

УДК 330.322:332.1(571.51):502/504
JEL E22, O21, P25, R11

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.2.221-240>

О. П. БУРМАТОВА^{1,2}

¹Институт экономики и организации промышленного производства
Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

²Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ), г. Новосибирск, Россия

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ В РАЙОНЕ НОВОГО ОСВОЕНИЯ

Бурматова Ольга Петровна кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; доцент кафедры применения математических методов в экономике, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Адрес: 630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 17, тел.: +7 (383) 330-05-36
E-mail: burmatova@ngs.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8377-9464>
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/I-8723-2018>

Цель: выработка предложений и демонстрация путей возможной трансформации инвестиционного проекта, реализуемого в Нижнем Приангарье, в федеральную целевую программу с позиций взаимодействия развития хозяйства территории и окружающей среды.

Методы: в ходе исследования применялись такие общенаучные методы, как системный подход, программно-целевой подход, логический и сравнительный анализ, экономико-математическое моделирование.

Результаты: одним из регионов нового хозяйственного освоения в современных условиях России является Нижнее Приангарье в Красноярском крае. Он характеризуется высокой привлекательностью для новых крупномасштабных инвестиций, включая уникальную ресурсную базу, наличие необходимой инфраструктуры для промышленности, что обуславливает необходимость стратегических разработок в области его освоения и дальнейшего развития. В статье проанализированы результаты реализации инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». Определено, что реализуемые в регионе проекты характеризуются рядом проблем, таких как сырьевая направленность развития территории, отсутствие увязки проектов с возможностями региона, отсутствие учета экологических факторов. Для решения выявленных проблем предлагается реализация на территории региона специальной региональной целевой программы комплексного развития территории. Показаны преимущества региональных программ для целей прогнозирования экологических последствий социально-экономического развития региона. Показан инструментальный эколого-экономического анализа последствий реализации хозяйственных решений в регионе. На основе разработанной модели дана оценка влияния на экологию различных экономических решений, в результате чего сформулированы рекомендации по развитию территории с учетом экологического фактора.

Научная новизна: проанализированы возможности и ограничения конкретного региона с точки зрения экологического императива (на примере Нижнего Приангарья Красноярского края), дана оценка с экологических позиций результатов и перспектив реализации на его территории крупного инвестиционного проекта, и высказаны рекомендации относительно перспектив развития Нижнего Приангарья с учетом экологических требований.

Практическая значимость: результаты проведенного исследования могут быть использованы в качестве методической базы и аналитических материалов для подготовки обоснований при принятии хозяйственных решений, связанных с воздействием на окружающую среду в пределах территорий интенсивного хозяйственного развития.

Ключевые слова: экономика и управление народным хозяйством; инвестиционный проект; экологические программы; природоохранные мероприятия; территория опережающего развития; природоохранная стратегия региона

Конфликт интересов: автором не заявлен.

Как цитировать статью: Бурматова О. П. Стратегические разработки в районе нового освоения // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. Т. 12, № 2. С. 221–240. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.2.221-240>

O. P. BURMATOVA^{1,2}

¹Institute for Economics and Industrial Production Organization of Siberia branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

STRATEGIC DEVELOPMENTS IN NEW SETTLEMENT REGIONS

Olga P. Burmatova, PhD (Economics), Associate Professor, Senior Researcher, Institute for Economics and Industrial Production Organization of Siberia branch of the Russian Academy of Sciences; Associate Professor of the Department of Applying Mathematical Methods to Economics, Novosibirsk National Research State University
Address: 17 Academician Lavrentyev prospect, 630090 Novosibirsk, tel.: +7 (383) 330-05-36
E-mail: burmatova@ngs.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8377-9464>
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/I-8723-2018>

Objective: to elaborate proposals and demonstrate ways for probable transformation of an investment project implemented in the Low-Angara region into a federal target program from the viewpoint of interaction of the territory economy and the environment development.

Methods: such general scientific methods were applied as systemic approach, logical and comparative analysis, economic-mathematical modeling.

