подвергаются сжиганию. Процесс сжигания в нашей стране вошёл в систематическую, но не лучшую традицию. В наиболее допустимом варианте порядочные хозяева утилизируют отходы, закапывая в ямы, траншеи, а другие выбрасывают, захламляя пустыри или близлежащие лесные массивы.

Почему же нельзя подвергать сжиганию остатки отходов, мусор, прошлогоднюю сухую траву и пр.? Дело в том, что окружающая среда со всеми составляющими – это наше жилище, это те условия, та система, без которых не может существовать человек. Нарушая равновесие этой системы, человек

ухудшает нормальные условия жизни не только себе, но и всем, без исключения, составляющим окружающей среды. Сжигая органическое вещество, мы нарушаем соотношение кислорода и углекислоты в атмосфере, ухудшая, при этом, экологию окружающей среды. На местах сжиганий выгорает органическое вещество, и почва теряет веками копившиеся агрохимические и агробιологические качества и свойства. А в нашей стране к сохранению этого богатства требуется особо заботливое отношение. В огне сгорают и полезные живые существа верхнего пахотного слоя почвы, которые постоянно перерабатывают органические остатки и улучшают все агрономические свойства почв. С выжиганием гибнут птичьи гнездовья и выводки мелких животных. Вместе с дымом в воздух поднимаются тяжёлые металлы, радионуклиды и химические средства защиты растений. Это приводит к вторичному загрязнению объектов среды, которые, в конечном итоге, поступают с продукцией и водой опять к человеку. В огне погибают семена цветковых растений, сорняки же наоборот, имея мощные корневища, выживают и увеличивают свою численность. Выжигание органических остатков ведёт к деградации биоценозов, растительности, почв, уничтожает надпочвенную и почвенную фауну, создаёт угрозу лесных пожаров. Перечень негативных последствий сжиганий, выжиганий (так называемых палов) можно было бы продлить и дальше.

Всё вместе взятое наносит невосполнимый или трудно восполнимый урон среде обитания человека, его здоровью. В нашей стране выжигание растительности категорически запрещено [1, 4], но, как видим, на практике этот запрет игнорируется. В рамках международного сотрудничества наша страна взяла на себя обязательства перед человечеством содействовать защите и сохранению экологических систем на благо нынешних и будущих поколений.

В Беларуси впервые в мировой практике включено в Конституцию требование охраны и рационального использования природных богатств. Ныне действует более двух сотен юридических документов, касающихся природопользования.

### **Основная часть**

На фоне внешне содержательной природоохранной деятельности и эффективной экологической политики с последних лет прошлого века на территории Беларуси, как стихийное и неконтролируемое явление, начали распространяться палы. Усугубляет обстановку череда засух и других, аномальных для условий Беларуси климатических явлений.

Повсеместно выжигаются придорожные полосы, лесные опушки, поляны и луга, сжигается стерня, солома и остатки урожая. При помощи огня «очищают» свои территории от растительных остатков владельцы приусадебных участков, дачники, руководители предприятий и организаций. Вместе с органикой сжигается целлофан, пластик и прочий поддающийся горению бытовой мусор, ухудшая окружающую ситуацию. Палы являются основной причиной пожаров в лесах и на торфяниках. Иногда огонь перебрасывается на постройки и даже становится причиной гибели людей.

В других странах положение с выжиганиями обстоит так. Если в России и Украине тенденция распространения палов похожа на нашу, то в странах Балтии и Западной Европы ситуация прямо противоположная. Для европейца выжигание – явление недопустимое. Там меры по экологическому природопользованию включены во все формы деятельности и являются важным ком-

понентом системы образования. Там даже листва в городских скверах и парках максимально сохраняется, а та, что сметается с тротуаров, ни в коем случае не сжигается и не вывозится на свалки. Она в обязательном порядке компостируется [3].

Принципы органического или экологического земледелия являются ведущими в сельскохозяйственной практике. Там нет ностальгии сжигания сухой травы или кучи мусора. Например, в Бельгии введён налог на костры. Люди реально понимают, что такое заботиться о климатической системе, ограничивать антропогенные выбросы, защищать и улучшать качество поглотителей и накопителей парниковых газов.

Распространению палов в нашей стране и странах ближнего зарубежья послужили разразившиеся политический и экономический кризисы в конце прошлого века. Из-за проблем с техникой и топливом сельскохозяйственные предприятия всё больше практиковали сжигание стерни, соломы и остатков неубранного урожая, придорожных полос. Это период прогрессирующего роста такой категории земледельцев как дачники. Издаваемая специальная литература, предназначенная для владельцев личных подсобных хозяйств и дачников, не была направлена на формирование экологических знаний, навыков и умений. В ней не было сказано ни об органическом земледелии, ни о компосте. Зато было много рекомендаций о том, что уничтожение вредителей и болезней достигается сжиганием растительных остатков, а зола при этом является хорошим удобрением. Появилось мнение, что выжигание очищает землю и освобождает пространство для лучшего прорастания молодой растительности [4].

Сказалось и то, что даже некоторые специалисты с высшим образованием и многолетним стажем работы оказались близорукими в экологических вопросах. Выжигая свои территории, они создали прецедент вседозволенности, а дачная литература и не обременённые экологическими знаниями журналисты сформировали общественный миф о полезности палов [4].

В условиях всепожаряющих палов устойчивое развитие и сохранение природы невозможны. Игнорирование этой действительности дискредитирует Беларусь как страну в целом, декларирующую свою приверженность принципам международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.

Сегодня в Беларуси есть все возможности для полного искоренения выжиганий.

В стране создана мощная вертикаль административного государственного управления, структура Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства по чрезвычайным ситуациям, инспекции государственного контроля за использованием и охраной животного и растительного мира, а также сеть государственных контрольных органов и органов государственной безопасности, экологическая милиция. Имеются и общественные организации, способные активно содействовать государству в решении экологических проблем. Однако до сих пор работа их носит более декларативный характер.

Выжиганию угодий и сжиганию мусора должно быть дано чёткое определение: для Беларуси – это позорное, угрожающее экологической безопасности явление! [2].

### **Заключение**

– Выжигание растительности есть акт надругательства над Природой, Родиной, Жизнью. Это преднамеренное разрушение среды обитания всего живого, истребление живого на больших территориях или экоцид против собственной земли, это акт экологического терроризма;

– в деле эффективной охраны окружающей среды необходимо перейти от голых деклараций к конкретно поставленным задачам всем органам и каждому человеку, а природоохранным органам осуществлять постоянный контроль их выполнения;

– определить конкретные задачи, роль, значение и ответственность управленческих и местных органов власти за состояние окружающей среды;

– для предотвращения нанесения вреда природе нужно полнее использовать всевозможные способы: ограничивающие, запрещающие, разъяснительные меры, материальную, административную, уголовную ответственности, обучение взрослого населения и детей, рекламу, телерадиопередачи и др.;

– прививать в семье и детских учреждениях с юных лет ответственность поведения и любовь к природе, окружающей среде;

– государство и административные органы должны воспитать в каждом человеке понимание личной ответственности за сохранение и улучшение экологических условий окружающей среды.

#### **Список цитированных источников**

1. Популярная энциклопедия «Природа Беларуси» – Минск: изд-во Белорусская Советская Энциклопедия, 1986.

2. Владиславский, В. Человек среди природы / В. Владиславский. – Минск: «Вышэйш. школа», 1975. – 224 с.

3. Gerald Durrell. Encounters with Animals. Beats in My Bed, 2008.

4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь / сост.: О.А. Белый, А.А. Савастенко – Минск: РУП «Бел НИЦ «Экология», 2005. – 100 с.

УДК 631.874:631.(574)

## **СИДЕРАЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ – СОСТАВЛЯЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

**Наумов А.Д., Никитин А.Н., Жданович В.П.**

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь,  
[zhdanovich.vp@tut.by](mailto:zhdanovich.vp@tut.by)

*The paper emphasizes the special role and importance of green manure crops in effective resource management and organic farming.*

#### **Введение**

Техногенное воздействие на окружающую среду в последние годы становится всё более ощутимым и непредсказуемым. В этих условиях разумное использование природных ресурсов, бережное отношение к окружающей среде, при возрастающих интересах производителей материальных благ, являются альтернативой недопущения катаклизмов на нашей планете.

В области сельскохозяйственного производства вопросы охраны окружающей среды стоят особенно остро. К настоящему времени в большинстве стран мира используются интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Обязательной нормой таких технологий является применение в возрастающих объемах минеральных удобрений и химических средств защиты растений, которое имеет и свои отрицательные стороны. В частности, возникают сомнения в безопасности продуктов питания, получаемых в условиях химического воздействия на растения, усиливается тревога об угрозе для человека и животных применения высоких доз минеральных удобрений и особенно пестицидов, большинство из которых создано путем химического синтеза и не имеет природных систем нейтрализации и разрушения. При интенсивных технологиях возделывания в больших объемах потребляются невозобновляемые природные ресурсы (например, фосфатное сырье), запасы которых быстро уменьшаются, не оставляя шансов для наших потомков. Реально возникает угроза загрязнения элементов окружающей среды, таких как почвенный покров, грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух и другие остаточными количествами химикатов (солей тяжелых металлов, пестицидов, соединений нитратного азота и т.д.). На производство и внесение средств химизации тратятся значительные экономические средства [2].

Все это обусловило стремление к поиску таких приемов и систем, которые явились бы альтернативой сложившимся методам и были бы свободны от присущих им отрицательных черт. Возникло вначале стихийное, а позднее – организационно оформившееся течение, включающее ряд направлений и объединенное под общим названием «экологическое» или «альтернативное земледелие».

Опыт альтернативного земледелия насчитывает более 30 лет. В 1972 году в Версале под Парижем создана Международная федерация органического земледелия (IFOAM), включающая 300 организаций из 60 стран Мира. В последние годы в состав IFOAM вошли Литва, Латвия, Россия и другие страны. На сегодняшний день практически все государства Европы входят в эту организацию [1].

На первый план выступают качество получаемой продукции, охрана окружающей среды от загрязнения химикатами, с максимальным использованием природных веществ и соединений.

В Беларуси вопросы развития экологического земледелия очень актуальны. Это связано со сложной экологической обстановкой. Значительная территория нашей республики (около 23 %) оказалась подвергнута радиоактивному загрязнению в связи с аварией на Чернобыльской АЭС, 830 тыс. га сельскохозяйственных угодий загрязнены техногенными выбросами промышленных центров, 6 % сельскохозяйственных угодий имеют избыточное накопление биогенных элементов, превышающих предельно допустимые концентрации.

В последние годы резкий рост стоимости энергетических и сырьевых ресурсов аграрного сектора Республики Беларусь, в связи с удорожанием энергетических ресурсов, производства минеральных удобрений и химических средств защиты растений, вызвал настоятельную необходимость поиска альтернативных источников питательных элементов для растений и систем их защиты. Это в основном и определяет особую актуальность развития элементов экологического земледелия.

### **Основная часть**

На основе научного подхода основными задачами экологического (органического) земледелия определены следующие:

- производить достаточное количество высококачественной сельскохозяйственной продукции;

- поддерживать и повышать естественное плодородие почв за счёт научно-обоснованного чередования культур, контроля за балансом питательных веществ почвы, обуславливающих прогрессивное повышение гумуса почв и дальнейший рост урожаев;

- предотвращать загрязнение окружающей среды химическими элементами и органическими отходами. С этой целью в сельскохозяйственных предприятиях создавать и расширять замкнутые биологические циклы производства, максимально используя потенциал живых организмов и органического вещества;

- в процессе производства максимально сохранять материальные и энергетические ресурсы;

- поддерживать биологическое равновесие экологической системы земледелия и окружающей ее среды, создавать условия для удовлетворения всех жизненных потребностей живых организмов.

Для получения удовлетворяющих производство урожаев сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь, научно-исследовательскими учреждениями рекомендованы следующие нормы органических удобрений (навоз, компосты): для связных почв – не менее 10-12, для супесчаных – 12-15 и песчаных – 15-18 т/га пашни. К концу восьмидесятых годов прошлого столетия примерно такой уровень (13-14 т/га пашни) был достигнут [3, 4]. Однако в последующем, в условиях ослабленной и низкоэффективной экономики сельского хозяйства, резко сократились объемы заготовок (с 43 до 28,3 млн. т), нормы внесения (до 6,2-6,3 т/га пашни) органических удобрений и посевные площади, на которые они должны быть внесены [3]. При этом резко снизилось (в среднем на 0,03%) в почвах республики содержание гумуса, основного показателя почвенного плодородия. Уменьшение запасов гумуса наблюдается теперь в каждом втором хозяйстве республики. Это может вызвать деградацию почвенного плодородия и стать причиной последующего снижения продуктивности полей [3]. Одной из основных причин такого положения являются высокие энергозатраты, как на приготовление, так и на доставку и внесение органических удобрений [4].

Альтернативой этому может быть повсеместное использование сидеральных культур (люпин, редька масличная, горчица, рапс и др.), особенно на отдаленных от центров участках и полях и, в первую очередь, на загрязнённых радионуклидами территориях. Возделывание их может сопровождаться либо полной запашкой выращенной массы в почву, либо запашкой оставшейся массы после стравливания или скашивания, либо дополнительным использованием массы для приготовления недорогого биогумуса. Сидеральное удобрение оказывает многостороннее положительное влияние на свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур. Это удобрение имеет наибольшее значение на более бедных органическим веществом дерново-подзолистых, особенно легких по механическому составу песчаных и супесчаных почвах [1]. Вместе с тем в последние годы оно получает распространение и на более связных почвах, требующих быстрого окультуривания. Это удоб-



рение прежде всего обогащает почву органическим веществом и азотом, способствует переходу зольных элементов питания подпахотных горизонтов в верхние. В зависимости от условий выращивания в почву запахивается до 30–50 т/га органической массы. При этом снимаются затраты на приготовление, перевозку и внесение удобрений, что уменьшает их на 35 – 50 % от общих затрат на возделывание культуры.

Адекватно так же должны улучшиться показатели радиобиологической активности почвы и радиоэкологической безопасности проживания населения на загрязнённой радионуклидами территории.

В зависимости от того, возделывают сидераты в чистом виде или совместно с другими культурами, различают самостоятельные и промежуточные посевы. При самостоятельном использовании они занимают поле один, а на очень бедных супесчаных почвах и два сезона. Подобным образом выращивают люпин. При промежуточных посевах различают подсевную и пожнивную культуру сидератов. В первом случае сидераты (люпин, донник, сераделлу) подсевают под предшествующую основную продовольственную культуру; во втором – растения на зеленое удобрение (однолетний люпин, горох, рапс, горчицу) сеют сразу после уборки основной [2]. Подсевной способ предпочтителен в районах с более коротким вегетационным периодом. В районах же с более длинным вегетационным периодом хорошо удаются и пожвные посевы.

Способы применения сидератов также разнообразны. В качестве зеленого удобрения используют всю растительную массу (корни и надземная часть) или только определенную часть. По этому признаку выделяют: полное зеленое удобрение; укосное зеленое удобрение (с подвозом убранный массы с других участков); отавное зеленое удобрение (запашка стерни, корней после некоторого отрастания отавы клевера, донника, кормового люпина, сераделлы и пр.).

### **Заключение**

Изложенное позволяет утверждать о высокой агроэкономической эффективности сидерации, ресурсосбережении в земледелии и, в целом, об оздоровлении окружающей среды при использовании сидеральных культур в сельскохозяйственном производстве.

### **Список цитированных источников**

1. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
2. Сидераты (зелёное удобрение для огородников и фермеров) / С.И. Репьев [и др.]. – Санкт Петербург, 1993.
3. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. Наука, 2007. – 390 с.
4. Никончик, П.И. Влияние специализированных севооборотов и систем удобрений на баланс гумуса в почве / П.И. Никончик // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: мат. юб. межд. науч.-практ. конф., посв. 80-летию образ. института земледелия 29 июня 2007 г. Жодино. – Мн., ИВЦ Минфина, 2007.

УДК 574.633(082)

# ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ОЗЕРА ДРУКШЯЙ – ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ ИГНАЛИНСКОЙ АЭС

**Салицкайте-Буникене Л.**

Вильнюсский университет, г. Вильнюс, Литовская Республика

*Drūkšiai lake was a typical mesotrophic lake before it started serve as a cooling pond for Ignalina Nuclear Power Plant in 1983. Heat and chemical pollution by waste water from Visaginas destroyed balance of ecosystem. Drūkšiai lake change it trophical status to eutrophic.*

## **Введение**

Озеро Друкшяй – самое большое в Литве. Оно находится в северо-восточной части республики. Площадь равна 44,8 км<sup>2</sup>. Длина водоема – 14,3 км, ширина – 5,3 км, максимальная глубина – 33,3 м, средняя – 8,2 м. Береговая линия – извилистая (особенно в южной части водоема, где находятся и самые большие полуострова), ее длина около 60 км. Озеро украшают 5 островов. Площадь самого большого из них на белорусской стороне (Пилес сала) равна 21 га. Другие острова малы. Площадь водосбора равна 621 км<sup>2</sup>. Его озерность – 15,5 %, лесистость – 30,3 %, заболоченность – 14,7 %, распаханность – 40 %. В настоящее время исток из озера Друкшяй осуществляется только через реку Прорву. Средний годовой расход воды из озера – 4,05 м<sup>3</sup>/сек [1, 2].

## **Основная часть**

Актуальность изучения гидрохимии оз. Друкшяй, на берегу которого была построена Игналинская АЭС, диктовалась тем, что до 1979 года систематически такого рода исследования на этом водоеме не проводились. Был выполнен лишь ограниченный по объему химический анализ одной пробы воды, взятой из озера в 1953 году, и трех проб озера, взятых в разных его местах с поверхностного горизонта в 1960 году [1]. Кроме того, заранее уже можно было прогнозировать, что со временем водоем подвергнется постоянному химическому эвтрофированию, так как в него попадают бытовые (хотя и очищенные) сточные воды г. Висагинас, стоки с площадки АЭС и ее цеха подготовки воды, стоки дождевой канализации г. Висагинас. А сразу после пуска АЭС были отмечены признаки и процессы термического эвтрофирования. Все вышеперечисленные факторы, как оказалось позднее, невероятно быстро привели к изменению уровня трофности озера, причем в натуральных условиях этот процесс происходит через тысячи лет.

Исследование химического состава и гидрохимического режима оз. Друкшяй, притоков (р. Смалвы, р. Ричанки), истока р. Прорвы велось до превращения озера в водохранилище-охладитель Игналинской АЭС (1979-1984 гг.) и после пуска АЭС (1985-1997 гг.). После завершения работ по научно-исследовательской программе «Атомная энергетика и окружающая среда» (1993-1997 гг.) научные исследования проводились только по личной инициативе отдельных ученых различных учреждений. Постоянное наблюдение ведется по программе мониторинга озер Литвы под эгидой Министерства окружающей среды Литовской Республики и в лаборатории самой АЭС. За более чем 20 лет в научно-исследовательской работе участвовали научные сотруд-

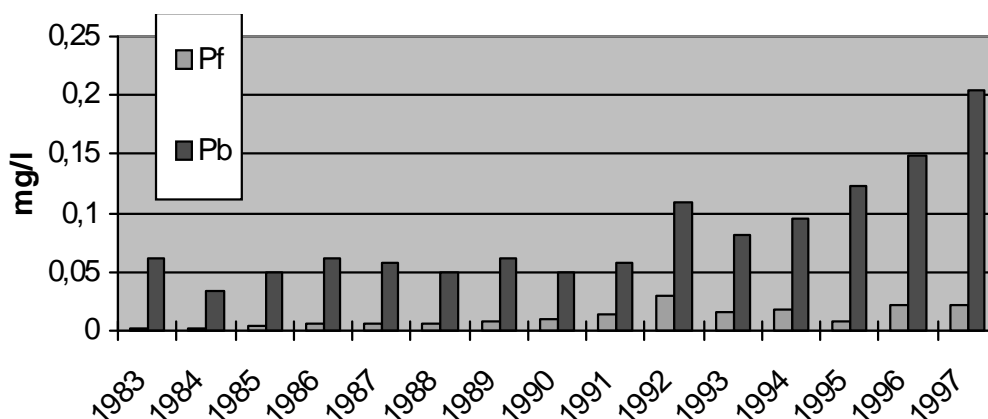
ники (В. Тураускайте, М. Кишките, Р. Миляускайте, Л. Салицкайте-Буникене), студенты под руководством А. Буникиса.

В начале комплексных исследований точки отбора проб воды (рис. 1) были подобраны в наиболее характерных местах водоема с учетом возможных в будущем изменений базового состояния озера. В пробах (отобранных батометром Молчанова) определяли концентрации главных ионов, биогенных элементов, растворенных газов. Кроме того, выявляли значения показателей содержания органических веществ, рН и цветность воды. На основании данных химического анализа проб воды выполнена оценка состояния карбонатной системы в исследованных водных объектах. Результаты каждого анализа – среднее значение двух единичных определений. Показатели состояния карбонатно-кальциевого равновесия (без учета образования ионных пар) вычислялись по методике О.А. Алекина и Н.П. Моричевой [3]. Все вычисления выполнялись ранее на ЭВМ ДЗ-28, в последние годы на компьютере по оригинальной программе. Правильность выполненного анализа воды на главные ионы проверена по методике, предложенной В.Л. Павелко, В.В. Пуголовиным [4].

До пуска АЭС оз. Друкшяй по всем гидрохимическим и гидробиологическим показателям принадлежало к мезотрофным водоемам. Было выяснено, что его трофическое состояние во многом определяла концентрация в его воде фосфатного фосфора, которая в предпусковой период АЭС была мала (среднегодовое значение – 0,002 мг/л).



**Рисунок 1** – Схема озера Друкшяй (стационарные станции отбора проб воды отмечены цифрами)



**Рисунок 2** – Динамика среднегодовых концентраций фосфатного (Pf) и валового (Pb) фосфора в воде озера Друкшяй (1983-1997 гг.)

Со временем содержание фосфора подверглось сильным изменениям. В 1995 году (0,124 мг/л) и 1996 году (0,148 мг/л) годовая концентрация общего фосфора превышала экологический норматив, рекомендуемый американскими исследователями (0,03-0,1 мг/л). Поэтому фосфор стал главным элементом, решающим трофический статус и темп развития процесса эвтрофирования. По мнению ряда зарубежных исследователей, для абсолютного большинства водоемов в настоящее время ключевым биогенным элементом следует считать фосфор [5]. Самый мощный удар биогенного загрязнения озеро получает в зоне станции № 6, куда попадают сточные воды г. Висагинас ( $N(NH_4) = 0,47$  мг/л). Важным гидрохимическим подтверждением такого вывода стало соотношение средних годовых концентраций  $N_{вал}$  и  $P_{вал}$ , которое было 21:1, т.е. типичное для мезотрофных водоемов [6]. Но с 1995 года это соотношения стало меньше (10:1), что уже типично для эвтрофированных водоемов [7-9].

