

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ РЕГИОНА

КОСОЛАПОВА Н.А.,

кандидат технических наук, доцент,
Южный федеральный университет,
e-mail: natkos@mail.ru

В статье продемонстрирована целесообразность применения экономико-математического инструментария для поддержки принятия управленческих решений по использованию и наращиванию потенциала водных ресурсов территории в рамках стратегического подхода к достижению баланса интересов всех участников рынка, включая государство как макрорегулятора, квазисобственника и институционального посредника.

Ключевые слова: экономико-математический инструментарий; водные ресурсы региона; управление; стратегический подход, баланс интересов, участники рынка.

MATHEMATICAL TOOLS OF STRATEGIC WATER RESOURCES MANAGEMENT OF THE REGION

KOSOLAPOVA N.A.,

Candidate of Technical Sciences, associate professor,
Southern federal university,
e-mail: natkos@mail.ru

In article expediency of use of economic-mathematical tools for support of adoption of administrative decisions on use and capacity-building of water resources of the territory within strategic approach to achievement of balance of interests of all participants of the market, including the state as macroregulator, the quasiowner and the institutional intermediary is shown.

Keywords: economic-mathematical tools; water resources of the region; management; strategic approach; balance of interests; participants of the market.

JEL classification: C02, O18, Q25.

Существенно изменившийся геополитический ландшафт, а также продолжающееся экономическое давление Стран Запада на Россию, уже повлекшие за собой усиление существующих и появление новых проблем, обуславливают необходимость определенной коррекции стратегических решений в жизненно важных секторах национальной экономики. В их числе – система водных ресурсов государства. А поскольку региональный уровень управления по-прежнему остается наиболее мобильным в принятии и реализации адаптивных управленческих решений, проецируемых с государственного уровня, именно в мезоэкономических системах возможна эффективная реализация ключевой установки Президента России В.В. Путина, сформулированной в его послании Федеральному собранию 4 декабря 2014 года: «Стратегический курс развития экономики должен основываться на собственных ресурсах, на эффективности их использования» (Путин, 2014). Этим высказыванием еще раз подчеркивается принципиальная важность выявления, целеориентированного использования

и последующего наращивания внутреннего ресурсного потенциала регионов для поддержания устойчивости и стабильного роста их экономик, особенно в отношении системообразующих ресурсов, к числу которых относятся водные.

Очевидная сложность и масштабность решения этих задач в системе водного хозяйства территории предполагает уточнение методологического базиса и инструментарного аппарата поддержки принятия ориентированных на реализацию нового стратегического курса управленческих решений. Представляется в данном контексте, что для разработки качественной системы управления водными ресурсами региона требуется комбинирование имеющихся подходов к управлению сложно структурированными экономическими системами, к числу которых относится водохозяйственный комплекс (ВХК) региона. В их числе: процессный подход, который эффективен только в случае его сочетания с системным подходом; синергетический подход, являющийся принципиально важным при анализе взаимодействий участников рынка водных ресурсов региона; ситуационный - необходим для исследования влияния внешней среды и выработки адаптивных моделей поведения субъектов водохозяйственного комплекса региона; универсальный, требующий конкретизации, т. е. сочетания с субстратным, который важен для разработки определенных инструментов поддержки принятия управленческих решений в той или иной ситуации, характеризующей состояние и функционирование водохозяйственного комплекса территории; стратегический, неразрывно связанный с реализующими его программным и проектным подходами к управлению развитием водного потенциала региона.

Таким образом, существенно усложнившаяся макроэкономическая ситуация в России предполагает умелую компиляцию перечисленных методологических подходов для формирования научно обоснованных стратегических планов и реализующих их региональных программ и проектов модернизационного развития всей системы водного хозяйства.

Как показывает экономическая наука и реальная практика, эффективность формируемого на основе перечисленных подходов методологического базиса поддержки принятия тактических и стратегических решений в системе водных ресурсов региона, элементами которой являются предприятия, организации водохозяйственного комплекса, потребители его продукции и государство, в большой степени зависит от качества применяемого экономико-математического инструментария. При этом, в силу отмеченной системообразующей функции водных ресурсов для региональной экономики, следует учитывать полиаспектный характер функций государства в данной сфере – как квазисобственника, мегарегулятора и институционального посредника (Рожков, Матвеева, Чернова, 2014).