### Выводы

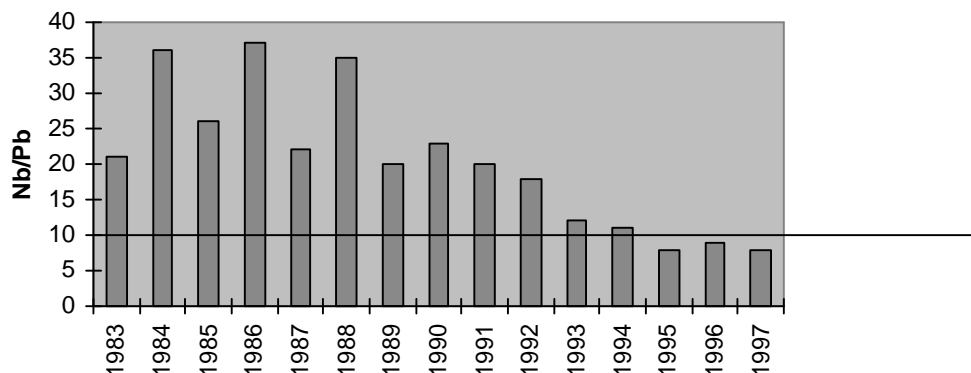
Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Водоохранилище-охладитель Игналинской АЭС (оз. Друкшяй) подвергается постоянному эвтрофированию в основном через сброс бытовых сточных вод г. Висагинас.

2. Опасным для водоема, при наличии достаточного количества минеральных форм азота в воде оз. Друкшяй, является постоянное повышение концентрации биологически активной формы фосфора (Рф).

3. Соотношение среднееголетних концентраций валового азота и валового фосфора (1995-1997 гг.) говорят об изменении статуса трофности водоема.

4. С каждым годом ухудшается экологическое состояние водохранилища-охладителя Игналинской АЭС.



**Рисунок 3** – Динамика соотношения среднегодовых концентраций валового азота ( $Nb$ ) и валового фосфора ( $Pb$ ) в воде озера Друкшяй (1983-1997 гг.)

### Список цитированных источников

1. Физико-географическая, климатическая и гидрологическая характеристики бассейна озера Друкшяй: отчет о НИР (заключительный) / Ин-т физико-химических проблем энергетики АН ЛитССР, руководитель М.И. Ласинкас. – Каунас, 1969. – С. 185.

2. Гидрологические и гидротермические исследования бассейна оз. Друкшяй: отчет о НИР (заключительный) / Ин-т физ.-хим. проблем энергетики АН ЛитССР, руководитель М.И.Ласинкас. – № ГР79014811; Инв. № 02829025953. – Каунас, 1981. – С. 57.

3. Алекин, О.А. Расчет характеристик карбонатного равновесия / О.А. Алекин, Н.П. Моричева // Современные методы анализа природных вод; отв. ред. К.Г. Лазарев. – Москва: Академиздат, 1962. – С. 158–171.

4. Павелко, В.Л. Контроль результатов определения главных ионов в природных водах / В.Л. Павелко, В.В. Пуголовкин // Гидрохимические материалы. – 1975. – Т. 64. – С. 196.

5. Sakamoto Mitsuru. 1982. Eutrophication of Japanese lakes as related to the dynamics of nitrogen and phosphorus// Res. Relat. UNESCO Man and Biosphere Program. Jap., 1981-1982. S.1.P.74.

6. Lee S.F., Jones R.A., Rast W. 1978. Eutrophication of water bodies: Insights for an age-old problem// Environmental Science and Technology. Т.12, № 8. P. 900.

7. Буникис, А. Гидрохимический режим / А. Буникис, Л. Салицкайте // Состояние экосистемы водоема-охладителя Игналинской АЭС в начальный период ее эксплуатации: серия «Теплоэнергетика и окружающая среда». – Вильнюс, 1993. – С. 10–18.

8. L. Salickaitė-Bunikienė. Hidrocheminiai tyrimai Drūkšių ežere - Ignalinos AE aušinimo baseine. Kn. Valstybinė mokslo programa "Atominė energetika ir aplinka". Baigiamoji ataskaita 1993-1997 (1998). – P. 61–94.

9. L. Salickaitė-Bunikienė, A. Bunikis. Drūkšių ežero pastovios taršos pasekmės jo vandens cheminei sudėčiai. Kn. Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse (konferencijos medžiaga) (1998). – P. 40–44.

УДК 630\*232

## ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ СОСНОВЫХ ВЫРУБОК

**Скригаловская В.А., Исайчиков М.Ф., Риторева Е.К.**

Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь, [forinstnanb@gmail.com](mailto:forinstnanb@gmail.com)

*In the Republic of Belarus regeneration is effected after felling by way of natural regeneration, by the method for establishing cultivated phytocenoses and by both practices. Information on regeneration of felled areas and efforts made to encourage natural regeneration support efficiency of this practice.*

### **Введение**

В настоящее время многократно возросло значение леса, удовлетворяющего многочисленным экологическим и социальным потребностям общества. Одной из наиболее важных и сложных эколого-хозяйственных проблем в лесном хозяйстве является лесовосстановление. В нем соприкасаются вопросы правил рубок леса и выбора метода лесовосстановления, обработки почвы, выращивания посадочного материала, а также все связанное с созданием лесных культур, вплоть до перевода их в покрытые лесом земли. Для теории и практики большое значение имеет изучение процессов лесовосстановления, происходящих как путем естественного возобновления, так и методом создания культурфитоценозов, а также при сочетании этих приемов после рубки леса. Лесовыращивание определяет экономическую и экологическую роль лесов для конкретного региона.

Наиболее эффективным лесопользованием будет тогда, когда будет обеспечиваться быстрое и качественное восстановление леса после рубки, согласно хорошо известному выражению Г.Ф. Морозова: «Рубка леса – это синоним возобновления». В современных условиях проведение обычных сплошнолесосечных рубок исключает успешность естественного возобновления. Свыше 21 % лесопокрытой площади находится под лесными культурами –

фитоценозами с неполночленной флористической основой и упрощенной структурой. В этой связи согласно «Государственной программе развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы» [1] рекомендуется максимально возможное сохранение и использование естественного подростка, в первую очередь ценных древесных пород и живого напочвенного покрова.

### Основная часть

Несмотря на то, что в лесах Беларуси рубки главного пользования проводятся на сравнительно небольших участках леса (3-4 га), основной способ, который широко применяется – это сплошнолесосечные рубки. В мировой практике они считаются неприемлемыми по природоохранным соображениям. Как указывали Юркевич И.Д., Голод Д.С., эффективным использованием подпологового возобновления можно достичь крупного выигрыша во времени лесохозяйственного производства и сокращения времени производства высококачественной древесины. Это возможно лишь на основе изучения хода естественного возобновления в различных лесорастительных условиях. Лесоводственная оценка возобновления вырубок [2] позволила установить, что весь комплекс затрат на сохранение подростка хвойных пород в 3-5 раз меньше по сравнению с созданием лесных культур. Сохранение имеющегося подростка до 1 м сосны, ели, дуба, ясеня уменьшает затраты на лесовосстановление в 7-10 раз по сравнению с посадкой леса и уменьшает срок выращивания спелого древостоя почти на 10 лет, при высоте его 2-3 метра – 15-20 лет, а тонкомера высотой 10-15 м – почти на 40 лет.

Насаждения таких древесных пород, как клена, липы, ясеня и дуба, невозможно, или их весьма сложно вырастить, не сохраняя подростка и молодняка, формирующегося под пологом леса. Пренебрежение к сохранению подростка такой широко культивируемой породы, как дуб, привело к сокращению дубрав в республике, а их восстановление методом лесных культур мало результативно. Необходимо учитывать происходящие процессы смены пород и усиление позиций дуба и ели в естественном возобновлении под пологом спелых и приспевающих древостоев.

Воспроизводство лесов осуществляется двумя путями: посадкой и посевом, которые занимают 55-60 % вырубаемых площадей, а сохранение подростка при рубках – менее 10 % (табл. 1).

**Таблица 1 – Средние ежегодные показатели по временным периодам сплошных вырубок, посева и посадки леса в лесном фонде Республики Беларусь**

Учетное время, годы	Площадь вырубок, тыс. га	Посев и посадка леса		Содействие естеств. возобновлению леса, тыс. га		Сохранение подростка, тыс. га
		всего, тыс. га	% от вырубок	всего	в т.ч. минерализация	
2001-2004	33,0	37,0	112,2	3,7	3,6	3,7
2005-2007	27,3	44,6	164,6	5,8	4,7	1
2008-2010	24,6	32,6	132,5	5,3	4,2	0,4

За последнее время прослеживается динамика снижения общего количества культур, в связи с уменьшением количества переданных под облесение сельхозугодий. В настоящее время (2006-2010 гг.) объем площадей содействия естественному возобновлению (с.е.в.) леса составляет 4,3-6,3 тыс. га, что гораздо больше, чем в прошлые годы. В то же время (2001-2010 гг.) уменьшилось количество лесов (в среднем 2,3 % от площади посева и посадки), восстановленных за счет сохранения подростка. Естественное зарращивание на избыточно увлажненных землях осуществляется на 35-40 % площадей.

Такое соотношение требованиям сегодняшнего дня уже не удовлетворяет. Как отмечает Цветков В.Ф.: «Степень реализации возможностей естественного возобновления (прежде всего использование потенциала предварительной его составляющей), а не объемы лесных культур, наилучшим образом и объективно отражают состояние проблемы воспроизводства лесных ресурсов и общий уровень эксплуатационного лесоводства» [3]. При анализе показателей в лесохозяйственных учреждениях установлено, что общее количество возобновления на вырубках, с проведенными мероприятиями по содействию достигает 3,0-20,0 тыс. шт. хозяйственно ценных древесных пород (табл. 2). Основным способом проведения с.е.в. является минерализация почвы (за последнее десятилетие 79,7 % от площади с.е.в.). Проведение этого мероприятия в лесхозах заключается в основном в сдирании напочвенного покрова имеющимися в хозяйствах орудиями и нарезке двухпластных борозд.

### Заключение

Восстановление леса может быть как естественным, так и искусственным. В любом случае, оптимизация и оценка альтернативных вариантов производится на основе показателей затрат по всему замкнутому циклу лесохозяйственного производства с учетом заданных ограничений на используемые материальные ресурсы. При этом подходе возможен обоснованный выбор способа восстановления леса для каждого типа лесорастительных условий. На вырубках, с проведенными мерами содействия, повышается количество хозяйственно-ценных пород во всех обследуемых лесхозах. Для улучшения качества лесовосстановления следует больше внимания уделять сохранению подроста и мероприятиям по содействию естественному возобновлению леса.

**Таблица 2** – Характеристика возобновления вырубок, с проведением мер содействия

Возраст вырубки	Т У М	Всего, густота (N) тыс. шт./га	Естественное возобновление древесных пород, тыс. шт./га							Меро- приятия
			сосна		дуб		береза		осина	
			N	Н, м	N	Н, м	N	Н, м	N	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	A <sub>2</sub>	8,0	5,6	0,1	0,1	0,1	2,3	0,6		*посев
2	A <sub>2</sub>	17,5	12,5	1,5			5,0	0,5		*п. руб.
2	A <sub>2</sub>	3,4	3,0	8,0	0,4	1,0				*с.е.в.
3	A <sub>2</sub>	7,2	7,2	2,5						*п. руб.
3	A <sub>2</sub>	3,7	3,5	9,1	0,1	9,1	0,1	8,0		*с.е.в.
10	A <sub>2</sub>	5,6	1,6	3,3	1,2	1,8	2,0	4,5	0,8	*с.е.в.
2	B <sub>2</sub>	9,4	3,0	3,3	3,6	1,2	1,2	4,3	1,6	*с.е.в.
3	B <sub>2</sub>	7,4	1,2	0,2	6,0	0,3			0,2	*ест.в.+к
4	B <sub>2</sub>	20,0			20,0	0,4				*ест.в.+к
2	B <sub>3</sub>	6,2	1,0	1,0	5,2	4,0				*ест.в.+к
4	B <sub>3</sub>	10,2	1,5	0,9	8,6	4,0			0,1	*ест.в.+к

*Примечание: \*посев – посев сосны текущего года в подготовленные борозды, в местах, где отсутствует возобновление сосны; \*п. рубка – постепенная рубка с применением мер содействия естественному возобновлению; \*с.е.в. – содействие естественному возобновлению леса; \*ест.в. +к – естественное возобновление древесных пород и лесные культуры дуба, в местах, где отсутствует возобновление.*

### Список цитированных источников

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 гг. (в ред. постановления СМ РБ от 03.10.10 № 626). – Мн., 2010. – 54 с.
2. Зябченко, С.С. Лесоводственная оценка возобновления вырубок с сохраненным подростом / С.С. Зябченко, И.П. Лазарева, М.Д. Некрасов // Лесн. хоз-во. – 1981. – № 3. – С. 15–19.

3. Цветков, В.Ф. Вопросы лесовозобновления в связи с рубками на европейском Севере России / В.Ф. Цветков // Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на европейском Севере России / Сб. науч. работ кафедры лесоводства и почвоведения. – Архангельск: Фед. агентство по образ. Архангельск. техн. ун-т, 2005. – С. 29–76.

УДК 556.18:34

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

**Станкевич А.П., Завьялов С.В.\***

Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, [cricuwr@infonet.by](mailto:cricuwr@infonet.by); \* Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, г. Минск, [water@minpriroda.by](mailto:water@minpriroda.by)

*The article is supposed to give some approaches for creation the new reduction of the main document in the field of the regulations the questions of the water management and protection.*

### **Введение**

Количество и качество водных ресурсов определяют устойчивое развитие любого государства, от них зависит уровень жизни и здоровье населения. По водообеспеченности Республика Беларусь находится в сравнительно благоприятных условиях. Располагаемые водные ресурсы достаточны для удовлетворения современных и перспективных (на ближайшие 20 лет) потребностей в воде. Суммарное воздействие всех видов хозяйственной деятельности не оказывает существенного влияния на располагаемые водные ресурсы, формирующиеся в пределах республики.

Территория Беларуси служит водоразделом для бассейнов Балтийского и Чёрного морей. Примерно 55 % речного стока приходится на реки бассейна Чёрного моря и 45% – Балтийского. На территории республики протекает семь крупных рек (длиной более 500 км). Все они, кроме Березины, являются трансграничными. В силу данного обстоятельства необходимо учитывать трансграничные аспекты и подходы соседних стран в сфере управления водными ресурсами.

### **Основная часть**

В области управления водными ресурсами основополагающую роль играет Водный кодекс. Водный кодекс Республики Беларусь принят в 1998 году. Далее в него вносились шесть раз небольшие изменения и дополнения в период с 2006 по 2009 гг.

С момента принятия Водного кодекса Республики Беларусь вступили в действие ряд международных и национальных документов. В первую очередь необходимо отметить разработку и принятие Водной рамочной директивы ЕС (2000 год), которая базируется на следующих принципах:

- устойчивое развитие водного хозяйства;
- обеспечение населения в полном объеме качественной питьевой водой;
- экосистемный бассейновый подход (комплексное рассмотрение поверхностных вод, подземных вод, водной и прибрежной экосистем с учетом их взаимодействия по всему бассейну);



- постепенное уменьшение загрязнения водных объектов с поэтапным достижением целевых показателей экологического состояния водных объектов;
- максимальная привязка планов и мероприятий по охране водных ресурсов и их использованию к конкретным и реальным местным условиям;
- максимальное делегирование властных полномочий на региональный и местный уровни при реализации планов и выполнении мероприятий;
- широкое привлечение общественности к процессу обсуждения гидроэкологических проблем и принятия решений.

В Российской Федерации в 2006 году принята новая редакция Водного кодекса, в котором отражены многие подходы Водной рамочной директивы ЕС. В данном кодексе, в соответствии со ст. 28, основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов являются бассейновые округа (20 округов), которые состоят из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей. В соответствии со ст. 29 в целях обеспечения рационального использования и охраны водных объектов создаются бассейновые советы, осуществляющие разработку рекомендаций в области использования и охраны водных объектов в границах бассейнового округа. Данные рекомендации учитываются при разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. В Водном кодексе Республики Беларусь отсутствует принцип бассейнового управления, действует только ст. 93 о схемах комплексного использования и охраны вод. Для реализации положений данной статьи принято Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 октября 2007 года № 1286 «О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны вод», в соответствии с которым по заданию Минприроды ЦНИИКИВР начал разработку проектов схем для основных бассейнов рек Беларуси. В 2009-2010 гг. проведена разработка схемы комплексного использования и охраны вод бассейна реки Неман, в 2011 году начата разработка проекта схемы для бассейна реки Западная Двина. Данные схемы послужат улучшению управления водными ресурсами бассейнов рек. Однако их реализация сдерживается отсутствием органов бассейнового управления. В этой связи, логичным было бы ведение бассейнового принципа управления в Водный кодекс и организация бассейновых советов для координации водохозяйственной деятельности на бассейновом уровне.

### **Заключение**

Данный вопрос является одним из многих, для решения которых следует подготовить новую редакцию Водного кодекса Республики Беларусь. Для этого необходимо провести детальный анализ сложившейся практики в области охраны и использования водных ресурсов страны и учесть передовой международной опыт, в первую очередь соседних с Беларусью стран.

УДК 691.544:666.941.2

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРЕССИВНЫХ ПРИРОДНЫХ СРЕД НА ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА**

**Ступень Н.С.**

*The article presents the data on the influence of aggressive media on the corrosion of cement clinker. The combined effect of sulfate, chloride and bicarbonate ions on the degree of leaching of calcium hydroxide has been studied. Positive influence of hydrocarbonate ions, that speed down  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , leaching was revealed.*

### **Введение**

Наиболее распространенными грунтовыми водами на территории стран СНГ являются сульфатные воды. Поэтому изучению процессов коррозии бетонов в сульфатных средах посвящено большое количество экспериментальных исследований. Установлено, что при действии на цементный камень растворов сульфатов в результате сложных физико-химических процессов изменяется фазовый состав цементного камня [1].

Теоретические предпосылки и экспериментальные данные показывают, что на стойкость бетона в сульфатных средах должны влиять другие компоненты, содержащиеся в природной среде, в частности хлорид и гидрокарбонат ионы. Хлориды являются распространенным компонентом поверхностных и грунтовых вод, а гидрокарбонаты кальция и магния обуславливают жесткость природных вод. Поэтому при исследовании коррозионных процессов, происходящих в цементном камне в агрессивной среде, необходимо учитывать совместное влияние сульфат-, хлорид- и гидрокарбонат ионов.

### **Основная часть**

Цементный камень – наиболее уязвимый компонент бетона к воздействиям внешней среды. Как известно, основной структурный компонент цементного камня – гидросиликаты кальция – выделяются из раствора в виде волокнистых субмикроскопических частиц. Вначале в свободном пространстве между частицами цемента гидросиликаты кальция образуются в виде длинных волокон. Затем по мере уплотнения структуры длина волокон уменьшается. Непрерывно растёт число контактов срастания кристаллов новообразований. С увеличением объёма твёрдой фазы при гидратации уменьшается общий объём и размеры пор. В результате этих процессов прочность цемента непрерывно нарастает [1, 2]. Под действием различных агрессивных сред в цементном камне начинаются деструкционные процессы, т.е. процессы коррозии.

Гидросиликаты кальция могут устойчиво существовать в твердой фазе в равновесии с жидкой средой, если концентрация  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в жидкой фазе выше определенного количества, называемого предельной концентрацией.

При концентрации гидроксида кальция в жидкой среде 1,2 г/л устойчивы все перечисленные выше минералы. При концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  1,06-1,08 г/л высокоснованные гидросиликаты и гидроалюминаты переходят в низкоосновные гидросиликаты и гидроалюминаты. При концентрации  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,16-0,36 г/л гидроалюминаты подвергаются полному гидролизу с образованием  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . При более низких концентрациях оксида кальция однокальциевый силикат распадается с образованием геля кремниевой кислоты [1].

Таким образом, по кинетике выщелачивания гидроксида кальция в сульфатных, хлоридно-сульфатных и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатных средах можно судить о деструкционных процессах в цементном камне.

Исследования проводили на образцах цементного камня ( $v/c = 0,4$ ) – кубиках  $2 \times 2 \times 2$  см. Размеры образцов приняты из соображений возможности в короткие сроки получить исследуемые зависимости. Для приготовления растворов, близких к природным водам использовали сульфат натрия, хлорид натрия, гидрокарбонат кальция марок ЧДА. Концентрации растворов сульфата натрия (в пересчёте на ион  $SO_4^{2-}$ ) – 1,5 г/л, 3 г/л, 5 г/л приняты из соображений ускоренного получения исследуемых зависимостей.

Сущность исследований сводится к определению аналитическими методами изменения концентраций ионов  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$  и pH в процессе взаимодействия раствора с минералами цемента в испытуемых образцах.

Количественное определение водорастворимых ионов кальция проводили методом комплексометрического титрования с трилоном Б, в присутствии индикатора мурексида. Количественное определение сульфат-ионов проводили гравиметрическим методом.

Основные результаты исследований приведены в табл. 1, 2.

Жидкая фаза затвердевшего цемента представляет раствор гидроксида кальция концентрации, близкой к концентрации насыщенного раствора, и содержит незначительные количества кремнезёма, глинозёма и оксида железа (III). Снижение содержания одного из компонентов, образующих гидросульфоалюминат кальция ( $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SO_3$ ), исключает необходимое пресыщение жидкой фазы по этому компоненту.

**Таблица 1 – Количество водорастворимых ионов кальция в агрессивной среде**

Проба с различным соотношением ионов $SO_4^{2-} : Cl^- : HCO_3^-$ в растворе	Средний объем трилона Б, пошедшего на титрование, мл	Масса ионов $Ca^{2+}$ в навеске, г	Масса $CaO$ в навеске, г	% -ное содержание ионов $Ca^{2+}$	
				в навеске	в цементе
(1,5г/л) $SO_4^{2-}$	0,43	0,022	0,030	2,15	7,52
1:1:0	0,18	0,009	0,013	0,91	3,20
1:2:1	0,12	0,006	0,008	0,53	1,72
2:1:1	0,30	0,015	0,021	1,50	5,25
(3г/л) $SO_4^{2-}$	0,20	0,010	0,014	1,00	3,50
1:1:0	0,15	0,008	0,011	0,75	2,62
1:2:1	0,22	0,011	0,015	1,10	3,85
2:1:1	0,10	0,005	0,018	1,25	3,97
(5г/л) $SO_4^{2-}$	0,15	0,008	0,011	0,75	2,62
1:1:0	0,12	0,006	0,008	0,60	2,10
1:2:1	0,01	0,01	0,016	1,20	3,52
2:1:1	0,27	0,005	0,007	0,50	1,75

**Таблица 2 – Количество растворенного  $CaO$  в зависимости от концентрации ионов  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  и  $HCO_3^-$  в жидкой агрессивной среде**

Содержание $CaO$ в це-	Количество растворенного $CaO$ (%) от первоначального содержания		
	концентрация $SO_4^{2-}$ 1,5 г/л	концентрация $SO_4^{2-}$ 3 г/л	концентрация $SO_4^{2-}$ 5 г/л

менте	1:0:0	1:1:0	1:2:1	2:1:1	1:0:0	1:0:0	1:2:1	2:1:1	1:0:0	1:1:0	1:2:1	2:1:1
65,3	16,40	6,99	3,83	3,42	7,66	5,74	6,42	6,00	5,74	4,59	7,66	8,83

### Заключение

Анализ экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. При совместном нахождении сульфат-, хлорид- и гидрокарбонат-ионов в растворе повышается растворимость гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

2. При концентрациях  $\text{SO}_4^{2-}$  в растворах 5 г/л и при соотношении сульфат-, хлорид- и гидрокарбонат-ионов 2:1:1 наблюдается замедление процесса выщелачивания гидроксида кальция.

3. Хлорид-ионы сами по себе инертны по отношению к цементному клинкеру, так как не образуют труднорастворимых соединений с кальцием – главным элементом минералов цементного камня. В основном их агрессивность связывают только с коррозией стальной арматуры в железобетонных конструкциях. Но полученные данные свидетельствуют о том, что хлорид-ионы влияют на течение процессов сульфатной коррозии, их интенсивность и скорость протекания.

4. Наименьшее значение pH водных вытяжек из цементного клинкера (9,3) наблюдалось при соотношении ионов 2:1:1 при любых концентрациях сульфат-ионов. Такое значение pH опасно для стальной арматуры в присутствии агрессивных хлорид-ионов.

### Список цитированных источников

1. Москвин, В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1980. – 536 с.

2. Питьева, К.Е. Гидрохимия / К.Е. Питьева. – Москва: Высш. школа, 1971. – 336 с.

3. Иванов, Ф.М. Определение влияния добавок на сульфатостойкость цементных растворов ускоренным методом / Ф.М. Иванов, Г.В. Любарская, Г.В. Чехний. – В кн.: Коррозионностойкие бетоны и железобетонные конструкции. – М., 1981. – С. 131–134.

УДК 621.039.533.6

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ВОДОРОДНЫЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ

Требенок А.Н., Нестерук В.Н.\*

Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», г. Минск, Республика Беларусь, [trebenok27@gmail.com](mailto:trebenok27@gmail.com); \* Государственное учреждение образования «Гимназия № 23 г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь

*Ecological problems of use of hydrogen in power engineering are investigated in the article, the actions of hydrogen energy carriers on the environment. Equations for evaluating the ejections of water vapor with the use of liquid and gaseous forms of fuel are obtained.*

### Введение

В настоящее время водородная энергетика рассматривается как одно из важнейших приоритетных направлений в научных и технологических исследо-

ваниях ведущих стран мира [1]. Среди факторов, определяющих перспективы развития водородной энергетики, важнейшую роль играет стремление к сокращению выбросов парниковых газов и ограниченность запасов ископаемого углеводородного топлива [2, 3].

Вопросы изменений в окружающей среде при переходе на альтернативные источники топлива плохо изучены. Необходимо проводить дальнейшие исследования, связанные с воздействием продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива на природу, климат и микроклимат [4]. Особого внимания заслуживает "парниковый эффект", который приводит к повышению температуры на планете, таянию ледников, изменению климата, возрастанию риска стихийных бедствий, трансформации климата ландшафтов в результате хозяйственной антропогенной деятельности человека.

В последнее время появилось много публикаций о том, что переход на водородные энергоносители снимет все экологические проблемы, к сожалению, авторы не предоставляют своих доказательств. На наш взгляд, необходимо осуществлять экологическую экспертизу для обоснования ожидаемых воздействий новых технологий на окружающую среду [4].

### **Методика исследования и обсуждение результатов**

При переходе на водородную энергетику планетарная проблема "парникового эффекта" будет частично снята, так как уменьшится поступление в атмосферу углекислого газа, но, на наш взгляд, появится новая проблема. Выбросы водяного пара от сжигания водорода могут достичь огромных объемов, что приведет в больших городах к образованию антропогенных «водородных» дымок, туманов и смогов. Для примера можно рассмотреть процесс чрезмерного увлажнения воздуха в городе зимой от сгорания традиционного топлива. Газы при выбросе из труб ТЭЦ, ТЭС, фабрик и заводов, авиационных и автомобильных двигателей имеют более высокую температуру и меньшую плотность по сравнению с окружающим воздухом. Подымаясь на высоту нескольких десятков метров, выбросы задерживаются в подынверсионном слое. Попадание в этот слой дополнительных ядер конденсации, золы и непосредственно водяного пара приводит к ухудшению видимости и образованию в этом слое густой дымки и тумана. Увеличению водяного пара в данном слое способствует и сгорание водорода, который входит в состав традиционных видов топлива. Так, если при сгорании одной тонны традиционного жидкого топлива, в котором содержится около 150-160 кг водорода, образуется примерно 1,4 тонны водяного пара, при сжигании одной тонны природного газа – 2 тонны 160 кг, то при сжигании одной тонны водородного топлива – 9 тонн водяного пара. Получены уравнения для оценки образования водяного пара при сгорании жидкого топлива для диапазона температур от +30 до -30 ° С.

В химический состав жидкого топлива (керосина, бензина) входят углерод (84-85 %) и водород (15-16 %). При сгорании углерод (С), соединяясь с кислородом (O<sub>2</sub>), образует углекислый газ (CO<sub>2</sub>), а за счет химической реакции соединения водорода с кислородом (2H<sub>2</sub>+ O<sub>2</sub> = 2H<sub>2</sub>O) – водяной пар. При сгорании килограмма топлива образуется около 1,4 кг водяного пара. Степень дополнительного увлажнения приземного слоя воздуха за счет сгорания можно определить количественно по формуле

$$\Delta a = \frac{1400 \times (Q1 + Q2)}{S \times h}, \quad (1)$$

где  $\Delta a$  – дополнительное увлажнение от сгорания жидкого топлива, г/м<sup>2</sup>; Q1, Q2 – количество топлива от наземного транспорта (Q1) и энергоносителей промышленности (Q2), кг; S – площадь увлажнения, м<sup>2</sup>; h – высота увлажнения, м.

Однако в последнее время на практике вычисления выполняются в гектопаскалях (гПа). Поясним, что парциальное давление связано с абсолютной влажностью соотношением

$$a = 217 \frac{e}{T}, \quad (2)$$

где a – абсолютная влажность воздуха, г/м<sup>3</sup>, e – парциальное давление водяного пара, гПа; T – температура воздуха, °C.

Для диапазона температур от - 30 до + 30 °C формула (1) примет вид

$$\Delta e = \frac{1750 \times (Q1 + Q2)}{S \times h}, \quad (3)$$

где  $\Delta e$  – дополнительное увлажнение, поступающее в воздушный бассейн от сгорания топлива, гПа; (Q1 + Q2) – количество сжигаемого топлива от наземного транспорта (Q1) и энергоносителей промышленности, ТЭЦ и ТЭС (Q2), кг; S – площадь увлажнения, м<sup>2</sup>; h – высота увлажнения, м.

Для водородного топлива формула (1) примет следующий вид

$$\Delta e = \frac{12250 \times (Q1 + Q2)}{S \times h}. \quad (4)$$

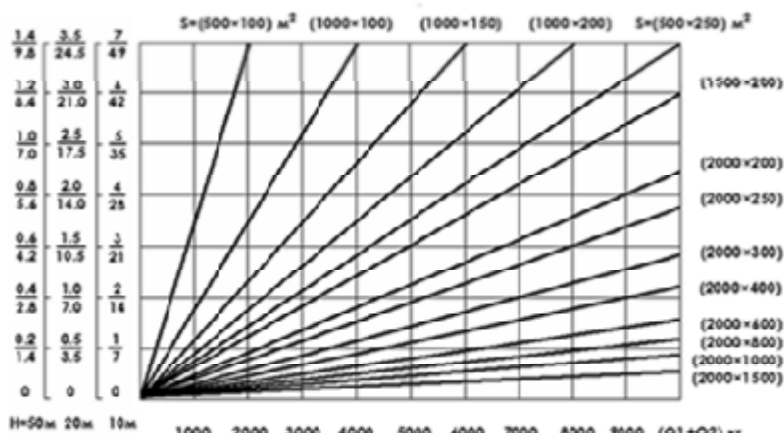
На основании приведенных формул (1), (4) построены номограммы для расчета дополнительного увлажнения, образующегося от сгорания топлива при толщине слоя h = 10, 20, 50 м (рис. 1, 2).

Мы считаем, что для уменьшения воздействий антропогенных выбросов от энергетики, промышленности и транспорта на воздушный бассейн в дальнейшем необходимо возводить в промышленных городах дома с различной высотой и хорошо продуваемыми дворами. Это будет инициировать развитие турбулентности восходящих движений. В таких случаях влага уходит в верхние слои атмосферы. Автодороги целесообразно строить с более широким полотном движения, что будет снижать концентрацию антропогенных выбросов, особенно в низких местах ландшафта. Акцентируем внимание на том, что чем ниже температура воздуха, тем большее влияние оказывает дополнительное увлажнение на образование антропогенных смогов, дымок и туманов.

Для оценки условий образования тумана, смога, густой дымки мы разработали номограмму (рис. 2), из которой возможно сделать следующие выводы:

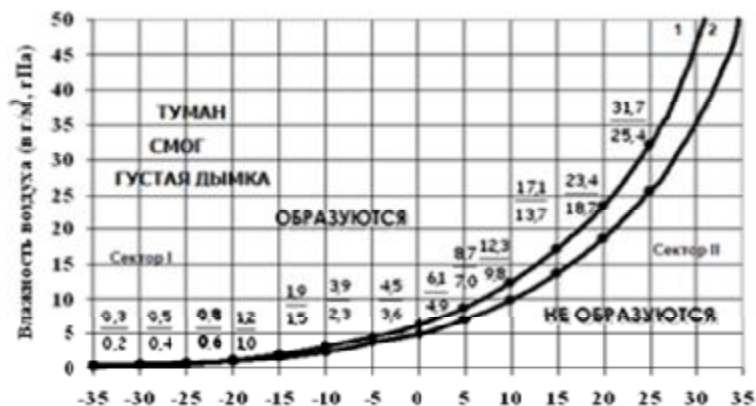
1. Конденсация водяного пара в значительной степени зависит от температуры воздуха. Чем ниже температура воздуха, тем меньше необходимо водяного пара для его конденсации. Так, при температуре +20 °C необходимо наличие водяного пара 23,4 гПа или 18,7 г/м<sup>3</sup>, а при температуре -20 °C – 1,2 гПа или 1,0 г/м<sup>3</sup>, т.е. в 19 раз меньше, чем при температуре -20 °C, а при температуре -30 °C – всего 0,4 г/м<sup>3</sup>.

2. Номограмма дает наглядные представления, почему туманы, смоги, густые дымки, облачные дни в городах повторяются чаще, чем в пригородной зоне, позволяет оценивать вероятность ухудшения видимости на городских улицах, автострадах от антропогенных выбросов промышленности, энергетики и транспорта при использовании углеводородного и водородного топлива.



**Рисунок 1** – Номограмма расчёта дополнительного увлажнения (гПа), образующегося от сгорания топлива (в числителе от жидкого топлива, в знаменателе – от водородных энергоносителей)

3. Количественная оценка последствий выбросов водяного пара может оцениваться по номограмме следующим образом. Когда пересечение линий температуры и предполагаемых выбросов водяного пара попадают в 1-й сектор, то образование тумана, смога, густых дымок при слабых и штильных значениях ветра имеет большую вероятность. Если пересечение линий находится во 2-ом секторе номограммы, то образование тумана, смога и густой дымки исключается.



**Рисунок 2** – Количество водяного пара (кривая 1, г/м³, кривая 2, гПа), необходимое для насыщения воздуха, образования тумана, смога, густой дымки при различных температурах воздуха

### Выводы

Таким образом, нами разработаны номограммы для расчета дополнительного увлажнения, образующегося от сгорания жидкого топлива и водородных энергоносителей, разработаны рекомендации для уменьшения антропогенных воздействий выбросов от энергетики, промышленности и транспорта и предложены рекомендации градостроительным организациям по снижению антропогенных воздействий на окружающую среду. Кроме того, показано, что использование уравнений для контроля количественных величин выбросов от продуктов сгорания топлива позволит заблаговременно прогнозировать

ухудшение прозрачности атмосферы, образование густых дымоков, смогов и туманов.

#### **Список цитированных источников**

1. Жданок, С.А. Современное состояние и перспективы развития водородной энергетики в Республике Беларусь / С.А. Жданок, С.А. Филатов // ИФЖ. – 2008. – Т. 81. – № 1. – С. 4–7.
2. Ващенко, С. Перспективы водородной энергетики в Беларуси / С. Ващенко // Промышленная безопасность. – 2005. – № 6. – С. 14–15.
3. Глебова, Е. Рывок в водородное будущее / Е. Глебова // Наука и жизнь. – 2004. – № 2. – С. 16–20.
4. Нестерук, В.Н. Чем опасны водородные энергосистемы / В.Н. Нестерук, Л.В. Каляцкая // Энергетика и ТЭК. – 2003. – №8. – С. 48.

УДК 667.636.25

## **СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ**

### **Тур Э.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*Modern water-based paints for wood protection are described in the article. Wood as a surface for painting has some special characteristics. The recipe of water-based emulsion paint with anti-blocking properties is offered in the article.*

#### **Введение**

Древесина как природный конструкционный материал является весьма популярной в современном строительстве. Доступная цена, значительная прочность, лёгкость в обработке, высокие тепло- и звукоизоляционные свойства обеспечивают древесине достойное место среди перспективных экологичных строительных материалов. В силу большого многообразия пород, древесину используют для отделки интерьеров, для наружной обшивки зданий, как конструкционный материал, а также для изготовления столярных изделий (окон, дверей, столешниц и т.д.). Достаточно большие объёмы древесины используются для опор линий электропередач, шпал, шахтной крепи. Наряду с рядом достоинств, древесина, как строительный материал, имеет серьёзные недостатки – склонность к биологическому разрушению (синеве, плесени, гниению, поражению древоокрашивающими и дроворазрушающими грибами и насекомыми) и к возгоранию. Эти недостатки ограничивают применение этого ценного экологичного материала в строительстве.

С помощью правильной защиты можно придать поверхности древесины устойчивость к атмосферным воздействиям, увеличить срок службы изделия или конструкции. В настоящее время защитные средства для древесины по функциональному назначению можно разделить на следующие группы: препараты для защиты круглой древесины от вредителей при лесозаготовках, транспортировании и хранении; препараты для временной защиты пиломатериалов и брёвен на период их атмосферной сушки; препараты для защиты древесины, применяемой в строительстве [1]. Последняя группа средств настолько велика, что её, в зависимости от целевого назначения, принято разделять на инсектицидные, биозащитные (антисептики), огнезащитные (ан-



типирены), влагозащитные препараты и защитно-декоративные лакокрасочные материалы (ЛКМ).

С точки зрения декоративных свойств, ЛКМ для древесины можно разделить на две основные группы: выявляющие текстуру древесины (лаки, лазури, морилки) и укрывающие (эмали, краски). Сформированное лакокрасочное покрытие (ЛКП) должно обеспечивать биологическую защиту, быть проницаемым для водяных паров и одновременно герметичным по отношению к капельной влаге, долговечным, устойчивым к воздействию ультрафиолетового (УФ) излучения [2].

До недавнего времени алкидные ЛКМ были одними из самых распространённых укрывающих материалов для защитно-декоративной окраски столярных изделий. Однако в последние годы на рынок вышли водно-дисперсионные ЛКМ.

### **Основная часть**

Целью данной разработки являлось создание экологичного, не содержащего органических растворителей и сиккативов, атмосферостойкого, паропроницаемого, технологичного с точки зрения промышленного нанесения и без склонности к слипанию при складировании ЛКП для столярных изделий.

Известно, что природа плёнообразователя на 90% определяет основные свойства ЛКП на его основе [3]. Исходя из анализа плёнообразователей различных типов, для создания нового ЛКМ был выбран акриловый сополимер, полученный методом эмульсионной сополимеризации бутилакрилата и метилметакрилата. Основные технические характеристики плёнообразователя: массовая доля нелетучих веществ – 50 %; минимальная температура плёнообразования (МТП) – 0 °С; температура стеклования – (-17/105) °С, pH – 7-8; размер частиц – 0,1 мкм; плотность – 1,05 г/см<sup>3</sup>; прочность плёнки при растяжении (толщина плёнки 250 мкм, скорость растяжения 50 мм/мин) – 5-6 МПа; удлинение при разрыве (толщина плёнки 250 мкм, скорость растяжения 50 мм/мин) – 330 %, тип дисперсии – анионная.

Так как ЛКП должно быть достаточно эластичным и одновременно твёрдым и устойчивым к царапинам, данный полимер с его прочностью при растяжении идеально подходит для разрабатываемой рецептуры ЛКМ. Кроме того, МТП = 0 °С в соотношении с подобранными в процессе промышленного нанесения коалесцирующими добавками обеспечивает оптимальное формирование плёнки ЛКП в соответствии с параметрами технологического процесса сушки окрашенных столярных изделий (1 ч при температуре 50 °С в сушильной камере). Результатом подбора коалесцентообразователей и других функциональных добавок является возможность складирования высушенных окрашенных изделий без их последующего слипания и нарушения целостности ЛКП.

В качестве пигмента в рецептуру ЛКМ включен диоксид титана рутильной формы, полученный хлоридным способом. Присутствие данного пигмента обеспечивает не только высокую белизну, но и укрывистость ЛКП. В качестве наполнителей для повышения твёрдости и укрывистости подобрана композиция из мелкодисперсного талька и сульфата бария. Так как акриловые дисперсии склонны к пенообразованию, в рецептуру ЛКМ введена композиция из двух пеногасителей и функциональной добавки, удаляющей пузырьки пены в массе ЛКМ на стадии его изготовления (деаэраатора). В составе ЛКМ содержится также гидрофобизирующая добавка – парафиновый воск, не только

снижающая водостойкость, но и придающая ЛКП некоторую матовость без введения матирующей добавки. Для обеспечения биозащиты ЛКМ в таре и отвержденного ЛКП использованы: тарный консервант и биоцид фенольного происхождения. Данные биоцидные добавки являются низкотоксичными, нерастворимыми в воде, светостойкими экономичными, не имеют запаха и совместимы с другими компонентами. Для достижения сопротивления слипанию окрашенных изделий при складировании и увеличению гладкости поверхности ЛКП в состав композиции введена функциональная добавка, содержащая силикон. Кроме того, в рецептуре присутствует структурирующая тиксотропная добавка – акриловый ассоциативный загуститель, работающий в определенном диапазоне рН.

Оптимальная рецептура водно-дисперсионного акрилового ЛКМ включает (в масс. %): акриловый сополимер – 50,0; диспергатор (неионогенное ПАВ) – 0,30; композицию гидрофобных полисилоксановых пеногасителей и деаэратора – 1,5; гидрофобизирующую добавку – 0,5; функциональную добавку против слипания поверхностей – 0,4; композицию биоцидов – 0,5; коалесценты: пропиленгликоль – 5,0, бутилгликоль – 1,5, тексанол – 2,0; диоксид титана – 18,0; тальк – 6,0; сульфат бария – 4,0; акриловый загуститель – 2,0; регулятор рН (аммиак водный технический 25 %-ный) – 0,12; воду – 8,18.

Испытания ЛКМ и ЛКП проводились по стандартным методикам [4]. Основные показатели ЛКП на основе разработанной композиции приведены в таблице (см. далее).

Анализируя результаты испытаний ЛКП, следует отметить эстетичный внешний вид плёнки (ровная и однородная матовая поверхность), низкое водопоглощение, высокую адгезию к древесине, укрывистость, устойчивость к воздействию переменных температур, а также технологичность (степень перетира – 15 мкм, время высыхания до степени 5 при температуре  $(50 \pm 2)^\circ \text{C}$  – 1 ч).

**Таблица – Основные показатели ЛКП**

Наименование показателя	Величина показателя
Массовая доля нелетучих веществ, %	56,0
Вязкость по ВЗ-246 ( $\varnothing 4$ мм) при температуре $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$ , с	105-115
Время высыхания до степени 5 при температуре $(50 \pm 2)^\circ \text{C}$ , ч	1
Степень перетира, мкм	15
Укрывистость высушенной пленки (норма – не более 220), г/м <sup>2</sup>	160
Адгезия покрытия к основанию (норма – не менее 1), МПА	2,0
Водопоглощение (через 24 ч) при температуре $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$ , %	0,2
Условная светостойкость покрытия (изменение коэффициента диффузного отражения) после 24 ч облучения ртутно-кварцевой лампой (норма – не более 5,0), %	0,8
Морозостойкость покрытия, циклов	более 50
Коэффициент паропроницаемости, мг/м х ч х Па, не менее	0,005
Устойчивость к воздействию переменных температур, циклов	более 10

### **Заключение**

В результате проектирования составов композиций, лабораторных исследований и промышленных испытаний в заводских условиях разработана экологически полноценная рецептура ЛКМ для столярных изделий, не содержащая органических растворителей, сиккативов, токсичных компонентов, отличающаяся своей технологичностью.

### **Список цитированных источников**

1. Баенкевич, В.В. Защита древесины / В.В. Баенкевич, С.А. Максименко // Промышленная окраска. – 2004. – № 5. – С. 8–9.
2. Гербер, В.Д. Защита древесины / В.Д. Гербер // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2001. – № 2-3. – С. 50–55.
3. Охрименко, И.С. Химия и технология плёнообразующих веществ / И.С. Охрименко, В.В. Верховланцев. – Ленинград: Химия, 1978. – 392 с.
4. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – Москва: Химия, 1988. – 272 с.

УДК 663.636.25

## ЭКОЛОГИЧНЫЕ ЛЕССИРУЮЩИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ

**Тур Э.А., Антонюк Е.К.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ieih@bstu.by](mailto:ieih@bstu.by)

*Environmental friendly semi-transparent coatings for wood decoration are described in the article. The aim of the research was to work out a recipe for semi-transparent paint with anti-fungal properties for wood decoration.*

### **Введение**

Современные лессирующие составы – это вид лакокрасочных материалов (ЛКМ), которые применяются для одновременной защиты древесины и декорирования её поверхности. Такие составы имеют разнообразную колеровочную базу, но остаются полупрозрачными и сохраняют текстуру древесины. Они должны эффективно защищать столярные изделия от неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе от ультрафиолетового излучения и перепадов температуры, обладать гидрофобными свойствами, образуя водонепроницаемую «дышащую» плёнку, а также обеспечивать защиту от древоокрашивающих плесневых грибов. Вредные для древесины факторы всегда действуют вместе, усиливая влияние друг друга. Так, например, кислород, ультрафиолетовое излучение и вода приводят к разрушению структуры древесины, превращая основу растительных клеток дерева в питательную среду для дереворазрушающих грибов. Поврежденная грибами древесина в дальнейшем гораздо быстрее поражается насекомыми. При перепадах влажности и температуры происходит деформация древесины. Ее усушка и набухание, чередуясь, приводят к короблению и образованию трещин, через которые в структуру древесины попадает вода. А повышение влажности древесины выше 20-23 % неизбежно усиливает риск ее поражения грибами [1].

Грибы, поражающие древесину, отличаются большим разнообразием. Синевая поверхностно окрашивает древесину, портя ее внешний вид и сортность, а также способствует накоплению в ней влаги. Дереворазрушающие грибы, проникающие в толщу древесины, уничтожают её изнутри практически полностью – это уже очень серьезная опасность для деревянной конструкции. Кроме того, плесень и споры многих грибов могут провоцировать сильнейшие аллергические заболевания у человека.