В границах отдельных территориальных образований государственная компонента потенциала регионального водохозяйственного комплекса материализуется, во-первых, в специальной подсистеме, содержащей информацию нормативно-законодательного, распорядительного и т. д. характера, поступающую от соответствующих структур органов власти территории; во-вторых, в принятии на себя государством части рисков, особенно когда оно выступает также в качестве соинвестора инновационных проектов; в-третьих, в предоставлении информации о потенциальных инвесторах или партнерах по инновационному бизнесу (Матвеева, 2012).

В условиях отсутствия свободных водных ресурсов и вместе с тем планируемого увеличения водопотребления в соответствии с принятой стратегией социально-экономического развития России до 2020 г., особенно остро стоит проблема гарантированного обеспечения потребностей населения и отраслей региональной экономики водными ресурсами наряду с повышением рациональности их использования, снижением водоёмкости производства промышленной и сельскохозяйственной продукции и непроизводительных потерь. Проблема обеспечения потребителей водными ресурсами требует поиска новых путей решения при рациональном распределении водных ресурсов между потребителями посредством установления лимитов забора из водного объекта, определяемых в соответствии с водохозяйственными балансами по водохозяйственным участкам в различных условиях водности.

В данном контексте следует отметить принципиальную важность согласования интересов всех участников процесса обеспечения водными ресурсами ВХК региона, причем как в тактическом, так и стратегическом аспектах. Иными словами, ставится задача нахождения баланса интересов бизнеса (предприятий и организаций ВХК), государства и потребителей водных ресурсов с учетом специфики и особенностей конкретной территории и конкретного водохозяйственного комплекса региона.

В связи с этим, водохозяйственные комплексы регионов нуждаются в создании и использовании систем управления, включающих в свой состав экономико-математические модели поддержки принятия управленческих решений, позволяющие дать количественную оценку их последствий с учетом возможных изменений, происходящих во внешней среде.

На примере донского ВХК можно говорить о том, что проблема обеспеченности водными ресурсами на высоком научном уровне исследуется на протяжении уже нескольких десятилетий, однако под воздействием общих макроэкономических трансформаций существенно изменились взгляды на дальнейшее развитие ВХК данного региона и его техническую схему, тенденции использования воды, требования отдельных участников ВХК к объему, режиму и надежности использования водных ресурсов.

Так, в основу концепции развития водохозяйственной системы в бассейне Дона положены технические решения, обеспечивающие завершение полного шлюзования Нижнего Дона в результате строительства каскада низконапорных гидроузлов, и целого комплекса других проектов, что требует дополнительных исследований по уточнению обеспеченности водными ресурсами основных участников ВХК. Еще одной причиной совершенствования инструментария поддержки принятия решений в ВХК являются результаты анализа современных тенденций в использовании водных ресурсов в бассейне, вызванных изменениями в экономике региона.

Кроме указанных причин, необходимо также отметить изменение требований к объему, режиму и регулярности специальных попусков из Цимлянского водохранилища со стороны рыбного хозяйства, соблюдение которых существенно повлияет на изменение показателей обеспеченности водными ресурсами всех участников ВХК, и целый ряд других.

Для решения этой многоаспектной и сложной проблемы согласования разнонаправленных интересов всех участников процесса водообеспечения в регионе представляется целесообразным использование инструментария имитационного моделирования, позволяющего формировать обоснованные прогнозы целевых показателей допустимого использования водных ресурсов бассейна для обеспечения потребностей населения и объектов экономики.

Основные цели имитационного эксперимента на математической модели ВХК донского бассейна можно сформулировать следующим образом:

- оценка фактической обеспеченности водными ресурсами основных участников водохозяйственного комплекса;
- оценка влияния вариантов рыбохозяйственных правил назначения попусков на обеспеченность водными ресурсами участников ВХК;
- уточнение правил управления Цимлянским водохранилищем.