В настоящее время на строительном рынке представлен широкий спектр лессирующих составов на основе льняного масла, алкидных, эпоксидных и других полимеров, зачастую содержащие органические растворители.

### **Методика эксперимента**

Целью данной работы являлась разработка экологичного водно-дисперсионного лессирующего защитно-декоративного покрытия для древесины, отвечающего современным требованиям.

В качестве пленкообразователя для ЛКМ был выбран акриловый полимер, полученный эмульсионной полимеризацией в водной фазе, с размером частиц 0,05 мкм. Анионная акриловая дисперсия такого типа была принята в связи с необходимостью обеспечить глубокое проникновение состава в древесину [2]. Композиция содержит пластификатор, представляющий собой смесь хлорированных парафинов (C14-17; C15 – C16); добавку, контролирующую поверхностную текучесть и смачивание поверхности – модифицированный высокомолекулярный полисилоксан (60 %-ный раствор в пропиленгликоле); силиконовый пеногаситель; парафиновый воск, повышающий водостойкость, гладкость и матовость поверхности, а также группу биоцидов, предотвращающих развитие грибов в древесине, для обеспечения её полноценной защиты [3]. С целью избежания неравномерного набухания волокон древесины и изменения характерного для данной породы древесины рисунка, а также неравномерного проникновения состава в древесину, в полимерную композицию введена функциональная добавка на основе высокомолекулярного блок-сополимера, содержащего аминные группы. Рецепт разработанного водно-дисперсионного защитно-декоративного лессирующего покрытия приведена в табл. 1.

Грибостойкость лессирующего покрытия исследовали на кафедре защиты древесины Белорусского государственного технологического университета (г. Минск). Результаты испытаний показали, что разработанный состав обеспечивает высокую защиту древесины от древоокрашивающих плесневых грибов, образует водостойкое эластичное «дышащее» покрытие. Испытания ЛКМ проводились по стандартным методикам [4]. Основные показатели лессирующего состава приведены в табл. 2.

Таким образом, разработанное лессирующее покрытие для древесины на основе акриловой анионной дисперсии отличается высокая адгезия, водо-, свето- и атмосферостойкость, а также достаточная паропроницаемость. Долговечность лессирующего покрытия для древесины напрямую связана с проникающей способностью частиц латекса (акриловой дисперсии), зависящей от соотношения размера пор древесины и латексных частиц. Только при использовании специальных высокодисперсных латексов (когда диаметр частиц меньше диаметра пор древесины) осуществляется эффект пропитки и достигается высокая долговечность покрытия. Особенностью данного состава является способность формировать матовые и полуматовые покрытия. Разработанное лессирующее водно-дисперсионное покрытие не изменяет цветового оттенка вследствие танинового окрашивания – проникновения из древесины водорастворимых окрашенных веществ – производных танина. Состав является тиксотропным и не образует потёков на вертикальных поверхностях.

**Таблица 1 – Рецепт водно-дисперсионного лессирующего покрытия**

Наименование компонента	Содержание компонента, масс. %
-------------------------	--------------------------------

Акриловый полимер	45,0
Пигментная композиция	5,0
Пластификатор (хлорпарафин)	2,7
Модифицированный высокомолекулярный полисилоксан	0,8
Пеногаситель на основе силикона	0,3
Парафиновый воск	1,2
Композиция биоцидов	0,6
Высокомолекулярный блок-сополимер, содержащий аминные группы	0,3
Пропиленгликоль (коалесцент)	4,0
Диспергатор (неионогенное ПАВ)	0,2
Вода	39,9
Итого	100,0

**Таблица 2 – Основные показатели лессирующего состава**

Наименование показателя	Фактическая величина показателя
Цвет плёнки	бесцветный, «светлый дуб», «тёмный дуб», «палисандр», «красное дерево», «орех»
Внешний вид плёнки	гладкая, матовая, однородная поверхность, выявляющая текстуру древесины
Массовая доля нелетучих веществ, %	23-25
рН	6
Время высыхания до степени «3» при температуре (20±2)°С, мин	40
Стойкость плёнки к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°С, ч	более 48
Адгезия к основанию, МПа	1,5 (норма – не менее 1)
Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения), %	1,2 (норма – не более 5)
Устойчивость покрытия к воздействию плесневых деревоокрашивающих грибов	устойчиво

**Продолжение таблицы 2**

Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	
- древесины без покрытия	0,0165
- древесины с покрытием	0,0138

**Заключение**

Водно-дисперсионная лессирующая композиция практически не имеет запаха, экологически безопасна и не оказывает вредного воздействия на здоровье людей. Она предназначена для защитно-декоративной отделки изделий из любых пород древесины, подчёркивает её рельеф и текстуру, предохраняет от деревоокрашивающих плесневых грибов, обеспечивает высокую степень защиты от неблагоприятных внешних факторов.

**Список цитированных источников**

1. Гербер, В.Д. Защита древесины / В.Д. Гербер // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2001. № 2-3. – С. 50–55.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
3. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А.Д. Яковлев. – Ленинград: Химия, 1981. – 352 с.
4. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ПОЛНОЦЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФАСАДНЫЕ КРАСКИ НА ОСНОВЕ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ ПЛЁНКООБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

**Халецкий В.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [chalecki@inbox.ru](mailto:chalecki@inbox.ru)

*Due to their unique properties environmental friendly water-based emulsion paints for outdoor application got a leading position on the market of building materials. Novel recipe for facade paint based on styrene-acrylic dispersion was elaborated by the author.*

### **Введение**

Рост интереса общественности к проблемам охраны окружающей среды внёс свои коррективы в развитие лакокрасочной промышленности. Сегмент рынка органорастворяемых материалов, использующих в качестве растворителей летучие органические соединения (ЛОС), значительно уменьшился, возросла популярность материалов на водной основе. Всё это было бы невозможно без разработки химической промышленностью нового поколения водных полимерных дисперсий, позволяющих удовлетворять потребности даже самых взыскательных потребителей.

В современной строительной промышленности доля применяемых водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ВД ЛКМ) (красок, грунтовок, шпатлевок, клеев, лаков) составляет 70-80 % от общего количества лакокрасочных материалов, причем на первом месте стоит производство и потребление воднодисперсионных красок (ВДК). Основная причина широкого использования ВДК – низкое содержание или полное отсутствие летучих органических растворителей и высокотоксичных соединений. ВДК – негорючи, пожаро- и взрывобезопасны.

Современные ВД ЛКМ значительно отличаются от своих предшественников, впервые появившихся на рынке в 1970-е гг. Изменения коснулись, прежде всего, типа полимерного связующего, которым теперь являются полиакрилаты, сополимеры полиакрилатов и стирола, сополимеры винилверсататов и этилена, полиуретаны и другие малореакционноспособные полимеры. Это позволяет многократно увеличить срок службы лакокрасочных покрытий. Кроме того, применение широкого комплекса функциональных добавок (пеногасители, реологические добавки, смачиватели, диспергаторы, коалесценты, плёночные и внутритарные консерванты и др.), которые были недоступны ранее, в значительной степени изменяет характеристики лакокрасочного материала, облегчая его нанесение и увеличивая прочностные свойства покрытия. Это привело к доминированию ВД ЛКМ в таких сегментах строительного рынка, как краски для наружных работ [1, с. 48-79; 2, с. 261-266; 3, 4].

### **Методика эксперимента**

Автором была разработана и апробирована рецептура ВД ЛКМ для окраски минеральных оснований фасадов зданий. Изготовление пробных замесов краски осуществлялось с помощью лабораторного диссольвера в по-

лимерной ёмкости в одну стадию. Расчетная объёмная концентрация пигмента (ОКП) в полуфабрикате составляет 61,2 %.

**Таблица 1 – Примерная рецептура ВД ЛКМ для окраски минеральных поверхностей фасадов зданий**

№	Наименование компонента	Содержание, масс. %
1	Вода	20,50
2	Кальцит (мраморный порошок), фракция 2 мкм	35,00
3	Кальцит (мраморный порошок), фракция 5 мкм	12,00
4	Кальцит (мраморный порошок), фракция 10 мкм	3,50
5	Тальк, фракция 8 мкм	3,50
6	Диоксид титана сульфатный	8,00
7	Полимерный плёнкообразователь (водная дисперсия сополимера полиакрилатов и стирола)	15,00
8	Гидроксиметилцеллюлоза (реологическая добавка)	0,35
9	Полиакриловый загуститель (реологическая добавка)	0,20
10	Коалесцент (Dalpad Filmer™, Dow Chemical Europe)	0,51
11	40 %-ный водный раствор полиакрилата натрия (диспергатор)	0,35
12	Неионогенный ПАВ (Berol 048™, Akzo Nobel)	0,15
13	Эмульсия силиконового масла (пеногаситель)	0,31
14	Тарный консервант	0,31
15	Плёночный консервант	0,10
16	Полифосфат натрия (умягчитель воды)	0,20
17	Аммиак (регулятор кислотности)	0,02

В качестве белого пигмента был выбран диоксид титана, полученный по сульфатному методу (Kronos 2190™, Kronos Titan). Данная марка отличается поверхностной обработкой оксидами кремния и алюминия и обладает высокой устойчивостью к фотодеструкции. Обычно сульфатные марки диоксида титана отличаются слабым жёлтым тоном, однако использованный продукт обладает высокой белизной. Использование в рецептуре минеральных наполнителей с различной формой частиц (кубические и пластинчатые), а также широкого фракционного состава позволяет получать однородное покрытие, а также повышает укрывистость краски.

Автором было проведено исследование полученной ВД ЛКМ, причём была исследована как сама краска, так и покрытие на её основе. Методики испытаний соответствовали действующим в лакокрасочной отрасли техническим нормативным правовым актам. Вязкость по Брукфилду определялась на 20 об/мин при 20 °С с помощью шпинделя № 05 на ротационном вискозиметре модели RVDV-E, производства Brookfield Engineering Inc. Вязкость по ICI определялась на 750 об/мин при 23 °С на вискозиметре типа «конус-плита», модели CPD 2000 D1LT, производства Research Equipment London. Укрывистость, а также цветовые координаты покрытия определялись на спектрофотометре X-Rite SP 62. В качестве подложки для определения оптических характеристик были использованы стандартные шахматные доски Leneta Charts 10B. Результаты исследования представлены в табл. 2.

**Таблица 2 – Характеристика разработанной ВД ЛКМ для окраски минеральных поверхностей фасадов зданий**

№	Наименование показателя	Метод испытания	Фактическое значение
1	Внешний вид покрытия	ГОСТ 28196	Ровная и однородная матовая поверхность

2	Массовая доля нелетучих веществ, %	ГОСТ 17537	61,2
3	Водородный показатель, рН	ГОСТ 28196	8,5
4	Укрывистость высушенной пленки, г/м <sup>2</sup>	ГОСТ 8784	170
5	Степень перетира, мкм	ГОСТ 6589	40
6	Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре (20±2) °С, ч	ГОСТ 9.403	Не менее 48
7	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2) °С, ч	ГОСТ 19007	Не более 1
8	Вязкость краски по Брукфилду, 20 об/мин, сП		9500
9	Вязкость краски по ICI, 750 об/мин, сП		140
10	Укрывистость оптическая, %		95,0
11	Цвет в координатах Lab		L 96,46 a -0,55 b +1,51

## Выводы

1. Разработанная фасадная краска полностью соответствует действующим в отрасли техническим нормативным правовым актам (СТБ 1197-2008).

2. Высокие потребительские свойства краски были подтверждены применением её на реальных строительных объектах в Республике Беларусь. Мониторинг покрытий в течение первого года эксплуатации показывает, что при условии полного соблюдения технологии нанесения лакокрасочный слой имеет высокую адгезию к основанию, не растрескивается, не мелется, сохраняет свой цветовой тон.

## Список цитированных источников

1. Schwarz, M. Waterbased Acrylates for Decorative Coatings / M. Schwarz, R. Baumstark. – Hannover: Vincentz Verlag, 2001. – 282 p.

2. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке; пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – Москва: Пэинт-Медиа, 2004. – 548 с.

3. Халецкий, В.А. Архитектурные водно-дисперсионные лакокрасочные краски для наружных работ / В.А. Халецкий, Э.А. Тур // Менделеевские чтения 2011 г.: сб. науч. статей межвузовской науч.-метод. конф., Брест, 25 февраля 2011 г.; под общ. ред. Н.С. Ступень. – Брест: БрГУ, 2010. – С. 93-96.

4. Халецкий, В.А. Исследование влияния модификации акриловых пленкообразователей на свойства лакокрасочных материалов / В.А. Халецкий, В.Н. Панагушин // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2003. – №2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – С.81–83.

5. Материалы лакокрасочные фасадные. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 1197–2008. – Введ. 01.01.2009. – Минск: Госстандарт, 2008. – 9 с.

УДК 1+574:001

## ЭКОАНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК СРЕДСТВО ПРЕОДОЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ<sup>1</sup>

Цапаев С.П., Дашкевич Д.Н.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований на 2011-2015 год «Научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций 2015» (Подпрограмма «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций 2015»)



*Manufacture of risks. Technological and social interpretation of risks. The institutional system does not contain growth of risks. The basic ways of regulation of forms of display of risks.*

### **Введение**

Для потребностей общественной практики недостаточно мнения населения о возможных опасностях. Следует выяснить те процессы, которые развиваются на основе этого состояния, каковы их направленность и перспективы. Именно поэтому реакция общества, его институтов на появление и распространение рисков, формирующихся в ходе социальных изменений, угрожающих жизни общества и жизни природы, к настоящему времени оказалась в центре исследовательского внимания, пришло понимание того, что результаты рисков современной модернизации проявятся лишь в будущем.

### **Основная часть**

Критическое состояние социальной системы наступает тогда, когда производство рисков становится доминирующим и сопровождается соответствующей трансформацией социальных институтов и норм, а также утратой контроля над социально-значимыми процессами. Реакции на опасности носят опосредованный и отдаленный во времени характер и порождают их общественно значимыми последствиями. Для оценки состояния напряженности в литературе предлагаются следующие стадии: стадия отсутствия напряженности, фиксирующая сбалансированность условий и требований, а также намерений и ожиданий социального субъекта; начальная (диффузная) стадия, для которой свойственно состояние общественного сознания, сопровождающееся оценкой ситуации как вызывающей дискомфорт жизненных условий; стадия явной напряженности, для которой характерно сознание экологической рискованной ситуации, реально угрожающей интересам социального субъекта, появление признаков готовности противостоять нежелательным изменениям; стадия конфликта, на которой завершается осознание социальным субъектом глубокого несоответствия сложившейся ситуации его ценностям и интересам, появляется готовность устранить данное несоответствие путем социального столкновения, предпринимаются целенаправленные конфликтные действия и т.п. Причем конфликт не является совершенно самостоятельным феноменом, а представляет собой последнюю, но наиболее острую стадию становления напряженности, выражающей кризисную ситуацию. [Подробнее см. 1]. Причем «Реальное влияние этой ситуации на население, социально-экономическую и социально-политическую обстановку в стране (регионе) не может быть оценено исключительно при помощи характеристик текущего состояния окружающей среды без применения социально-экономических подходов» [2].

Обычно риски делятся на два типа: мега-риски, имеющие глобальные последствия, затрагивающие всю среду жизни человека (такие, как Чернобыль, современные войны); риски «повседневные», (такие, например, как накопление бытовых отходов, индустриальное и транспортное загрязнение).

В последние годы произошел сдвиг от «технологической» риск-рефлексивности в сторону социальной и политической интерпретации проблемы.

Кризис есть реализация рисков, это общественное состояние, риск же процессуальная характеристика деятельности. Сбои в нормативных системах имманентно содержат в себе риск в нераскрытом виде, в качестве подчиненного момента или косвенного результата. Грань между нормой и отклонением становится все более относительной, более того, когда отклонение становится нормой, понятие риска теряет свой смысл и значение, причем в настоящее время объемы рисков возрастают, а нормативная устойчивость социальных систем уменьшается. Система норм и институтов перестала сдерживать риски. Более того, она стала их провоцировать, влияние старых и формирование новых институционально рисковенных систем стало усиливаться. Девиантные, отклоняющиеся системы стали подчинять своим интересам те структуры, которые сохранились от прежних времен, используя ресурсы, доставшиеся в ходе модернизации.

Уже общепризнано, что предпосылками формирования «общества всеобщего риска» могут быть: 1) отсутствие в нем, прежде всего, в его профессиональной культуре и научном познании, риск-рефлексии как постоянного анализа социальной и природной цены собственной деятельности; 2) пренебрежение к институционализации риск–рефлексии, то есть к необходимости затрачивать всевозрастающую часть материальных и интеллектуальных ресурсов общества на создание «риск- порядка», понимаемого как встроенный в процесс общественного производства нормативно–ценностный регулятор, ограничивающий его рисковенность; 3) стирание границы между социальной нормой и патологией, примирение с риском как неизбежным условием человеческого существования в «переходный» период» [3]. Первая свидетельствует об уменьшении культурного ресурса, требуемого для того, чтобы адаптироваться к изменившимся условиям его существования. Вторая требует всеобъемлющей институционализации риск- рефлексии, перехода к взаимным институционально закрепленным самоограничениям (запретам). Третья говорит о дестабилизации некоторого всеобщего основания самосохраняющего поведения человека и общества, в обществе всеобщего риска – равновесие смещается в сторону производства рисков, а не благ.

Сознание социальных субъектов сопротивляется принятию актуальности проблемы риска. Для нормативной системы принятие «риск- императива» означает базисные преобразования, а значит, системные институциональные изменения, чего в настоящее время не происходит.

В настоящее время усилиями ряда авторов складывается парадигма, которую предполагается назвать "экоантропоцентрической", исходящая из того, что социальные императивы являются призмой, в которой опредмечиваются процессы, фиксирующие многообразие связей и отношений (нормативно закрепляемых) в социоприродных системах. Поэтому при применении данной парадигмы необходимо прежде всего исследовать не стороны социоприродных систем (человека и среду обитания), а те нормативно опосредованные связи, которые возникают и функционируют между ними [см. 4].

В экоантропоцентрической парадигме социального синтеза и социального познания изначальны не группы с предписанным им сознанием и деятельностью, а конкретные субъекты (индивидуальные или совокупные), которые осуществляют определенный нормативный выбор (свободно или под давлением) и в итоге образуют некоторые общности, характеризующиеся менталь-

ностью и интенциональностью, фиксируемые складывающейся парадигмой, способной оказывать обратное влияние на процесс формирования и самоопределения социальных субъектов и их отношения к рискам. В сферу исследовательского внимания попадают интенции, лежащие в основе формирования норм и институтов, определяющих схемы деятельности, общения и поведения, касающиеся как отношений внутри субъектов так и их связи со средой. Тем самым человек вносит в окружающий его мир состояние и направленность своего сознания. Начинает работать механизм интерференции личностных и экосоциокультурных детерминант, определяющих форму связи человека со средой.

В ходе социальной коммуникации в институционально оформленную систему отношений "втягивается" множество субъектов – носителей разных субкультур и разных типов знания, формирующих своеобразные тексты и контексты отношений. Содержание каждого текста специфично. У его истоков – личность, определенным образом включенная в парадигму, но уровень ее социокультурной субъективности в системе связей существенным образом влияет на текстуальность и контекстуальность отношений. Нормативные и институциональные требования и императивы, имеющие характер ограничителей социального выбора, включаются в многоуровневый комплекс разнообразной деятельности, нормативно формирующей социоприродную систему в ее глобальном и локальном аспектах. Являясь итогом нормотворчества, названные императивы в конечном итоге начинают диктовать содержание норм и институтов, регламентирующих все компоненты структуры жизнедеятельности на любом ее уровне. Такие нормы и правила могут носить как контекстуальный, так и явно выраженный и даже формализованный характер, предполагая разнообразные способы социального регулирования и формы проявления рисков [см. 5].

### **Заключение**

Несомненно, что эоантропоцентрическая парадигма социального познания и нормативной интерпретации экологического знания, определяющего цели деятельности, открывает новые возможности для концептуального описания реальности, регулирования социальных процессов и снятия возможных рисков.

### **Список цитированных источников**

1. Сосунова, И.А. Социально-экологическая напряженность: методология и методика оценки // Социологические исследования. – 2005. – № 7. – С. 94–103.
2. Яницкий, О.Н. Россия как экосистема / О.Н. Яницкий // Социологические исследования. – 2005. – № 7. – С. 84 и след.
3. Яницкий, О.Н. Экологическая социология как риск-рефлексия / О.Н. Яницкий // Социологические исследования. – 1999. – № 6. – С. 50–65.
4. Дридзе, Т.М. На пороге эоантропоцентрической социологии / Т.М. Дридзе // Общественные науки и современность. – 1994. – № 4. – С. 97–103.
5. Дридзе, Т.М. Эоантропоцентрическая парадигма в социальном познании и социальном управлении / Т.М. Дридзе // Человек. – 1998. – № 2. – С. 95–97.

УДК 1+574:001

## **НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ И РИСКИ: ПРОБЛЕМА ПОНИМАНИЯ**

## И ИНТЕРПРЕТАЦИИ<sup>2</sup>

**Цепаев С.П., Цепаева Н.С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [cepaevsp@tut.by](mailto:cepaevsp@tut.by)

*Problem of safety and its aspects. Risk and uncertainty. The basic interpretations of risk and uncertainty. The basic concepts of risk. A problem of management of risks. An estimation of risks.*

### **Введение**

Проблема безопасности к настоящему времени закономерно находится в центре внимания, это обусловлено приоритетностью прав и интересов человека и проблем обеспечения государственной (национальной) безопасности. В условиях постсоветского пространства проблемы человека исследуются и практически решаются в рамках государственной или социальной безопасности. Очевидно, что необходимо смещение акцентов в трактовке безопасности в сторону человеческого развития, последнее введено в оборот Программой развития ООН (ПРООН) в 1990 году, а с 1999 года в рамках этой программы была поставлена задача обеспечения понимания того, что развитие должно служить интересам человека и раскрытию его возможностей. В соответствии с этой программой развитие человека – это процесс расширения свободы, причем развитие не тождественно экономическому росту, которое есть лишь средство решения задач в сфере развития человека.

Однако расширение свободы выбора своими основаниями и следствиями имеет усиление разнообразия видов деятельности, а следовательно, и рисков им присущих. Причем в рамках ПРООН в качестве главных обозначены два аспекта безопасности: свобода от постоянных угроз и защита от внезапных, опасных потрясений и выделены в качестве основных; экономическая, продовольственная, экологическая, личная, политическая, общественная, культурная безопасность, а также безопасность для здоровья.