Планирование имитационного эксперимента предполагает последовательное прохождение нескольких стадий (табл. 1), начиная с предварительной, на которой осуществляется вся подготовительная работа по анализу и формализации целей эксперимента, имеющейся информации и настройке модели на условия эксперимента, и заканчивая стадией анализа результатов моделирования.

Естественно, что затраты на проведение различных этапов имитационного эксперимента неодинаковы. С точки зрения трудоемкости, наибольшая часть затрат приходится на предварительный этап. На этой стадии производится анализ состава и пригодности имеющейся в распоряжении экспериментатора информации, сбор или (и) моделирование недостающих данных, подготовка сценария эксперимента и обсуждение его со специалистами различного профиля, формализация правил проведения эксперимента, подготовка баз данных, выбор критериев оценки результатов. Широкий круг вопросов, решаемых на этой стадии, предполагает привлечение специалистов в области системного анализа, гидрологии, водного хозяйства, информационного обеспечения, моделирования и т. д.

Таблица 1

Содержание имитационного эксперимента

Этап	Содержание этапа
Подготовительный	Анализ целей эксперимента. Анализ имеющихся исходных данных. Сбор и (или) моделирование недостающей информации. Подготовка «базовых» правил управления водными ресурсами. Подготовка баз данных. Формализация условий эксперимента. Построение агрегированной расчетной схемы ВХК. Выбор критериев оценки результатов моделирования. Настройка модели на условия эксперимента
Моделирование	Моделирование режима функционирования ВХК и его элементов. Расчет показателей функционирования ВХК. Построение формализованных правил управления Цимлянским водохранилищем
Анализ результатов	Анализ обеспеченности водными ресурсами основных участников ВХК Анализ влияния различных политик рыбохозяйственных и навигационных попусков на обеспеченность водными ресурсами компонентов ВХК

Этап моделирования требует привлечения более узкого круга специалистов, глубоко владеющих методами математического моделирования с использованием прикладного программного обеспечения. На этапе эксперимента производится оценка результатов моделирования, определяются направления изменения сценария эксперимента, подготовка выходных материалов. Наиболее ответственным моментом на этой стадии является оценка допустимости полученных режимов функционирования ВХК с точки зрения принятых на

подготовительном этапе критериев оценки, при этом выбор наилучшего варианта из множества допустимых осуществляется экспертным путем. В качестве такого критерия в водохозяйственной практике используется критерий расчетной обеспеченности. Каждый компонент ВХК характеризуется величиной отдачи, которая является функцией его параметров и используемых водных ресурсов.

При экономическом обосновании значения расчетной обеспеченности водопотребления для каждого компонента должны рассматриваться три вида затрат: затраты, связанные с развитием основных компонентов (входящих в состав рассматриваемого ВХК); затраты, связанные с развитием заменяющих предприятий; возможные ущербы, вызванные дефицитом водопотребления.

В соответствии с приведенными положениями задача выбора значений параметров и показателя расчетной обеспеченности каждого компонента при комплексном использовании водных ресурсов формулируется как оптимизационная с критерием минимума суммарных расчетных затрат, при ограничениях на объем водных ресурсов и суммарный объем выпуска i -го вида продукции на основных, дополняющих и заменяющих предприятиях:

$$\begin{aligned} & \sum (Z_j(x_j) + Z_j^{нов}(x_j) + Z_j^{уб}(x_j)) \rightarrow \min \\ & \sum x_j \leq W \\ & \sum (P_i(x_j) + P_i^{нов}(x_j)) \geq P_i, i \in [1, l] \\ & x_j \geq 0 \end{aligned}$$

где $Z_j(x_j)$ – затраты, связанные с производством продукции j -компонентом в составе ВХК, зависящие от объема полученных водных ресурсов x_j ; $Z_j^{нов}(x_j)$ – затраты, связанные с производством продукции на дополняющих и заменяющих предприятиях; $Z_j^{уб}(x_j)$ – возможные ущербы; W – лимит водных ресурсов, доступных к использованию в данном бассейне; $P_i(x_j)$, $P_i^{нов}(x_j)$ – производство i -го вида продукции j -м компонентом ВХК на дополняющих и заменяющих предприятиях, соответственно; P_i – заданный объем производства i -го вида продукции в бассейне.