### **Основная часть**

Угрозы безопасности множественны и разнообразны и реализуются в чрезвычайных ситуациях. Общая характеристика чрезвычайных ситуаций подробно представлена в литературе [см. 1], где они классифицируются по: а) факторам формирования (природные, социально-экономические, комплексные); б) по поражающим факторам (первичные, вторичные); в) по критериям воздействия (экологические, политические, экономические, организационно-управленческие и т.д.); г) по тяжести последствий и масштабам распространения (частные, локальные, местные, региональные, республиканские, трансграничные); д) по скорости распространения (внезапные, быстроразвивающиеся, умеренно-скоростные и т.д.); е) по характеру происхождения (техногенные, природные, экологические, социально- и военно-политические); ж) по характеру экологического поражения (природные и антропогенные, внезапные и длительные); з) по масштабности экологических последствий (с формирова-

---

<sup>2</sup>Работа выполнена в рамках Государственной программы научных исследований на 2011-2015 год «Научное обеспечение безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций 2015» (Подпрограмма «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций 2015»)

нием зон чрезвычайной экологической ситуации, с формированием зон экологического бедствия). Существенно, что приведенная классификация дополняется анализом объектов по вероятности возникновения опасных ситуаций, а также детализацией прогнозов чрезвычайных событий, их показателями воздействия на окружающую среду.

Успех любого вида деятельности непосредственно связан с отношением к возникающим при ее осуществлении рискам, последние тесно связаны с неопределенностью, которая обладает еще большей степенью разнообразия проявлений и содержания. Количественная интерпретация неопределенности и есть собственно риск, т.е. риск есть форма или способ снятия неопределенности. Однако многогранность процессов снятия неопределенности, их специфичность применительно к различным сферам деятельности на сегодняшний день не дает однозначного понимания сущности риска. Риск всегда связывается с опасностью, с возможностью недостижения поставленных целей или получения опасных непредвиденных результатов. Однако в полной мере содержание риска можно раскрыть лишь анализируя ситуацию, т.е. совокупность факторов и условий, формирующих соответствующее «окружение» того или иного вида деятельности, при наличии возможностей альтернативного поведения. Ситуация риска характеризуется обычно: неопределенностью и случайностью, существованием определенных альтернатив поведения, возможностью определения степени вероятности получения ожидаемых результатов и т.д.

Состояние неопределенности, свойственное правде в различной степени всем видам человеческой деятельности, связано с тем, что система «деятельность – отношения» («поведение – общение») в своем функционировании обусловлена противоречивыми причинно-следственными связями. В предельно общем виде в соответствии с формами деятельности можно выделить в качестве видов следующие неопределенности: экономическая, политическая, природная, социотехническая и т.д.

Природа неопределенности связана с характеристиками знания, лежащего в основе определения целей деятельности (незнание, неоднозначность и недостоверность знания), помимо этого она возникает вследствие специфичности индивидуального поведения людей и особенностей функционирования общества как противоречивого целого, а также связана с особенностями функционирования технических систем. Многообразие форм и способов деятельности, осуществляемых человеком, их противоречивость придают ей вероятностный характер, а отсутствие возможностей полного контроля ситуации, в которой она осуществляется, является основой возникновения риска.

В литературе сложились разные концепции риска. Так, Н. Луман, критикуя рациональность современного общества, связывает анализ риска с понятием нормы. Познание нормального осуществляется в форме риска как возможного проявления отклонения от нормы, сопряженного с недостижением поставленных целей деятельности [см. 2]. Э. Гидденс связывает риски с трансформируемыми структурными элементами социума, подчеркивает значимость глобализации рисков и их институционализации [см. 3]. У. Бэк, создавая концепцию «общества риска», рассматривает риски как необходимый продукт общества. По его мнению, риск есть «систематическое взаимодействие общества с угрозами и опасностями» [см. 4].

В современной западной социологии выделяются два основных направления понимания риска: реалистическое, где он рассматривается как нечто объективное, находящееся за пределами социальной и культурной среды, и описывается обычно в терминах естественных и технических наук; социокультурное, где риск есть социальный конструкт, внутренний по отношению к культуре, отношениям и институтам общества, где риск рассматривается как объективно существующая опасность, опосредованная разнообразным социальным контекстом [см. 5].

На постсоветском пространстве проблема риска исследуется с середины восьмидесятых годов прошлого века, что во многом связано с чернобыльской катастрофой [см. 6-10].

Одним из немногих определений риска, которому можно придать статус общенаучного, является его трактовка как деятельности, связанной с преодолением неопределенности в ситуации неизбежного выбора, предполагающей возможность количественной и качественной оценки вероятности достижения ожидаемого результата, либо неудачи, либо несовпадения с целью [см. 11].

Такой подход позволяет интерпретировать возможность качественной и количественной оценки степени вероятности того или иного способа достижения поставленных в деятельности целей как ситуацию риска. Именно поэтому риск выступает как единство субъективного и объективного.

Характерными особенностями современных тенденций является усиление рисков крупномасштабных катастроф и увеличение роли опасностей, угрожающих постоянно, что существенно ограничивает свободу выбора человека, а значит, как ни парадоксально, расширяет сферу действия рисков и значимость проблемы управления рисками.

Управление рискам должно учитывать их классификацию, идентификацию, анализ, оценку и способы их снятия или защиты. При этом существенным является сопоставление меры риска и степени полезности, что невозможно без их качественного анализа (выявление факторов и обстоятельств риска) и количественного (расчет размера риска). Если качественный анализ требует выявления источников рисков, их идентификацию, выявление позитивных и негативных последствий, то количественный позволяет численно рассчитать оценку вероятности наступления отдельных рисков и их экономической и социальной «цены». Разнообразие видов деятельности требует многообразия «схем» управления рисками и принятия соответствующих решений. Это определяет формулировку проблемы, изучение среды, анализ цели, выработку альтернативных решений, их оценку и реализацию.

Основные элементы управления риском предполагают его анализ (процедура выявления и оценки), выбор методов воздействия на риск (включая оценку их эффективности), принятие решения, воздействие на риск (снижение, сохранение, передача), контроль результатов [см. 12]. Ключевым здесь, несомненно, является оценка степени риска, включающая в себя расчет вероятности наступления рисковенных ситуаций и их последствий. Применительно к экологическим рискам предлагается схема анализа, включающая его оценку, экспертизу безопасности человека и окружающей среды, особенности управления риском, соответствие целям социально-экономического развития, критериям безопасности человека, общества и окружающей среды, принципам приемлемости, практическим проблемам обеспечения безопасности,

возможностям принятия мер по снижению риска, а в конечном счете определения степени его приемлемости [см. 13].

### **Заключение**

В последние годы, прежде всего в связи с развитием математического инструментария, возрастает роль количественной оценки рисков на основе детального анализа совокупности альтернативных решений, что осуществляется средствами теории игр, теории вероятностей, математической статистики, теории статистических решений и т.д.

### **Список цитированных источников**

1. Чрезвычайные ситуации в природной среде: мониторинг, прогноз, предупреждение / М.Ж. Бурлибаев [и др.]. – Алматы: Изд-во «Каганат», 2011. – 356 с.
2. Луман, Н. Понятие риска / Н. Луман // THESIS. – 1994. – № 5. – С. 141.
3. Гидденс, Э. Судьба, риск и безопасность // THESIS. – 1994. – № 5. – С. 102.
4. Бэк, У. От индустриального общества к обществу риска / У. Бэк // THESIS. – 1994. – № 5. – С. 45.
5. Яницкий, О.Н. Социология риска / О.Н. Яницкий. – Москва: LVS, 2003. – С. 7–8.
6. Зубков, В.И. Социологическая теория риска / В.И. Зубков. – Москва: Изд-во РУДН, 2003.
7. Кравченко, С.А. Социология риска: полипарадигмальный подход / С.А. Кравченко, С.А. Красиков. – Москва: Анкил, 2004.
8. Феофанов, К.А. Социальные риски в современной социологии / К.А. Феофанов. – Москва: ИС РАН, 2001.
9. Риск в социальном пространстве / Под ред. А.В. Мозговой. – М.: ИС РАН, 2001.
10. Россия: риски и опасности «переходного общества» / Под ред. О.Н. Яницкого. – Москва: ИС РАН, 1998.
11. Альгин, А.П. Риск и его роль в общественной жизни / А.П. Альгин. – Москва: Мысль, 1989. – С. 19.
12. Човушян, Э.О. Управление риском и устойчивое развитие / Э.О. Човушян, М.А. Сидоров. – Москва: Изд-во РЭА им. Г.В. Плеханова, 1992.
13. Шапкин, А.С. Теория риска моделирование рискованных ситуаций / А.С. Шапкин, В.А. Шапкина. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2006. – С. 79. УДК 556.06

## **ОЦЕНКА ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

**Чекан Г.С., Данилович И.С., Лесничий Ю.Д.**

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, [gid3@pogoda.by](mailto:gid3@pogoda.by)

*The article is devoted to the assessment of frequencies of hydrological hazards occurred on rivers of Belarus. The detailed descriptions of the most significant floods and their quantitative characteristics for the period of instrumental observation are given.*

### **Введение**

По данным многочисленных исследований, около 70 % ущерба от природных катастроф приходится на ущерб от опасных гидрометеорологических явлений. Поэтому одной из актуальных задач в области управления водными

ресурсами, которая имеет важнейший прикладной характер, является анализ повторяемости возникновения опасных гидрологических явлений на реках Беларуси.

К опасным гидрологическим явлениям для рек Беларуси относятся: высокие уровни воды при половодьях, дождевых паводках, заторах, зажорах, при которых наблюдается затопление пониженных частей населенных пунктов; низкие уровни воды, которые понижаются ниже проектных отметок навигационных уровней на судоходных реках; раннее образование ледостава и появление льда на судоходных реках, повторяющееся не чаще, чем 1 раз в 10 лет [1].

### **Основная часть**

Для территории Беларуси наиболее опасное гидрологическое явление – высокие уровни воды на реках с выходом воды на пойму и затоплением территории (далее наводнение), которое причиняет материальный ущерб или наносит урон здоровью населения.

Согласно градации наводнений по их размерам и приносимому ущербу, их можно разделить на 4 группы: небольшие, большие, выдающиеся и катастрофические [2].

К факторам, обуславливающим высоту уровней воды весеннего половодья, относятся запасы воды в снежном покрове перед началом весеннего таяния, атмосферные осадки в период снеготаяния и половодья, осенне-зимнее увлажнение и глубина промерзания почвы к началу снеготаяния, ледяная корка на почве, интенсивность снеготаяния.

В период весеннего половодья опасные уровни, при которых начинается наводнение, в разные годы наблюдались на реках всех бассейнов территории Беларуси.

Наиболее часто (в среднем 1 раз в 2 года) весенние наводнения наблюдаются в районе постов д. Черничи (р. Припять), г. Гомель (р. Сож), д. Малые Викоровичи (р. Горынь), 1 раз в 2-3 года, г. Петриков, д. Коробы, г. Пинск (р. Припять), д. Краснобережье (р. Уборть), г. Лоев (р. Д. непр), г. Верхнедвинск (р. Западная Двина); 1 раз в 4-5 лет г. Столбцы (р. Неман), г. Могилев (р. Днепр), г. Борисов (р. Березина), г. Мозырь (р. Припять), д. Лучицы (р. Птичь).

К катастрофическим наводнениям в результате весеннего половодья на реках Беларуси за период инструментальных наблюдений (свыше 100 лет) относятся наводнения в 1931 году на реках Западная Двина, Днепр, Березина, Сож и в 1958 году на рр. Неман и Щара.

Формирование весеннего половодья в 1931 году в бассейне рр. Западная Двина и Днепр было обусловлено выпадением осадков осенью в пределах 130-150 % нормы, глубоким промерзанием почвы, значительными запасами воды в снеге – 150-200 % нормы. Таяние снега весной происходило при высокой температуре воздуха и на фоне выпадения осадков, что привело к значительному росту уровня воды и подтоплению прилегающих территорий.

К выдающимся отнесены наводнения в бассейне р. Западная Двина в 1878, 1929, 1941, 1951, 1956 гг., в бассейне р. Неман – 1886, 1931 гг., р. Мухавец – 1974, 1979 гг., и в бассейне рр. Днепр, Березина – 1908, 1956, 1958 гг., р. Сож – 1956, 1958, 1962, 1970 гг., в бассейне р. Припять – 1888, 1895, 1900, 1932, 1958, 1974, 1979, 1999 гг.

Выдающееся половодье и в результате наводнение в 1956 году на р. Западная Двина вызвано выпадением значительного количества осадков и глу-



боким промерзанием почвы; максимальные запасы воды в снеге перед началом половодья были в пределах 120-150 % нормы. В результате частых оттепелей образовалась ледяная корка 1-2 см, что затруднило впитывание влаги в почву и способствовало дополнительному притоку талых вод в реки.

Высокие уровни во время выдающегося половодья в 1979 году на рр. Западный Буг и Мухавец сформировались в результате начавшегося потепления в верхней части бассейна (Украина) в середине марта, а на территории Беларуси значительное потепление наступило позднее – 20-21 марта. Поэтому в то время, когда началось интенсивное поступление талых вод и повышение уровня на р. Западный Буг в пределах Беларуси, подошла высокая вода в верхней части реки и с притока Мухавец, и произошло наложение волн, сформированных в разных частях бассейна.

В это время на участке р. Западный Буг в Беларуси сохранялся мощный ледяной покров (толщина льда 38-40 см) и интенсивное поступление талых вод привело к взламыванию льда и образованию заторов.

Самым выдающимся дождевыми паводками за последние 30 лет были паводок 1974 года, захвативший водосбор Западного Буга и верховье Припяти и летний паводок 1993 года.

Лето 1993 года было холодным и дождливым. Количество выпавших за лето осадков в среднем по стране составило 113 % нормы, избыточно влажным оказался июль, когда осадков выпало 1,5-2 месячных нормы, а в бассейне Припяти – 2,5-3 месячных нормы. В результате в июле почва перувлажнилась, а 23 и 24 июля выпало 70-120 мм осадков, произошло затопление сельскохозяйственных угодий и отдельных жилых домов в Столинском, Житковичском, Лельчицком, Петриковском, Лунинецком районах. Превышение максимального уровня над предпаводочным на р. Припять составило около 3 м, на р. Горынь – 3.4 м, на других притоках – 2-3 м. Затопление пойм при максимальных уровнях составило от 45 см на р. Припять (Петриковский район) до 100-150 см на рр. Горынь и Припять (Столинский, Лунинецкий, Житковичский районы). Вода оставалась на пойме на притоках Припяти в течение 21-30 дней, на Припяти – 31-56 дней. Максимальные значения уровней воды на реках Горынь, Случь, Уборть, Словечна оказались самыми высокими уровнями летне-осенних паводков за период наблюдений.

Одно из последних выдающихся половодий было отмечено в 1999 году в бассейне р. Припять и ее притоков. Зимой 1998-1999 гг. отмечался неустойчивый снежный покров, водность на реках была высокой, и на отдельных участках рек уже с осени вода была на пойме длительное время. Зимние оттепели способствовали подъему уровня воды, и уже в январе 1999 года вода повсеместно вышла на пойму. В период формирования максимумов выпало значительное количество осадков (110-255 % нормы).

### **Заключение**

Весеннее половодье 2011 года формировалось на фоне повышенных запасов воды в снеге в конце зимнего сезона, но отмечался недобор осадков в весенние месяцы, когда происходит формирование пиков половодья. В конце мая 2011 года сформировались максимумы на реках всех бассейнов. Максимальные уровни воды оказались в основном в пределах средних многолетних значений и выше на большем протяжении рр. Западная Двина и Припять, ниже на отдельных участках рр. Неман и Березина. Максимальные значения

уровней воды во время прохождения весеннего половодья 2011 года были значительно ниже своих исторических максимумов.

#### **Список цитированных источников**

1. Нежиховский, Р.А. Наводнения на реках и озерах / Р.А. Нежиховский. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. – 184 с.
2. Стихийные гидрометеорологические явления на территории Беларуси: справочник / Г.С. Чекан, И.С. Данилович; под ред. М.А. Гольберга. – Минск: БелНИЦ Экология, 2002. – 132 с.

УДК 614.8+504.061.2

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Шведовский П.В., Шведовская Д.В., Клебанюк Д.Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [ofig\\_bstu@tut.by](mailto:ofig_bstu@tut.by)

*The problems, concerning interactions of society and nature, creation of regional models of use of natural and, especially, waterground, and also problems of optimization hydromeloizative conditions are considered.*

#### **Введение**

Водохозяйственные объекты любой сложности неизбежно воздействуют на те или другие компоненты природной среды, а в соответствии с всеобщим законом реактивности материального мира при этом формируется обратная связь с развитием потенциальных или явных реальных нежелательных последствий.

Отсюда при создании любых объектов и систем нужно помнить, что модель процесса водохозяйственной деятельности всегда должна быть двухцелевой – достижение экологического эффекта и исключение нежелательных последствий.

#### **Анализ методов прогнозирования состояния систем и объектов**

Проведенный анализ наиболее известных в практике методов прогнозирования процессов и состояния систем (объектов) показал, что по существу все они сводятся к четырём основным методам: экстраполяции, экспертных оценок, морфологического расчленения и моделирования [1].

*Метод экстраполяции* основывается на переносе развития событий, происходивших в недалеком прошлом, на будущее (экстраполяция динамических рядов). Сюда также могут быть отнесены методы прогнозирования по параметрам, огибающим кривым и различные их модификации, возникающие в связи с особенностями полиномов, применяемых при экстраполяции (спрямление кривых). Однако эти методы неприменимы при использовании источников информации, не содержащих числовых параметров.

*Метод экспертных оценок* основан на выяснении мнения экспертов по тем или иным вопросам, относящимся к проблеме прогнозирования. Его разновидностями являются методы мозговых атак, ассоциаций, «проб и ошибок», сценария событий, сенектических оценок Гардона и др. Широкое распростра-

нение получил и метод Делфи, в котором способ обработки результатов опроса базируется на корректировании «оппозиционных мнений» экспертов.

*Метод морфологического расчленения* основан на расчленении проблемы на «цели» прогнозирования, каждой из которых присваивают определенный «вес». Расчленение проводят до тех пор, пока не станет возможным конкретное решение задач, вытекающих из целей прогнозирования. По этому же принципу построены система ПАТТЕРН, метод горизонтальных и вертикальных матричных решений, метод Цвиги и др. Слабым звеном в методе морфологического расчленения является определение веса целей [1,2].

*Метод моделирования* основан на целесообразном абстрагировании при исследовании процесса развития события в будущем. Различают следующие разновидности этого метода: логические, информационные и математические модели, аналогий и т. д. Математическое моделирование является наиболее общим и вместе с тем достаточно строгим методом прогнозирования.

Анализ теоретических аспектов прогнозирования экологической надежности систем (объектов) показывает, что экологическая надежность определяет способность системы выполнять характерные ей функции экологического аспекта с сохранением основных параметров при антропогенных воздействиях на нее.

Основные параметры надежности по исследованиям должны определяться соотношением в системе (объекте) самовосстанавливающихся и невосстанавливающихся элементов (цепей), структурно-функциональной связанностью их (последовательное, параллельное, наложенное, с последствием и др.), степенью их управляемости, продолжительностью эксплуатационных циклов и наличием слабых «звеньев» (степенью контролируемости и прогнозируемости).

С математической точки зрения, параметрическая функция экологической надежности есть вероятность того, что за время функционирования системы  $T$  параметры ее состояния и состояния объекта (среды) не выйдут за допустимые пределы, т. е.  $P = \exp(-\int_0^T \lambda dt)$ , где  $R_{ni}$  - допустимые пределы, являющиеся координатами поверхности предельных экологических состояний системы (объекта) и среды.

В общем, экологическая надежность должна аспектироваться относительно функций эколого-социальных последствий  $F_1$  и экологической безопасности  $F_2$ , определяющих параметры и степень экологических нарушений среды обитания  $\Pi_1$  и изменения социально-экономических условий проживания  $\Pi_2$ .

Количественное определение этих параметров предлагается осуществлять через самые различные критерии, но, независимо от системы определяющих критериев, понятие «отказ» для систем всегда будет случайным событием, вызывающим разного рода эколого-социальные и экономические последствия, как материально осязаемые, так и ценностно-неосязаемые.

Так как параметры экологической надежности всегда случайные величины, то их количественную оценку необходимо определять с позиций теории вероятности и выбросов (флуктуации) случайных функций.

Однако специфичность отказов (социально-экономические последствия для общества и экологические – для агроценозов и биогеосистем) требует разработки новых методов статистического анализа данных, так как они фор-

мируют специфическую группу – данные типа времени жизни. Наиболее целесообразно использовать суммарные статистики на базе теории векторов с анализом покомпонентных воздействий как внутренних, так и внешних свойств систем, которые позволяют учесть накопленную меру воздействий  $K_j$  и их сдвиг во времени  $t_j$ .

Отсюда функция экологической надежности  $P_c$  должна охватывать три области: собственно систему  $P_1$ , ее элементы  $P_2$  и процессы  $P_3$ , т.е.  $P_c = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$ . При этом, если не наступает катастрофического разрушения системы,  $P_1$  определяет вероятность ее функционирования в пределах допустимого,  $P_2$  – вероятность того, что основные элементы системы в течение определенного периода не выйдут за пределы допустимого, а  $P_3$  – вероятность того, что технология природопользования не вызовет катастрофических изменений основных элементов системы и среды.

Проведенный анализ [2] показывает, что функция экологической надежности вполне определима номенклатурой следующих критериев (признаков-свойств):  $K_1$  - степень обратимости и взаимодействия природных и производственных процессов;  $K_2$  - степень пригодности и качество выполнения социально-экологических функций;  $K_3$  – направленность и интенсивность развития основных компонентов;  $K_4$  – величина критического воздействия (нагрузки) на отдельные компоненты;  $K_5$  – реакция на систему мероприятий по предупреждению и (или) устранению негативных последствий;  $K_6$  – степень воспроизводства биосферных ресурсов;  $K_7$  – степень удовлетворения общественных потребностей в качестве природной среды;  $K_8$  – показатель репродукционной продуктивности;  $K_9$  – степень окультуренности ландшафтов;  $K_{10}$  – степень изъятия биосферных ресурсов;  $K_{11}$  – величина удельных капиталовложений;  $K_{12}$  – степень совершенства технологических процессов.

Необходимо отметить, что дополнением к функции экологической надежности  $F_0$  является и функция эстетичности  $P_3$ , определяющая психолого-эстетические качества системы и среды:  $k_p$  – коэффициент натуральности облика;  $k_p$  – степень антропогенности элементов среды;  $k_p$  – степень композиционной значимости визуальных пространств;  $k_p$  – степень разнообразия территории по структуре и компонентам.

Оптимальность диапазонов критериев экологической надежности  $F_0$  и психолого-эстетических качеств системы и среды  $P_3$  должна обеспечивать их биосферную совместимость. Следует отметить, что большинство исследователей оценку критерия эстетичности предлагает производить относительно наихудшего ландшафта, который более определим, так как по отношению к понятию «наилучший» всегда существует и превосходная степень, и тем более имеется неопределенность для чего или кого: человека, флоры, фауны, рекреационных целей.

### **Заключение**

Необходимо отметить, что структурная сложность и неоднородность природных объектов позволяют создать только формализованные методы про-

гноза и оценки их состояний, ибо в принципе любое изменение абиотических параметров вызывает изменения всех систем. При этом степень допустимости (недопустимости) изменений их состояния имеет всегда внеэкономическую компоненту, связанную с уникальностью, т. е. оценка изменений состояния природных объектов, а соответственно и антропогенизирующих систем, должна проводиться на основе теории полезности, включающей как «материально осязаемые», так и «неосязаемые полезности».