Результаты прогнозирования целевых показателей ВХК донского региона на основе имитационного эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты прогноза до 2020 г. целевых показателей допустимого использования водных ресурсов бассейна р. Дон для обеспечения потребностей населения и объектов экономики (тыс. м³)

Субъекты РФ	Квота на забор для использования и передачи за пределы бассейна, подбассейна, участка			Квота на сброс сточных вод, соответствующих нормативам качества	Квота на безвозвратное изъятие стока	
	общий	относительно поверхностного стока	передача		всего	относительно поверхностного стока
Белгородская область	200017	103606	-	145900	54117	*
Волгоградская область	503076	486410	332650	33477	469599	452933
Воронежская область	557690	409993	-	346761	210929	63232
Республика Калмыкия	19385	19138	-	-	19385	19138
Краснодарский край	4800	2659	-	-	4800	2659
Курская область	10492	6973	-	2357	8136	4616
Липецкая область	308718	195763	-	180120	128597	15642
Орловская область	24190	14946	-	10000	14190	4946
Пензенская область	9743	6594	-	3235	6508	3359
Ростовская область	4313570	4242472	-	2042657	2270912	2199814
Рязанская область	3748	3395	-	2860	888	535
Саратовская область	41590	36596	-	15254	26336	21342
Ставропольский край	3386185	3382696	-	2546557	839629	836139
Тамбовская область	61459	32467	-	14599	46860	17868
Тульская область	63585	40086	-	31076	32509	9010
Всего по бассейну	9508246	8983792	332650	5374852	4133394	3608940

Отметим, что при выборе значения расчетной обеспеченности все компоненты ВХК региона дифференцируются в три группы: требующие бесперебойного снабжения водными ресурсами; допускающие отклонения

от нормального водопотребления; имеющие резервы или стремящиеся к использованию избытков стока. Для первой группы компонентов значение показателя расчетной обеспеченности водопотребления (по числу бесперебойных лет) устанавливается в пределах 95–99%, для компонентов второй группы 85–90% и для третьей 75–80%.

Показатель расчетной обеспеченности по числу бесперебойных лет обладает существенным недостатком: он не регламентирует функционирование отдельных компонентов в перебойные периоды. Это обстоятельство привело к введению в водохозяйственную практику показателя обеспеченности сокращенной отдачи $p_j = P(x_j \geq \bar{x}_j)$ (где x_j – фактическое водопотребление j -го компонента, \bar{x}_j – нормируемая величина сниженного водопотребления), что позволяет регламентировать степень ограничения нормального водопотребления в дефицитные по водности годы.

Еще одна форма показателя расчетной обеспеченности водопотребления, которая на практике используется крайне редко – регулярность работы в стабильных условиях, задаваемая как $p_j = P(l_j \geq T_j)$, где l_j – длительность непрерывного периода работы без перебоев для j -го компонента; T_j – нормируемая длина бесперебойного периода.

При оценке результатов имитационного эксперимента допустимость каждого расчетного варианта определяется сравнением фактических (расчетных) значений показателя обеспеченности водными ресурсами с установленными (принятыми), причем сравнение проводится для каждого компонента ВХК по принятым для него нормативам обеспеченности.

ЛИТЕРАТУРА

- Матвеева Л.Г. (2012). Государственная компонента инновационного потенциала региональной промышленности // *Государственное и муниципальное управление (Ученые записки СКАГС)*, № 2, с. 32–38.
- Рожков В.А., Матвеева Л.Г., Чернова О.А. (2014). Роль функций государства в развитии электроэнергетики как стимулирующей инфраструктуры // *Энергетическая политика*, вып. 4, с. 22–30.

REFERENCES

- Matveeva L.G. (2012). State component of innovative capacity of the regional industry. *Public and municipal administration (Scientific notes of SKAGS)*, no. 2, pp. 32–38. (In Russian.)
- Rozhkov V.A., Matveeva L.G., Chernova O. A. (2014). Role functions of the state in development of power industry as the stimulating infrastructure. *Power policy*, no. 4, pp. 22–30. (In Russian.)