#### **Список цитированных источников**

1. Чернышев, М.К. Математическое моделирование иерархических систем. – Москва: Наука, 1998. – С. 44–49.
2. Шведовский, П.В. Особенности моделирования функционирования агро- и экосистем методом прогнозов развития биосферных процессов / П.В. Шведовский, В.В. Лукша // Вестник БГГУ, Сер. 2. – 2002. – № 2 (20). – С. 19–24.

УДК 628. 337

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КОАГУЛИРОВАНИЯ ПРИМЕСЕЙ ВОДЫ СМЕШАНЫМ ЖЕЛЕЗО-АЛЮМИНИЕВЫМ КОАГУЛЯНТОМ**

**Яловая Н.П., Строкач П.П.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [yalnat@yandex.by](mailto:yalnat@yandex.by)

*As a result of coagulation iron-aluminum of coagulants occurs adsorption  $Al(OH)_3$  on particles  $Fe(OH)_3$  the coagulant Mixed iron-aluminum has merits of an iron coagulant, at the same time the deposit is besieged more uniform, and in sediment bowls fuller clarification is reached.*

#### **Введение**

Среди множества применяемых в водоподготовке коагулянтов наиболее распространены сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3$  и хлорид железа  $FeCl_3$ . Для целей хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения в большинстве случаев используются коагулянты в растворенном состоянии [1].

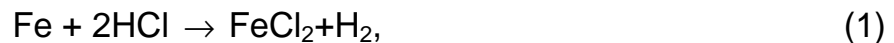
#### **Основная часть**

Сульфат алюминия  $Al_2O_3 \cdot 18H_2O$  – это неочищенный технический продукт, представляет собой куски серого или зеленоватого цвета; получают в результате обработки бокситов, нефелинов или глин серной кислотой. Он должен содержать не менее 9,5 %  $Al_2O_3$ , что соответствует содержанию около 30 % чистого сульфата алюминия. В нем также обычно содержится около 30 % нерастворимых примесей и до 35 % влаги.

Очищенный сульфат алюминия получают в виде плит серовато-перламутрового цвета переработкой неочищенного продукта или растворением глинозема в  $H_2(SO_4)_3$ . Этот реагент должен содержать не менее 17 %  $Al_2O_3$ , что соответствует содержанию 53 % чистого  $Al_2(SO_4)_3$ . Как и неочищенный глинозем, его перевозят навалом в закрытых железнодорожных вагонах. Для обработки воды используется 23-25 %-й раствор  $Al_2(SO_4)_3$ . При его применении отпадает необходимость в специальных устройствах и оборудовании для растворения коагулянта, а также упрощаются и удешевляются погрузочно-разгрузочные работы и транспортирование.

Глинозем обладает недостатками, прежде всего повышенной чувствительностью к рН и температуре очищаемой воды. Изоэлектрическая область для  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , в которой он имеет наименьшую растворимость, соответствует  $\text{pH}=6,5-7,8$ . При низких температурах гидроксид алюминия образует сильно гидратированный и поэтому очень устойчивый золь. Повышение устойчивости золя отражается на скорости хлопьеобразования. Это вызывает большой перерасход коагулянта в зимнее время.

Из железных коагулянтов чаще используется хлорид железа III ( $\text{FeCl}_3$ ), или хлорное железо, которое может быть получено непосредственно на станции очистки воды. Этот коагулянт получают действием хлорной воды на железные стружки. При этом химические реакции протекают следующим образом:



Железные коагулянты (в отличие от алюминиевых) не чувствительны к изменениям температуры и рН, поэтому их можно применять для вод различного состава. Кроме того, из-за большой плотности хлопьев  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ( $3,6 \text{ г/см}^3$ ) по сравнению с плотностью хлопьев  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ( $2,4 \text{ г/см}^3$ ) процесс осаждения с железными коагулянтами протекает быстрее. Однако основная масса крупных хлопьев оседает очень быстро, а мелкие – остаются в растворе длительное время. Это ухудшает качество воды.

Поэтому рекомендуется использовать коагулянты, которые состоят из сульфата алюминия и хлорида железа (III) в весовом отношении 1:1. В процессе коагуляции происходит адсорбция коллоидного гидроксида алюминия на частицах гидроксида железа. Таким образом протекает совместное хлопьеобразование и последующее осаждение. Смешанный коагулянт имеет положительные качества железного коагулянта, вместе с тем хлопья осаждаются равномернее, и в отстойниках достигается более полное осветление. Это приводит к меньшей нагрузке на фильтры и увеличению межпромывочного периода. Максимальное весовое отношение хлорида железа (III) к сульфату алюминия составляет 2:1 (расчет на безводные соли). Вместо предварительного смешения раствора сульфата алюминия и хлорида железа (III), эти реагенты можно дозировать в смеситель отдельно, получая необходимую смесь непосредственно в очищаемой воде. Считается [1], что отдельный ввод коагулянтов допускает большую гибкость при переходе от одного оптимального соотношения к другому. Предварительное смешение растворов коагулянтов позволяет проще организовать дозирование. Применение смешанного коагулянта приводит к экономии сульфата алюминия в зимнее время до 60–65 %. Эти коагулянты чаще применяют для очистки промышленных сточных вод.

Сульфат алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) в качестве коагулянта имеет еще один недостаток – повышенная чувствительность к рН. Изоэлектрическая область для гидроксида алюминия ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), в которой он имеет наименьшую растворимость, соответствует  $\text{pH}=6,5-7,8$ . При более низких значениях рН образуются частично растворимые основные соли, при более высоких – алюминаты. При температуре  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  в результате увеличения степени гидратации гидроксида алюминия замедляются процессы хлопьеобразования и отстаивания, быстро засоряются фильтры, осадок гидроксида алюминия отлагается в трубах и, наконец, остаточный алюминий попадает в очищенную воду, и хлопья

гидроксида алюминия образуются в воде уже после подачи ее потребителям. В связи с этим предложены другие коагулянты на основе алюминия – это оксихлорид алюминия ( $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и алюминат натрия ( $\text{NaAlO}_2$ ) [1].

Оксихлорид алюминия ( $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) представляет собой зеленоватые кристаллы. Его готовят растворением свежесосажденного гидроксида алюминия в 0,5-1 % растворе соляной кислоты (HCl). При использовании этого коагулянта минерализация воды возрастает, а щелочность воды снижается в меньшей степени, чем при введении сульфата алюминия. Это особенно важно для мягких вод.

Алюминат натрия ( $\text{NaAlO}_2$ ) представляет собою твердые куски белого цвета с перламутровым отблеском на изломе. Его получают растворением гидроксида алюминия в растворе гидроксида натрия (NaOH). Товарный продукт содержит 55 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 35 %  $\text{Na}_2\text{O}$  и до 5 % свободной щелочи NaOH. Растворимость алюмината натрия при 20 °C составляет 370 г/дм<sup>3</sup> [2].

### **Заключение**

Отсюда следует, что железные и алюминиевые или железо-алюминиевые коагулянты, получаемые электрохимическим методом, в силу увеличения щелочности раствора электролита по своим коагулирующим свойствам должны быть близки к оксихлориду алюминия и алюминату натрия. Это же относится к процессу электрокоагуляции, когда электролитом является собственно обрабатываемая вода. В этом случае находит объяснение физико-химический эффект, полученный в [3], при очистке мягкой высокоцветной воды и при пониженных температурах. Этот эффект обусловлен применением смешанного железо-алюминиевого коагулянта, раствор которого имеет более низкое значение кислотности и, соответственно, более высокое значение щелочности, чем отдельные (сульфат алюминия и хлорид железа (III)) и смешанные коагулянты.

### **Список цитированных источников**

1. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод: учебник для вузов / Л.А. Кульский, П.П. Строкач. – Киев: Высш. школа. Головное изд-во, 1986. – 352 с.
2. Строкач, П.П. Практикум по технологии очистки природных вод: учеб. пособие / П.П. Строкач, Л.А. Кульский. – Минск: Выш. школа, 1980. – 320 с.
3. Способ очистки природных вод: патент РФ № 2121979, кл. С 02 F 1/463 / В.А. Чантурия, Г.П. Двойченкова, Э.А. Трофимова [и др.]; опубл. 20.11.98 // Бюл. № 32. УДК 504.61:69:332.62

## **«ЗЕЛЁНЫЕ КРЫШИ» – ДОЛГОСРОЧНЫЙ ВКЛАД В ЭКОЛОГИЮ ГОРОДА**

**Яловая Н.П., Яловая Ю.С.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [yalnat@yandex.by](mailto:yalnat@yandex.by)

*From the point of view of the services which are responsible for a technical condition of a roof, vegetation on a roof – a conclusive sign of necessity of repair. However the lack of squares for gardening of big cities forces to reconsider traditional sights at a roof as on a waterproofing course protecting a building from an atmospheric precipitation.*

### **Введение**

Зеленая кровля относится к одним из самых древних кровельных материалов. Второе рождение эта необычная кровля получила в XIX веке, когда на

всемирной выставке в Париже немецкий архитектор Карл Рабитц удивил публику, представив дом с зелеными насаждениями вместо традиционной кровли. С тех пор в архитектуре появились понятия "живая крыша", "эксплуатируемая кровля" – лужайки или даже сады для отдыха прямо на крыше здания. Знаменитые «висячие сады Семирамиды» (около 600 г. до н. э.), считавшиеся «седьмым чудом света», представляли собой фактически первые зеленые кровли. Жители Скандинавии, Финляндии и европейской части России в старину утепляли дома, обкладывая их кусочками мха и дерна. В Западной Европе проблема сооружения крыш-террас на городских зданиях и их озеленения возникла как функционально-экономическая и социально-эстетическая в XVII в. В XVIII в. знаменитый строитель Карл Рабитц устроил сад на крыше своего дома в Берлине. В России первые висячие сады были устроены XVII в. в Московском Кремле, позднее у бояр Голицыных и Ордын-Нащокиных. Известен сад, сооруженный в Ростове Великом митрополитом Ионом между корпусами своего дворца. В XVIII в. прием устройства садов на крышах был использован в архитектуре Зимнего дворца, Малого Эрмитажа и Царского Села в Петербурге. В конце XIX в. идеями висячих садов было охвачено практически все купеческое сословие. Сады были на крыше чайного магазина на Мясницкой, на крыше Купеческого клуба на Малой Дмитровке (ныне театр Ленком) и доходного дома на Кузнецком мосту. Владелец ресторана на Дорогомиловской улице соорудил просторный сад, а через год еще более богатый сад с фонтанами и гротами открылся над кафе на Долгоруковской улице. Знаменитым стал первый десятиэтажный дом в Большом Гнездниковском переулке с садом и кинотеатром на крыше.

### **Концепция создания зеленой кровли**

Сегодня все необходимые предпосылки для создания зеленых кровель появились и в Республике Беларусь. А именно:

– тяжелая экологическая обстановка в современных крупных городах требует заботы о чистоте окружающей среды, напрямую влияющей на здоровье горожан;

– однообразная архитектурная среда, сокращение площадей, отведенных под зеленые насаждения, создают необходимость в преобразовании окружающего нас пространства, напрямую влияющего на психологическое состояние людей;

– накопленный мировой опыт строительства, подтвержденный многолетней практикой, который переняли отечественные строители, и появление современных материалов позволяют решить самые сложные технические вопросы. Это дает практическую возможность для устройства «зеленых» кровель.

В коттеджном строительстве концепция создания зеленой эксплуатируемой кровли в настоящее время также привлекает интерес архитекторов, так как и в частных владениях крыша является идеальным местом для отдыха с одновременной возможностью размещения декоративного ландшафтного озеленения. В мегаполисах, где отдается много природного пространства под застройку, зеленая кровля является идеальным решением для компенсации ущерба, нанесенного природе. Этот способ устройства крыши стал особо актуален с учетом того обстоятельства, что стоимость квадратного метра земли чрезвычайно высока, и использование свободных площадей крыш дало возможность восполнить дефицит зеленых зон, устраивать на крышах зданий места для отдыха и проведения досуга. Современные материалы и техноло-



гии дают возможность создавать устойчивое к динамическим нагрузкам защитное покрытие, что позволяет использовать площадь крыши для самых разных целей – устраивать детские площадки и площадки для гольфа, зоны отдыха, парковки автомобилей и т.д. На крыше можно создавать целые сады с газонами, клумбами, водоемами и фонтаны. Следует отметить, что устройство таких крыш не только красиво, но и практично. Зеленая кровля имеет более продолжительный срок службы, нежели выполненная с применением битумных или полимерных материалов. Гидроизоляция зеленой кровли защищена от УФ-излучения и резких колебаний температуры, что значительно замедляет процесс ее разрушения.

### **Применение и преимущества зеленой кровли**

Применение зеленой кровли без дополнительных затрат позволяет:

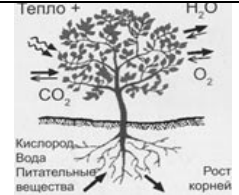
- защитить от перегрева и УФ-излучения кровельные материалы, во много раз увеличивая их долговечность;
- снизить температуру воздуха в городах в летнее время (в среднем, до 10 °С);
- исключить выделение опасных для здоровья человека летучих веществ и соединений из битумных кровельных материалов;
- снизить загрязнение воздуха (растения на крыше способны улавливать из проходящих над поверхностью крыши потоков воздуха до 50 % пыли и снижать концентрацию вредных микроорганизмов);
- обеспечить поступление кислорода (газон площадью 150 м<sup>2</sup> выделяет за год кислорода, которого достаточно для дыхания ста человек);
- снизить общий шумовой фон от 2 до 10 дБ;
- повысить за счет медленного испарения влаги из почвы влажность воздуха в городах, что благотворно влияет на здоровье человека;
- исключить быстрое распространение огня по поверхности кровли при пожарах.

Правильно выполненные зеленые кровли намного прочнее, чем кровли с гравийной засыпкой. Главное, чтобы были учтены все особенности конкретной кровли еще на стадии проектирования. Преимущества устройства зеленой кровли приведены в таблице.

### **Заключение**

Ежегодно человечество, стремясь улучшить условия своего пребывания на планете Земля, отнимает примерно до 0,0031 % ее суши (отчет ЮНЕСКО, 2010 год). Освоенные территории, на которых в основном ведется активное многоэтажное жилищное строительство, увеличивают площади городов и поселков, навсегда отнимая эти земли у пока единственных генераторов необходимого нам кислорода – растений. Воссоздавая утраченный растительный мир на крыше, мы помогаем воссоздавать жизнь на Земле.

**Таблица – Преимущества устройства зелёной кровли**

	<p><b>1. Улучшение климата</b> Озеленение кровли увлажняет воздух и создает прохладу. И это, прежде всего, заметно в прилегающих жилых и офисных помещениях за счет улучшения в них климата. К тому же уменьшаются затраты на кондиционирование.</p>
---	--

	<p><b>2. Поглощение пыли и вредных веществ</b>          Благодаря большой площади озеленения и торможению воздушных потоков кровельная растительность поглощает из воздуха 10-20% пыли. Она также задерживает и усваивает нитраты и другие вещества, содержащиеся в воздухе и осадках.</p>
	<p><b>3. Эффект влагозадержания</b>          Зеленые кровли в зависимости от типа задерживают 50-90% осадков. Большая часть воды испаряется, остальная постепенно уходит в водостоки. За счет этого может быть уменьшен размер трубопроводов и таким образом достигнута экономия средств.</p>
	<p><b>4. Дополнительная звукоизоляция</b>          Озелененная кровля снижает отражение звука на 3 дБ и улучшает звукоизоляцию кровли на величину 8 дБ. Эти преимущества особенно важны для зданий, расположенных вблизи аэропортов или рядом с повышенными источниками шума (например, дискотекой).</p>
	<p><b>5. Дополнительная теплоизоляция</b>          Озеленение кровли улучшает ее теплозащитные качества зимой и летом.</p>
	<p><b>6. Восстановление флоры и фауны</b>          Озеленение кровли может компенсировать значительную часть зеленых насаждений, уничтоженных в ходе строительства. И прежде всего – экстенсивное озеленение предлагает разнообразные возможности для компенсации.</p>
	<p><b>7. Увеличение срока службы кровли</b>          Растительный слой эффективно защищает гидроизоляцию от УФ-лучей, града, жары и холода. Снижение напряжений, связанных с температурными колебаниями, ведет к значительному увеличению срока службы кровельной изоляции.</p>
	<p><b>8. Перспективы использования</b>          Возникают новые возможности использования поверхности кровли – от зеленой лужайки и сада до кафе, игровых и спортивных площадок. И все это – компенсация участка земли, занятого под застройку.</p>

## НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТОВ, ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ БЕЛОРУССКИМ РЕСПУБЛИКАНСКИМ ФОНДОМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 556.5

### ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ НП «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА» ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Работа выполнена при поддержке гранта X10M-020 БРФФИ  
106

**Волчек А.А., Шешко Н.Н.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [volchak@tut.by](mailto:volchak@tut.by), [optimum@tut.by](mailto:optimum@tut.by)

*The article presents the results of studies of changes in the hydrographic network of the National Park Belovezhskaya Pushcha. Zoning watershed conducted by the degree of their transformation.*

### **Введение**

Национальный парк «Беловежская пуца» является уникальным памятником природы европейского континента, включенным в список всемирного природного наследия ЮНЕСКО, согласно документам которого: «экологическая ценность Беловежской пуцы заключается в том, что на этой территории сохранился древний реликтовый широколиственный лес, который, по сравнению с другими низинными лесами Европы, является мало нарушенным хозяйственной деятельностью человека» [0]. Увеличение интенсивности хозяйственной деятельности требует все более достоверных оценок состояния природной среды, что особенно важно для такого объекта, как Беловежская пуца.

### **Основная часть**

Гидрографическая сеть является важным компонентом любого природного комплекса. Изменение ландшафтов малых рек происходит под влиянием естественных и антропогенных факторов.

К естественным факторам трансформации речных бассейнов природно-территориального комплекса относятся геолого-геоморфологические, гидрологические, климатические и др. [0]. Из последних наиболее масштабных трансформаций малой гидрографической сети данной территории можно отметить геолого-морфологические преобразования, вызванные воздействием Днепровского и Московского оледенения.

Одним из наиболее важных факторов трансформации ландшафтов бассейнов малых рек является климат. Влияние его носит разнонаправленный характер. В зависимости от циклов по водности лет (главным образом, многолетних) происходит изменение структурно-динамической организации речных комплексов. В работе [0] представлены изменения водного режима при различных сценариях изменения климата в будущем. Так, согласно данной работе, увеличение температуры воздуха на 2 °С и уменьшение годовых атмосферных осадков на 10 % приведет к снижению речного стока на территории Брестской области на 29,3 %. Наиболее трансформированным будет сток в летние месяцы, что наиболее негативно для малых рек. В отличие от многоводных периодов, в засушливые циклы наблюдается резкое уменьшение поверхностного стока, обмеление пойм и пересыхание водотоков.

Значительную роль в трансформации гидрографической сети ПТК БП играют антропогенные факторы, одними из которых были частичное спрямление русел рек для пропуска паводковых вод, строительство крупных гидромелиоративных систем на прилегающих болотных массивах.

В результате проведения комплекса мелиоративных мероприятий на водосборах рек пуцы созданы крупные мелиоративные комплексы. Основным методом мелиорации на данной территории является понижение уровня грунтовых вод открытыми каналами. Для улучшения свойств водоприемника про-

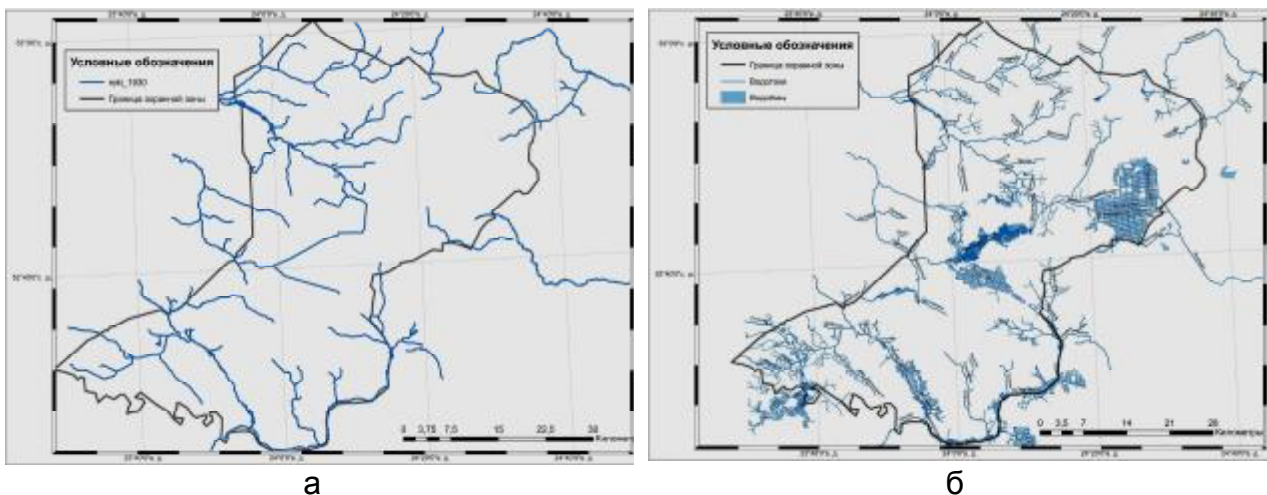
ведены спрямления и профилирование русла рек (р. Лесная, р. Наревка, р. Гвозна, р. Белая и др.). В охранной зоне заповедника находится значительное количество аграрных объединений, земли которых мелиорированы.

В рамках данного исследования разработана ГИС гидрографической сети ПТК БП, в основу которой положены существующие картографические материалы. За прошедшее столетие детальное и наиболее точное картирование проводилось два раза. Впервые оно выполнялось польскими картографами в 80-х годах XIX столетия. Состояние гидрографической сети на тот момент можно расценивать как наименее подверженное антропогенному воздействию. В 1984–1988 гг. были подготовлены обновленные топографические карты, принятые при разработке ГИС за основу. Для сопоставительного анализа изменений в структуре гидрографической сети в ГИС также отдельным слоем были включены оцифрованные картографические материалы 30-тых лет прошлого столетия, подготовленные польскими картографами.

При оцифровке доступных картографических материалов информация записывалась в базу данных ГИС в географических координатах. В качестве геодезической системы сопоставления использовалась система WGS 1984. Такой способ записи дал возможность легко трансформировать данные в новую систему плоских координат. Преобразование в систему плоских координат необходимо для проведения пространственного анализа. Таким образом, разработанная ГИС гидрографической сети ПТК БП включает более 2400 линейных (водотоков) и более 100 полигональных (водоёмы) объектов. Визуальное сопоставление густоты гидрографической сети, извилистости основных рек показывает значительные трансформации в ее структуре (рис. 1).

С использованием методик оценки трансформации гидрографической сети выполнен анализ смещения положения русла и трансформации извилистости. Кроме того, в качестве основы для выполнения исследований была использована разработанная ГИС гидрографической сети Национального парка.

Выявлено, что водосборы рек Нарев и Россь имеют наибольшие значения густоты гидрографической сети на 1930 год и наименее трансформированы в результате деятельности человека (увеличение густоты гидрографической сети не более чем в два раза). Для водосборов таких рек, как Лесная Левая, Лесная Правая, Наревка, Ясельда в результате строительства открытых каналов мелиоративных систем произошло увеличение густоты гидрографической сети более чем в четыре раза. При этом данные водосборы на начало века имели наименьшую густоту гидрографической сети. На основе обобщения полученных данных выделены три зоны по уровню трансформации густоты гидрографической сети. Используя следующую шкалу, выделяем группы водосборов по степени трансформации водосбора: / – сильно трансформированный водосбор; // – умеренно трансформированный водосбор; /// – незначительно трансформированный водосбор.



а

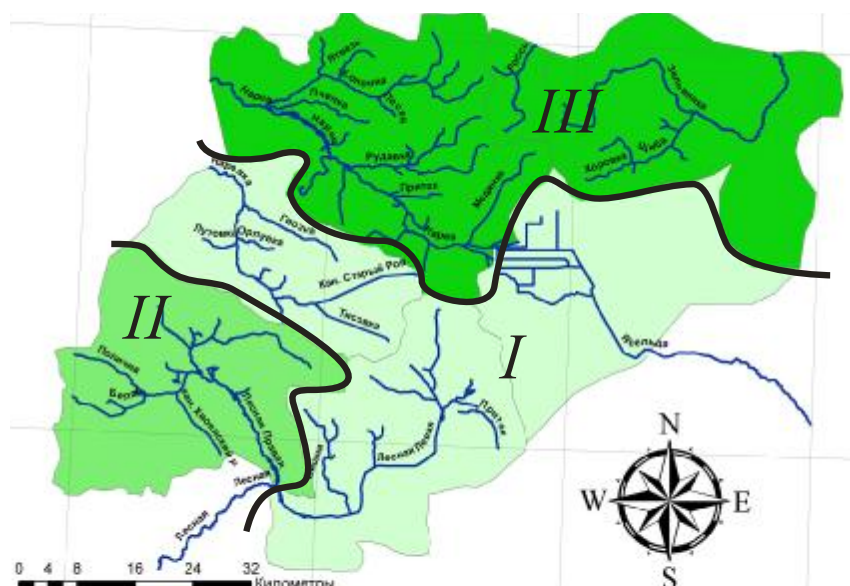
б

а – состояние на 1930 год; б – современное состояние

**Рисунок 1** – Схема гидрографической сети рек вблизи НП «Беловежская пуца»

### Заключение

Для представления о географии процессов результаты приведены на рис. 2. Положение выделенных зон согласуется с расположением наиболее крупных гидромелиоративных систем.



(I – сильно трансформированный водосбор; II – умеренно трансформированный водосбор; III – незначительно трансформированный водосбор)

**Рисунок 2** – Трансформация гидрографической сети

### Список цитированных источников

1. MAB-Belarus, Belovezhskaya Pushcha Biosphere Reserve Nomination Form. – 1993. – 25.
  2. Вендров, С.Л. Проблемы малых рек / С.Л. Вендров, Н.И. Коронкевич, А.И. Субботин // Вопросы географии, сборник 118 «Малые реки». – М.: Мысль, 1981. – 270 с.
  3. Логинов, В.Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006. – 160 с.
- УДК 550.34(476)

## ПРОБЛЕМЫ НАВОДНЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Работа выполнена при поддержке гранта БРФФИ Х06М-013

## **Волчек Ан.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [VolchekAn@rambler.ru](mailto:VolchekAn@rambler.ru)

*The analysis of spring high water of the rivers of the Belarus Polesye has been made.*

### **Введение**

В последнее время все большую роль в увеличении частоты и разрушительной силы наводнений играют антропогенные факторы. Существенное увеличение максимального стока связано с хозяйственным освоением пойм, служащих природными регуляторами стока. По примерным расчетам, общая площадь земель, подверженных в те или иные периоды затоплению, составляет на земном шаре около 3 млн. км<sup>2</sup>, где проживает около 1 млрд. чел. [1].

На юге Беларуси расположена уникальная Полесская низменность с обширными бескрайними просторами болот, подверженная крупномасштабным водным мелиорациям и катастрофическим наводнениям на р. Припять и ее многочисленных притоках.

Река Припять – главная водная артерия Полесской низменности, протекает по Украине и Беларуси и является самым большим по величине и водности притоком Днепра. Длина р. Припять 761 км, из которых 500 км приходится на территорию Беларуси [2]. Распределение стока внутри года на реках рассматриваемой территории характеризуется неравномерностью. Для р. Припять сток весеннего периода составляет в среднем около 61 %, летне-осеннего – 23 %, зимнего 16 % годового стока. Наиболее подвержена наводнению территория бассейна в среднем и нижнем течении р. Припять. Вызывается это сужением поймы до 6-8 км в районе Турова и до 1,5-2 км в районе г. Мозыря, а также резким возрастанием боковой приточности [2, 3].

### **Основная часть**

Высокие половодья на Припяти и связанное с ними значительное затопление местности можно охарактеризовать по данным наблюдений у г. Мозыря. Наибольший расход воды, превышающий средний, повторяется примерно раз в четыре года, в том числе превышающий средний в 2,5...3 раза за весь период наблюдений был в 1845, 1877, 1888, 1889, 1895, 1932, 1940, 1958, 1970, 1979, 1999 гг., т.е. 11 раз.

Максимальное значение стока весеннего половодья на Припяти отмечено в 1845 году. В этом году сформировалось чрезвычайно высокое весеннее половодье на большом пространстве Восточной Европы. В бассейне Припяти оно было столь катастрофическим, что его, вероятно, можно отнести к группе предельно возможных в нашу климатическую эпоху.

Половодье 1845 года в бассейне Припяти – это уникальное гидрологическое явление весьма редкой повторяемости. Предзимнее увлажнение в бассейне Припяти было значительным. Реки покрылись льдом при значительной глубине воды и при обширных разливах в болотах и прилегающих территорий. Кроме того, существенное пополнение снеготпасов произошло во время метели, охватившей большую территорию и особенно бассейн Припяти. Весна была поздняя, дружная, при этом развитие растительности в этом году опоз-

дало почти на целый месяц против обыкновенного. Во время снеготаяния при сильном потеплении прошли дожди, которые вызвали формирование очень высоких уровней и резкое повышение стока воды на реках бассейна. Максимальный уровень 1845 года превышал нуль графика современного гидропоста у г. Мозыря на 675 см. При этом расход воды, полученный косвенным способом Г.И. Швецом, равняется 11000 м<sup>3</sup>/с [3]. В табл. 1 представлены характеристики 10 наиболее значительных половодий [4].

**Таблица 1** – Максимальные расходы воды весеннего половодья р. Припять – г. Мозырь

Годы	1845	1877	1895	1888	1889	1940	1979	1932	1970	1958
Q, м <sup>3</sup> /с	11000	7500	5670	5100	4700	4520	4310	4220	4140	4010

В период весеннего половодья пойма р. Припяти почти ежегодно затопливается. Среднемноголетняя продолжительность затопления поймы составляет 80 – 110 дней, а в отдельные годы – до 150 – 180 дней. Ширина разлива 1 %-ной обеспеченности достигает 1,5...6,0 км на участке от истока до устья р. Стырь и от г. Мозыря до устья, в средней части – 8...15 км, на отдельных участках 20...30 км.

Весеннее половодье начинается в первой половине марта, заканчивается в конце апреля – начале мая на малых реках и в конце июня – на Припяти. Продолжительность половодья колеблется в больших пределах – от 40 – 45 дней на малых реках до 3,5 – 4 месяцев на р. Припять. Пик половодья на преобладающем числе рек проходит на конец марта – начало апреля.

Высокие половодья на Припяти и связанное с ними значительное затопление местности приведены в табл. 2.

**Таблица 2** – Годы с наводнением различной градации в период весеннего половодья

Река-пост	Характеристика наводнения		
	Катастрофическое P < 1 %	Выдающееся P = 1...2 %	Большое P = 3...10 %
Припять – г. Пинск	-	1979	1999
Припять – с. Коробы	-	1958	1957, 1966, 1979
Припять – г.п. Туров	-	1979	1932, 1940, 1956, 1958, 1970
Припять – с. Черничи	-	1999	-
Припять – г. Петриков	-	1979	1931, 1932, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Припять – г. Мозырь	1845	1888, 1895, 1979	1886, 1889, 1907, 1924, 1931, 1932, 1934, 1940, 1956, 1958, 1966, 1970, 1999
Пина – г. Пинск	-	1979	1928, 1932, 1940, 1958
Ясельда – с. Сенин	-	1999	1958, 1979, 1981
Горынь – г. Речица	-	1956	1966, 1979, 1996, 1999

Высшие уровни весеннего половодья, как правило, являются наибольшими в году. Средняя высота весеннего половодья над низшим летним уровнем составляет 3,5 – 4,5 м на р. Припять, 1,5 – 3 м для левобережных притоков и 1 – 2,5 м для правобережных.

Сведения о затоплении поймы бассейна Припяти приведены в табл. 3.

На малых реках стояние воды на пойме в среднем 25 – 30 дней, на средних и больших – около 1,5 – 2 месяцев. Ширина весеннего разлива на Припять

ти изменяется от 5 до 15 км, наибольшая же в районе г. Пинска достигает 30 км. Глубина затопления преимущественно 0,3 – 0,8 м, местами до 2 – 2,5 м.

Наиболее ранняя дата освобождения поймы от затопления приходится на третью декаду марта-апреля, наиболее поздняя – в основном на первую декаду июля.

**Таблица 3 – Сроки затопляемости поймы Припяти и ее основных притоков**

Водоток-створ	Процент лет, наблюдающихся летне-осенних затоплений	Наибольшая продолжительность летне-осеннего затопления, сутки
р. Припять-с Бол. Диковичи	14	32
р. Припять-с. Коробы	58	71
р. Припять-с. Туров	64	78
р. Припять-с. Петриков	50	61
р. Припять-г. Мозырь	73	70
р. Горынь-пгт. Речица	34	32
р. Случь-с. Ленин	5	16
р. Убороть-с. Краснобережье	10	18

Дружность весеннего половодья рек бассейна Припяти оценивалась с помощью пространственных корреляционных функций. Теснота связи расходов воды весеннего половодья оценивалась коэффициентами корреляции ( $R$ ), которые зависят от расстояния между центрами тяжести водосборов ( $\rho$ ) и изменяются по линейному закону  $R = 1 - 0,874 \cdot \rho$ . Градиент поля расхода воды весеннего половодья рек бассейна Припяти  $\alpha = 0,874$  свидетельствует о достаточно высокой синхронности половодья [4].

### **Заключение**

Прогнозируемое потепление климата и неизбежный рост хозяйственного освоения речных долин, несомненно, приведут к увеличению повторяемости и разрушительной силы наводнений. При хозяйственном освоении паводкоопасных территорий в долинах рек следует проводить *детальные технико-экологические исследования*. При этом умело *сочетать инженерные методы* защиты с *неинженерными*. Должны быть осуществлены *четкое районирование и картирование* пойм с нанесением границ половодий и паводков различной водообеспеченности, что окажет существенную помощь экспресс-оценкам ущербов от каждого текущего наводнения, в том числе и оценкам затопления земель, которые в настоящее время отсутствуют по большей части наводнений. Комплекс мероприятий, включающий прогнозирование, планирование и осуществление работ, должен проводиться до наступления наводнения, в период его прохождения и после окончания стихийного бедствия.

### **Список цитированных источников**

1. Авакян, А.Б. Наводнения. Концепция защиты / А.Б. Авакян // Известия РАН. Сер. Географическая. – 2000. – № 5. – С. 40–46.
2. Блакітная кніга Беларусі: энцыкл. / Беларус. Энцыклап.; Рэдкал.: Н.А. Дзісько [і інш.]. – Минск: БелЭн, 1994. – 415 с.
3. Швец, Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г.И. Швец. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. – 244 с.
4. Волчек, А.А. Половодья на Припяти // Брэсцкі геаграфічны вестнік. Геаграфічныя і геаэкалагічныя праблемы Палескага рэгіёну. – Брэст, 2001. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 73–78. УДК 504.453

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТОК РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**



## **Грядунова О.И.**

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [gryadunova@mail.ru](mailto:gryadunova@mail.ru)

*In article results of the analysis of spatial structure of an ecological drain are stated, linear trends are revealed, transformation of aestivo-autumnal and winter minimal charges of water of the average and small rivers of Polesye is appreciated.*

### **Введение**

При любом виде хозяйственной деятельности и освоения водных ресурсов возникает проблема оценки минимального расхода воды, который необходимо оставлять в реке и не включать в хозяйственное использование. В Беларуси уже в 70-е годы прошлого века встал вопрос «... о минимально допустимом расходе воды в реках для охраны природы» [И.М. Филиппович, 1975, 1977; П.Д. Гатило, 1977]. В межень (летне-осеннюю, зимнюю) водные и околоводные экосистемы наиболее уязвимы. Для того чтобы не нарушить гидроэкологическое равновесие территории, необходимо в реке оставить экологический сток, так как несоблюдение этого требования чревато отрицательными последствиями [Алексеевский, 2000; Жукинский, 2003]. Этот расход воды называют по-разному: минимально допустимый [Гатило П.Д., Филиппович И.М. 1975, 1977], природоохранный, экологический [Фащевский Б.В. 1996; Коронкевич Н.И. 1999, 2003], лимитирующий [Емельянов Ю.Н., Гриневич А.Г. 1998], экологически достаточный [Алексеевский Н.И. 2000], минимально необходимый и т.п. При этом во всех случаях подразумевается практически одно и то же – это тот расход воды, изъятие ниже которого чревато отрицательными последствиями для природных условий, нормального функционирования речного потока, хозяйственного использования и санитарных условий ниже по течению, что влечет за собой экономические издержки и экологические последствия.

### **Основная часть**

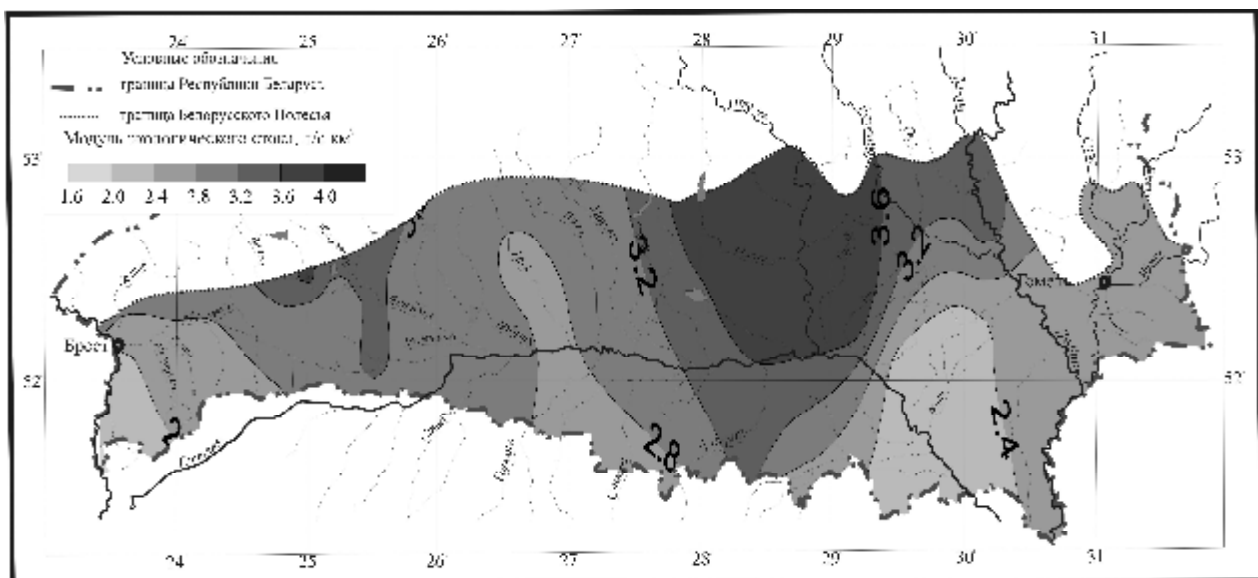
Методы оценки экологического стока воды рек в настоящее время отличаются большим разнообразием [Алексеевский, 2000; Воложинская, 2006; Гатило, 1977; Жукинский, 2003; Коронкевич, 1999, 2003; Маркин, 2005; Фащевский, 1982, 1987, 1996]. При установлении нормативов предельно допустимого изъятия речного стока нет единого подхода. Так, В.Г. Орлов [Орлов, 2005] делает вывод, что природа сама оценила экологический сток – это естественный минимальный сток, а изъятие ниже этого объема вызывает нарушение в естественных процессах реки. В основе методики определения допустимого воздействия на малые реки В.Н. Маркин использует уравнения балансов. Величина минимально допустимого экологического стока определяется для каждого расчетного года и реки индивидуально, и водозабор на малых реках возможен в весеннее половодье или при использовании аккумулирующих емкостей (водохранилищ, прудов). В методике Н.И. Коронкевича используется связь гидрологических характеристик реки и продуктивности экосистемы.

В последнее время было проведено много исследований изменения годового стока воды в реках Беларуси, внутригодового перераспределения. Как показывают эти работы, годовой сток изменился незначительно, а вот внутригодовое распределение изменилось: максимальный сток воды в реках уменьшился (в апреле – мае на 70 % исследуемых рек сток уменьшился на 10 %), а

минимальный как зимний, так и летне-осенний сток увеличился на некоторых реках до 50 % [Волчек, 2006; Логинов, 2006]. В связи с перераспределением стока внутри года назревает необходимость рассмотреть экологический сток в меженные периоды, так как именно в это время создаются критические гидрологические условия для функционирования экосистем. Маловодные годы и периоды вносят наименьший вклад в воспроизводство экосистем, однако и самые многоводные годы приводят к снижению продуктивности экосистем. Максимальная биологическая продуктивность достигается чаще всего при обеспеченности стока около 25 % [Антропогенное, 2003].

Наиболее обеспеченной исходной информацией и эффективным методом расчета экологического стока рек Беларуси является метод, разработанный Б.В. Фащевским. Данная методика расчета была расширена и предложен алгоритм расчета экологического и свободного стока рек Беларуси.

По 49 речным створам Белорусского Полесья, используя метод компоновки, было рассчитано внутригодовое распределение естественного, экологического и свободного стока. На рисунке представлены результаты расчетов среднегодового экологического стока на реках Белорусского Полесья. Разница между естественным и экологическим стоком принята как *свободный сток*, который определяет возможности рационального использования водных ресурсов без нарушения устойчивости речной экосистемы. В связи с тем, что величина экологического и свободного стока в течение года не является постоянной, проведен расчет среднемесячных значений экологического стока рек Белорусского Полесья и по результатам расчета построены совмещенные графики естественного, экологического и свободного стока 25 % и 95 % обеспеченности. Максимальные значения свободного для водопотребления стока наблюдается в период половодья, а в меженные периоды экологический и естественный сток практически совпадают, т.е. в эти периоды реки нужно использовать с большой осторожностью, чтобы не нарушить экологическое равновесие.



**Рисунок** – Среднегодовой экологический сток рек Белорусского Полесья

### **Заключение**

Полученные карты экологического и свободного стоков рек позволяют оперативно определить значения экологического и свободного стока, что

практически значимо при принятии решений и эффективном планировании водохозяйственных мероприятий с учетом природоохранных требований к рациональному использованию водных ресурсов.

#### **Список цитированных источников**

1. Общие подходы к оценке и достижению гидроэкологической безопасности речных бассейнов / Н.И. Алексеевский [и др.] // Вестник МГУ. Сер. 5, География. – 2000. – № 1. – С. 22–28.

2. Антропогенное воздействие на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / Отв. ред.: Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. – Москва: Наука, 2003. – 367 с.

3. Воложинская, А.С. Особенности оценки ограничения использования (изъятия) речных вод в Минской области на основе построения лимитирующих гидрографов стока / А.С. Воложинская [и др.] // Водные ресурсы. – 2006. – № 21. – С. 47–54.

4. Гатило, П.Д. Об использовании предложений о минимально допустимом расходе воды в реках для охраны природы / П.Д. Гатило, И.М. Филиппович // Сб. науч. тр. – Мн., 1977. – Вып. 5: Комплексное использование водных ресурсов. – С. 45–53.

5. Жукинский, В.Н. Экологический риск и экологический ущерб качеству поверхностных вод: актуальность, терминология, количественная оценка / В.Н. Жукинский // Водные ресурсы. – 2003. – Т. 30. – № 2. – С. 213–221.

6. Коронкевич, Н.И. Современные антропогенные воздействия на водные ресурсы / Н.И. Коронкевич [и др.] // Известия РАН. Серия географическая. – 1998. – № 5. – С. 55–67.

7. Маркин, В.Н. Определение экологически допустимого воздействия на малые реки // В.Н. Маркин // Оценка экологически допустимого воздействия на малые реки [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.msuee.ru/kmirz/Htmls4/Markin/DopVozd.htm>. – Дата доступа: 04.05.2005.

8. Фащевский, Б.В. Обоснование и оценка допустимых изъятий речного стока / Б.В. Фащевский // Сб. науч. тр. ЦНИИКИВР / Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР. – Москва, 1982. – Влияние хозяйственной деятельности на водный режим. – С. 62–71.

9. Фащевский, Б.В. Расчет экологически допустимого изменения характеристик водного режима рек Беларуси / Б.В. Фащевский // Природные ресурсы. – 1987. – № 1. – С. 30–35.

УДК 556.5.048; 556.5.06

## **ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**Лукша В.В.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vvluksha@gmail.com](mailto:vvluksha@gmail.com)

*The model of transition from a climatic to river flow has been developed and on its basis making use of different scenarios of change of hydrometeorological characteristics the change of the flow in 5 variants of changing climatic conditions and parameters of rivers basins has been prognosticated.*

#### **Введение**

Исследования выполнялись в рамках договора между Учреждением образования «Брестский государственный технический университет» и Белорус-

ским республиканским фондом фундаментальных исследований (БРФФИ) №X07M-023 от 01.04.2007 (грант БРФФИ, научный руководитель – к.т.н., доцент Лукша В.В.).

*Целью работы* являлась оценка пространственно-временных изменений речного стока Белорусского Полесья, использование полученных результатов для решения прикладных вопросов гидрологии и водного хозяйства, а также разработка сценариев (прогнозов) изменения водного режима рек Белорусского Полесья.

В рамках данной НИР выполнены следующие *этапы исследований* [1]:

1. Анализ современных методов количественной оценки изменений речного стока.
2. Адаптация методики описания статистической структуры полей расходов воды к условиям Белорусского Полесья.
3. Количественная оценка речного стока.
4. Разработка компьютерной модели расчета стока воды рек Белорусского Полесья.
5. Оценка современных трансформаций водного режима рек Белорусского Полесья.
6. Оценка изменения водного режима рек Белорусского Полесья в связи с прогнозами изменения климата.
7. Региональная оценка антропогенного влияния на речной сток и исследование изменчивости стока реки Припять.
8. Анализ перспектив дальнейшего развития и практического использования полученных результатов.

#### **Исходные материалы, методы исследования и обсуждение результатов**

Для детального анализа отобраны речные бассейны Белорусского Полесья по принципу равномерного освещения территории данными гидрологических наблюдений. Всего выбрано 32 речных створа.

Для сопоставимости получаемых результатов все исследуемые ряды приведены к единому периоду наблюдений, равному 61 году (1945 – 2005 гг.). Продолжительность репрезентативного периода установлена по разностным интегральным кривым с учетом многолетних колебаний исследуемой величины. Продление выполнено для годового, максимального весеннего и минимального летнего речного стока.

Для всех постов выполнена проверка однородности восстановленных рядов стока путем построения графиков связи суммарных значений исследуемой величины (годового стока, максимальных расходов половодья, минимального стока летне-осенней межени) с соответствующим значением реки-аналога, имеющей ненарушенный режим стока, или с несколькими аналогами, а для отдельных видов стока (например, минимальные расходы) такие связи строились с осадками, на которые никак не повлияли мероприятия, проводимые на водосборах.

*Основные результаты исследований* заключаются в следующем:

1. Разработана модель расчета среднего годового и месячного (за теплый период – IV-X месяцы) стока, которая отличается от других возможностью

прогнозирования изменения речного стока с использованием климатических факторов, а не только параметров водосбора. Проверка модели на 15 независимых створах рек Белорусского Полесья (не входящих в разработку модели) показала близкую сходимость рассчитанных и измеренных месячных и годовых расходов (ошибка до 10%), что позволяет рекомендовать разработанную модель для широкого практического использования при гидрологических расчетах гидротехнических сооружений.

2. Выполнен прогноз изменения стока для основных 5-ти вариантов возможных изменений климатических и антропогенных факторов воздействия на речной сток, требующий при проектировании крупных гидроузлов учитывать следующие, наиболее реальные, изменения стока рек:

- при увеличении температуры на 2 °С речной сток уменьшится в среднем на 10 %;

- при уменьшении осадков на 10 % речной сток может уменьшиться на 24,5 %. При этом максимальное уменьшение стока наблюдается в июле (29,7 %), а минимальное – в апреле (23,8 %);

- при уменьшении осадков на 10 % и увеличении температуры на 2 °С сток уменьшился в среднем на 29,3 % (июль – 45,2 %, апрель – 26,6 %);

- при уменьшении заболоченности и залесенности водосбора и одновременном увеличении густоты речной сети и распаханности на 5, 10, 20 и 30% выявлена тенденция постепенного перехода от уменьшения стока в апреле-июле к увеличению в августе-октябре, при этом переход через «нулевые» значения изменений находится между июлем и августом;

- при увеличении заболоченности и залесенности водосбора на 10 % и уменьшении густоты речной сети и распаханности на 20 % можно сделать вывод о незначительном влиянии антропогенной нагрузки по сравнению с климатическими факторами на средний годовой сток (изменения около 0) и о постепенном восстановлении естественного режима рек, т.е. возможно увеличение максимального стока (до 8 %) и уменьшение минимального (также до 8 %).

3. Установлен доминирующий квазипятилетний период в изменении речного стока Беларуси. При этом около 90 % всех полученных значений периода сосредоточены в интервале  $5,30 \pm 1,96$  года для всего массива рек республики,  $5,38 \pm 1,95$  – для рек Белорусского Полесья и  $5,25 \pm 1,98$  – для рек центрально-восточной части республики. Гармоника с периодом, близким к 5 годам, может считаться одним из достоверных параметров хронологической структуры гидрологического режима рек Беларуси и учитываться при разработке долгосрочных прогнозов среднемесячных расходов (модулей стока).

4. Выполнено восстановление значений расходов воды с использованием корреляционного анализа, рассчитаны статистические параметры восстановленных рядов и проведена проверка их однородности. Реки бассейна Припяти имеют в основном неоднородные ряды, в то время как реки бассейна Западного Буга – однородные, что является следствием более существенных мелиоративных воздействий на водосборы рек бассейна Припяти. Это значит, что, начиная с 1966 года, естественный режим средних и мелких рек Белорусского Полесья трансформировался под влиянием антропогенной нагрузки, в частности, мелиоративных воздействий.

5. Проанализированы пространственные связи стока рек Беларуси: тесные связи характерны для максимальных расходов рек исследуемых бассейнов, что обеспечивается одновременным наступлением весеннего половодья в различных районах Беларуси. Пространственные связи годового и минимального стока отличаются меньшей теснотой.

6. Оценена антропогенная составляющая в результате детального исследования внутренней структуры рядов стока. Расчеты выполнены для трех характерных расходов: наибольшего весеннего, наименьшего летнего и годового.

В общем для территории Белорусского Полесья отмечается:

- существенное увеличение минимального стока (на 50 %) за период 1966-2005 гг. по сравнению с периодом с начала наблюдений до 1966 года;
- уменьшение максимального стока (на 25 %), при этом оно происходит более «организованно» как во времени, так и в пространстве, в отличие от процессов увеличения минимального стока;
- увеличение годового стока за период 1966-2005 гг. по сравнению с периодом до 1965 года на 20 %.

### **Заключение**

Расчеты подтвердили факт антропогенного изменения стока малых рек, вызванного крупномасштабными гидромелиоративными работами в Белорусском Полесье, в то время как изменения водного режима крупных рек (с площадями водосбора более 2000 км<sup>2</sup>) незначительны. Изменения различных видов стока после 1965 года характерны не только для рек Белорусского Полесья, но и для остальных рек Беларуси, что можно связать не столько с массовыми мелиорациями, сколько с вековыми колебаниями гидрометеорологических элементов и речного стока. Поэтому влияние любой антропогенной составляющей, особенно мелиорации, на речной сток должно рассматриваться в каждом конкретном случае индивидуально.

Полученные значения годового стока различной вероятности превышения рек Белорусского Полесья могут быть использованы при проектировании гидротехнических сооружений и мелиоративных систем.

Осуществленное продление рядов речного стока для рек-створов Белорусского Полесья даст возможность количественно оценить колебания годового стока и принять правильные проектные решения. При отсутствии данных наблюдений за речным стоком предлагается расчет его нормы и среднемесячных значений (за теплый период – IV-X месяцы) по разработанной модели.

### **Список цитированных источников**

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Прогноз изменения стока рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов» (заключительный) // договор с БРФФИ № X07M-023 от 01.04.2007 г. – Брест, 2009. – 140 с.

УДК 910.1:084.3(476)

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОЕКТУ БРФФИ № Х00М-126 «МЕТОДОЛОГИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЛАРУСИ (С СОЗДАНИЕМ СЕРИИ КАРТ, ИНФОРМАЦИОННЫМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ СОПРОВОЖДЕНИЕМ)»

**Мешик О.П.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [mp@bstu.by](mailto:mp@bstu.by)

*The methodology of mapping of warmth and water balance characteristics as well as agriclimatic characteristics for waterworks of Belarus. The maps have been drawn.*

## **Введение**

Научные исследования по проекту выполнялись при поддержке БРФФИ в Брестском государственном техническом университете в период с 2001 по 2003 гг. Основной целью ставилась разработка методологии картографирования агроклиматических характеристик Беларуси с решением в процессе картографирования комплекса важных прикладных задач, когда в едином контексте осуществляется пространственно-временное обобщение картируемых величин, создается база данных при использовании компьютерных технологий, оперативно издаются серии (атласы) карт.

## **Основная часть**

Фактически, выполнена следующая работа и получены результаты:

1. Дана оценка состояния развития методов и способов исследований агроклиматических характеристик для целей рационального природопользования. Классифицированы тепловлагоресурсы. В историческом аспекте выполнен литературный обзор, в котором отмечены основные этапы изучения естественного увлажнения и теплообеспеченности деятельной поверхности земли, описано становление и развитие методов и способов картографирования в различных областях знаний. Оценены естественные природные условия исследуемой территории и перспективы картографирования агроклиматических характеристик для нужд землепользователей.

2. Выполнен анализ исходных данных агроклиматических характеристик по территории Беларуси. При этом разработана основа для картографирования (Беларусь, Брестская область), создана база агроклиматических данных. Оценены перспективы существующего программного обеспечения, позволяющего строить карты (Surfer). Оптимизирована плотность и месторасположение опорных точек.

3. Достаточно подробно исследованы атмосферные осадки как основной источник увлажнения сельскохозяйственных угодий. Установлен расчетный период для их аналитической оценки. Выполнен анализ пространственно-временной изменчивости и статистической структуры полей атмосферных осадков. Выполнено районирование территории Беларуси по синхронности выпадения атмосферных осадков. Выделенные районы исследованы на предмет их увязки с границами почв и границами проявления водной эрозии.

Разработаны расчетные методики аналитической оценки величин атмосферных осадков для различных временных интервалов.

4. Исследованы теплоэнергетические ресурсы, участвующие в тепловлагообмене на уровне подстилающей земной поверхности. При этом оценены радиационные факторы климата исследуемой территории, определены затраты тепла на фазовые превращения влаги в зимний период, разработаны методики косвенных расчетов, для различных временных интервалов, водного эквивалента теплоэнергетических ресурсов климата – максимально возможного испарения.

5. Построены карты отдельных агроклиматических характеристик. В ходе построения карт установлен рациональный способ картографического отображения информации. В сравнении обоснован принятый метод построения изолиний, дана краткая характеристика построенным картам.

В целом разработанные в проекте методы и способы оценки исследуемых агроклиматических показателей, построения карт в изолиниях, решенные при этом прикладные задачи укладываются в предлагаемую методологию картографирования агроклиматических характеристик Беларуси.

В совокупности выполненные исследования атмосферных осадков, теплоэнергетических ресурсов представляют научный интерес. Научная значимость полученных результатов состоит в том, что в связи с недостаточностью опорных точек наблюдений за агроклиматическими характеристиками, необходимыми для построения карт, разработаны и апробированы методики косвенных расчетов исследуемых показателей для различных временных интервалов, позволяющие выполнять расчеты в любой географической точке Беларуси. Научно обоснован принятый метод построения изолиний.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности оперативной оценки, по разработанным методикам, различных агроклиматических показателей косвенным путем на основе доступных физико-географических и климатических характеристик. Построенные карты позволяют пользователям, с достаточной для практических расчетов точностью готовить исходные данные в ходе проектирования объектов сельскохозяйственного назначения, решения задач рационального природопользования.

### **Заключение**

Результаты исследований могут быть полезны специалистам в области охраны окружающей среды, рационального природопользования, сельского, водного и лесного хозяйств, экологии, гидрометслужбы, а также студентам, аспирантам, преподавателям высших учебных заведений соответствующих направлений. В исследуемой области пока остается множество нерешенных задач, требующих оперативного комплексного решения. В той связи исследование и картографирование агроклиматических характеристик Беларуси является актуальным и приоритетным направлением обоснования рационального природопользования.

### **Список цитированных источников**

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Методология картографирования агроклиматических характеристик Беларуси (с созданием серии карт, информационным и научно-техническим сопровождением)» (заключительный) // договор с БРФФИ № Х00М-126 от 01.04.2001 г. – Брест, 2003. – 242 с.



## СПИСОК АВТОРОВ

	Ч. I	Ч. II		Ч. I	Ч. II
<b>А</b>			<b>Е</b>		
Аделева Д.И.		28	Елисавенко Ю.А.		39
Андреюк С.В.	62		<b>Ж</b>		
Антонюк Е.К.		82	Жданович В.П.		59, 62
Артамонова И.В.		31	Жданюк Н.В.	61	
<b>Б</b>			Житенёв Б.Н.	62, 68, 72, 75	
Басов С.В.		3, 25, 28	<b>З</b>		
Белов С.Г.	68, 72		Завьялов С.В.		71
Бордок И.В.		6	<b>И</b>		
Борсук И.П.	92		Иванов В.П.	51	
Босак В.Н.		8	Игнатчик Л.Л.	102	
Бранцевич П.Ю.	99		Исайчиков М.Ф.		69
Булак И.А.	40		<b>К</b>		
Булко Н.И.		12	Кабушева Т.С.	45	
Бульская И.В.	75		Калинович А.С.	57	
Бусько Е.Г.		15	Кизеев Н.Д.	78	
<b>В</b>			Кирвель И.И.	34	
Валуев В.Е.	3	18	Кирвель П.И.	34, 37	
Васильев В.В.	6		Клебанюк Д.Н.		97
Водчиц Н.Н.	8		Кобринец Л.А.		45
Волкова Е.И.	43		Комаровский Д.П.		48
Волович П.И.		21	Комлева Е.В.		42
Волчек А.А.	11, 14, 17, 20, 24, 27	106	Корнеев В.Н.	40	
Волчек Ан.А.		109	Костюк Д.А.	27	
Волчков В.Е.		6	Костюк С.Ф.	99	
Востоков Е.К.		53	Костюкевич Е.К.	105	
Вострова Р.Н.		24	Кукшинов М.С.	34	
<b>Г</b>			<b>Л</b>		
Гвоздева А.А.		48	Левчук Н.В.		45
Гертман Л.Н.	40		Лесничий Ю.Д.		95
Гладкий И.И.	24		Липский В.К.		48
Глушко К.А.	9, 30		Лихацевич А.П.	43	
Глушко К.К.	30		Лихачев А.Б.		25, 28
Гнатюк С.П.		25, 28	Лопух П.С.	46	
Годунов Е.Б.		31	Лукашевич А.Г.	108	
Головач А.П.		34, 57	Лукашевич М.В.		51
Горичев И.Г.		31	Лукша В.В.	11, 14	114
Грядунова О.И.		112	Лях Ю.Г.		53
<b>Д</b>			<b>М</b>		
Данилович И.С.		37, 95	Мавринский Л.Д.		28
Дашкевич Д.Н.	17	88	Мажейкене А.Б.	81	
			Майорчик А.П.	52	

	Ч. I	Ч. II		Ч. I	Ч. II
Мармалюкова И.А.	84		Скригаловская В.А.		69
Махнист Л.П.	24		Спириденок Л.М.		48
Медведева О.Н.	111		Станкевич А.П.		71
Меддур Ахмедсалахеддин	49		Стельмашук С.С.	9	
Мельник В.И.		37	Стефаненко Ю.В.	20	
Мешик О.П.	3	18, 118	Сторожук Н.Ю.	72	
Митрахович А.И.	52		Строкач П.П.		100
Митренков А.М.		53	Ступень Н.С.		73
Михалычева Э.А.	108		<b>Т</b>		
Монтик С.В.		57	Терещенко А.В.	87	
Мороз М.Ф.	20		Требенюк А.Н.		76
<b>Н</b>			Трифонов А.Г.	108	
Наумов А.Д.		59, 62	Тур Э.А.		3, 79, 82
Наумчик Г.О.	68, 72		<b>Х</b>		
Невзорова А.Б.	84, 87		Халецкий В.А.		3, 85
Нестеров М.В.	54		<b>Ц</b>		
Нестерова Ю.А.		25	Цепаев С.П.		88, 91
Нестерук В.Н.		76	Цепаева Н.С.		91
Никитин А.Н.		59, 62	<b>Ч</b>		
Новикова О.К.	87		Чаша Н.А.		24
Новосельцев В.Г.	126		Чекан Г.С.		95
<b>О</b>			Черноиван В.Н.	126	
Олейник О.А.	114		Черноиван Н.В.	126	
<b>П</b>			<b>Ш</b>		
Павленко С.Н.	116		Шабалева М.А.		12
Парфомук С.И.	17		Шавлинский О.А.	6	
Пашкевич А.П.	119		Шведовская Д.В.		97
Пашкевич В.И.	40		Шведовский П.В.	11, 14	97
Петров Д.О.	27		Швядене С.И.	81	
Пинюта Т.П.	30		Шешко Н.Н.		106
Плаунова О.Г.	84		<b>Ю</b>		
<b>Р</b>			Юрченко Н.Т.	3	
Риторева Е.К.		69	<b>Я</b>		
Рубанов В.С.	24		Якубовская Е.С.	102, 119	
Рутковский П.П.	57		Яловая Н.П.	92, 95	100, 103
Рыбак Е.С.	72		Яловая Ю.С.	95	103
<b>С</b>			Янчилин П.Ф.	122	
Салицкайте-Буникене Л.		65	<b>R</b>		
Северянин В.С.	122		Rimeika M.	89	
Седляр Ю.А.	126				

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ..... 3

**Басов С.В., Халецкий В.А., Тур Э.А.**

Ингибиторы коррозии экологически полноценного теплоносителя для электродных отопительных котлов малой и средней мощности ..... 3

**Бордок И.В., Волчков В.Е.**

Опыт интродукции клюквы крупноплодной на выработанных торфяниках Беларуси ..... 6

**Босак В.Н.**

Воздействие осушительной мелиорации на изменение состава почвенного покрова земель Брестского Полесья..... 8

**Булко Н.И., Шабалева М.А.**

Антропогенно нарушенные лесные экосистемы и проблемы их восстановления ..... 12

**Бусько Е.Г.**

Особенности трансформации минерального состава лесных экосистем в условиях промышленной среды ..... 15

**Валуев В.Е., Мешик О.П.**

Актуальность учета современных изменений климата в области технического нормирования и стандартизации в строительстве ..... 18

**Волович П.И.**

Эколого-ресурсный потенциал выработанных торфяных месторождений при их лесокультурном освоении ..... 21

**Вострова Р.Н., Чаша Н.А.**

Применение осадков сточных вод городских очистных сооружений в качестве почвоулучшающих композиций ..... 24

**Гнатюк С.П., Лихачев А.Б., Нестерова Ю.А., Басов С.В.**

Описание топологической структуры объектов экологического мониторинга с позиций теории мультифрактального формализма ..... 25

**Гнатюк С.П., Лихачев А.Б., Мауринский Л.Д.,**

**Аделева Д.И., Басов С.В.**

Метод выделения информационно-значимых составляющих изображения объектов экологического мониторинга..... 28

**Годунов Е.Б., Горичев И.Г., Артамонова И.В.**

Новый подход к решению экологического вопроса отработанных химических источников тока и техногенного сырья, содержащего марганец .... 31

<b>Головач А.П.</b> Роль гумусовых веществ в миграции тяжелых металлов в природных водах .....	34
<b>Данилович И.С., Мельник В.И.</b> Оценка водных ресурсов Беларуси с использованием гидрологической модели HYRE .....	37
<b>Елисавенко Ю.А.</b> Принципы формирования региональной экологической сети Винницкой области как фактор устойчивого развития территории .....	39
<b>Комлева Е.В.</b> Геоэкологические аспекты хранения и захоронения ядерных материалов .....	42
<b>Левчук Н.В., Кобринец Л.А.</b> Экологические проблемы применения пенообразователей как потенциальных загрязнителей водных объектов .....	45
<b>Липский В.К., Спириденко Л.М., Комаровский Д.П., Гвоздева А.А.</b> Инженерно-техническое обеспечение защиты водных объектов при аварийных разливах нефти .....	48
<b>Лукашевич М.В.</b> Коррозионные повреждения арматуры железобетонных конструкций в хлорсодержащих средах .....	51
<b>Лях Ю.Г., Востоков Е.К., Митренков А.М.</b> Емкость угодий Беларуси по копытным животным семейства оленьих.....	53
<b>Монтик С.В., Головач А.П.</b> Основные аспекты воздействия транспортного комплекса на окружающую среду .....	57
<b>Наумов А.Д., Никитин А.Н., Жданович В.П.</b> Выжигание (палы) – угрожающее явление экологической безопасности.....	59
<b>Наумов А.Д., Никитин А.Н., Жданович В.П.</b> Сидеральные культуры – составляющий элемент экологически чистого ресурсосберегающего земледелия .....	62
<b>Салицкайте-Буникене Л.</b> Влияние антропогенных факторов на трофический статус озера Друк- шай – водохранилища-охладителя Игналинской АЭС.....	65
<b>Скригаловская В.А., Исайчиков М.Ф., Риторева Е.К.</b> Лесовосстановление сосновых вырубок .....	69

<b>Станкевич А.П., Завьялов С.В.</b> Регулирование отношений в области охраны и использования водных ресурсов.....	71
<b>Ступень Н.С.</b> Исследование влияния агрессивных природных сред на процессы коррозии цементного клинкера .....	73
<b>Требенок А.Н., Нестерук В.Н.</b> Моделирование изменений в окружающей среде при переходе на водородные энергоносители .....	76
<b>Тур Э.А.</b> Современные экологичные материалы для защиты древесины .....	79
<b>Тур Э.А., Антонюк Е.К.</b> Экологичные лессирующие защитно-декоративные покрытия для древесины.....	82
<b>Халецкий В.А.</b> Экологически-полноценные архитектурные фасадные краски на основе стирол-акриловых плёнкообразователей.....	85
<b>Цепая С.П., Дашкевич Д.Н.</b> Экоантропоцентрический подход как средство преодоления социально-экологической напряженности .....	88
<b>Цепая С.П., Цепая Н.С.</b> Неопределенность и риски: проблема понимания и интерпретации .....	91
<b>Чекан Г.С., Данилович И.С., Лесничий Ю.Д.</b> Оценка повторяемости опасных гидрологических явлений на территории Беларуси как основа рационального управления и использования водных ресурсов .....	95
<b>Шведовский П.В., Шведовская Д.В., Клебанюк Д.Н.</b> Особенности прогноза экологической надёжности водохозяйственных объектов.....	97
<b>Яловая Н.П., Строкач П.П.</b> Особенности процесса коагулирования примесей воды смешанным железо-алюминиевым коагулянтом.....	100
<b>Яловая Н.П., Яловая Ю.С.</b> «Зелёные крыши» – долгосрочный вклад в экологию города .....	103

<b>НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТОВ, ПОДДЕРЖИВАЕМЫХ БЕЛОРУССКИМ РЕСПУБЛИКАНСКИМ ФОНДОМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	106
<b><i>Волчек А.А., Шешко Н.Н.</i></b> Изменение гидрографической сети НП «Беловежская Пуца» под воздействием естественных и антропогенных факторов .....	106
<b><i>Волчек Ан.А.</i></b> Проблемы наводнений на территории Белорусского Полесья.....	109
<b><i>Грядунова О.И.</i></b> Экологический сток рек Белорусского Полесья.....	112
<b><i>Лукша В.В.</i></b> Прогноз изменения стока рек белорусского полесья под воздействием природных и антропогенных факторов .....	114
<b><i>Мешик О.П.</i></b> Результаты исследований по проекту БРФФИ № Х00М-126 «Методология картографирования агроклиматических характеристик Беларуси (с созданием серии карт, информационным и научно-техническим сопровождением)» .....	118
<b>СПИСОК АВТОРОВ</b> .....	120

Научное издание

**Научно-технические проблемы  
водохозяйственного и энергетического  
комплекса в современных условиях Беларуси**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

*21–23 сентября 2011 года*

**ЧАСТЬ II**

Текст печатается в авторской редакции

Ответственный за выпуск: **Волчек А.А.**

Редактор: **Строкач Т.В.**

Компьютерная вёрстка: **Кармаш Е.Л.**

Корректор: **Никитчик Е.В.**

ISBN 978-985-493-202-6



Лицензия № 02330/0549435 от 08.04.2009.

Подписано к печати 13.09.2011 г.

Бумага «Снегурочка». Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 7,44.

Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 75 экз. Заказ № 819.

Отпечатано на ризографе учреждения  
образования «Брестский государственный  
технический университет».

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.