Results: Low-Angara region in Krasnoyarsk krai is one of the regions of new economic development in the modern Russia. It is attractive for new large-scale investments, including a unique resource base, the availability of the necessary infrastructure for industry, which determines the necessity for strategic plans in the sphere of its further development. The article analyzes the results of implementation of the investment project “Complex development of the Low-Angara region”. It is determined that the projects implemented in the region are characterized by a number of problems, such as the orientation of the territory towards raw materials production, lack of the projects’ correlation with the capabilities of the region, lack of the accounting of environmental factors. To solve the revealed problems, it is proposed to implement a special regional target program of the complex development of the region. The advantages of regional programs are shown for predicting the environmental consequences of the social-economic development of the region. The tools are presented for environmental-economic analysis of the consequences economic decisions in the region. Based on the elaborated model, the influence of various economic solutions on the environment is shown, which allowed formulating recommendations for the territory development taking the environmental factor into account.

Scientific novelty: the possibilities and limitations of the particular region are analyzed from the viewpoint of environmental imperative (by the example of Low-Angara region in Krasnoyarsk krai), the results and prospects are estimated of a large-scale investment project implementation on its territory; recommendations are given concerning the prospects of the Low-Angara region development taking the environmental requirements into account.

Practical significance: the research results can be used as a methodological basis and analytical materials for substantiating the economic decisions related to influencing the environment within the territories of intense economic development.

Keywords: Economics and management of national economy; Investment project; Environmental programs; Nature-protection measures; Territory of advanced development; Nature-protection strategy of the region

Conflict of Interest: No conflict of interest is declared by the author.

For citation: Burmatova O. P. Strategic developments in new settlement regions, *Actual Problems of Economics and Law*, 2018, vol. 12, No. 2, pp. 221–240 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.2.221-240>

Введение

Регион Нижнего Приангарья в Красноярском крае¹ может служить типичным примером территории опережающего развития с повышенной инвестиционной активностью. Для него разработаны и реализуются два стратегических инвестиционных проекта: «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» (2006–2020 гг.) и «Ангаро-Енисейский кластер» (2012–2021 гг.)². Это свидетельствует о том, что регион обладает значительным экономическим потенциалом для саморазвития и привлечения новых крупных инвестиций и рассматривается как объект особого внимания со стороны государства и бизнеса в качестве новой территории для реализации крупномасштабных проектов развития хозяйства. К настоящему времени в результате осуществления инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» (далее – ИП «КРНП») созданы точки роста и сформированы предпосылки для последующего интенсивного хозяйственного освоения региона.

Инвестиционная привлекательность рассматриваемого региона обусловлена прежде всего наличием на его территории мощного ресурсного потенциала, основные компоненты которого (растительные, минерально-сырьевые и топливно-энергетические ресурсы) нередко уникальны по качеству и масштабам. Немаловажное значение имеет также сданная в эксплуатацию в 2012 г. Богучанская ГЭС и созданный

в регионе определенный инфраструктурный задел (прежде всего в виде транспортной и энергетической инфраструктуры, включая дороги, мосты, ЛЭП и т. д.), что, несомненно, является достоинством начального этапа освоения территории.

В настоящее время ИП «КРНП» находится в определенной мере на пике своей реализации, не за горами завершение данного этапа, положившего начало созданию точек роста и формированию предпосылок для последующего интенсивного хозяйственного освоения территории. На очереди – переход к следующему этапу прогнозирования развития региона, и естественно желание подвести некоторые предварительные итоги и заглянуть в будущее.

Результаты исследования

1. Экологические пробелы инвестиционных проектов по Нижнему Приангарью

Рассматривая Нижнее Приангарье через призму реализуемого проекта по комплексному развитию, следует отметить, что в нем не уделено должного внимания собственно комплексному развитию территории, которое остается, к сожалению, только в названии проекта. Действительно, во-первых, регион получает развитие преимущественно по сырьевому сценарию без увязки формирования и функционирования базовых отраслей его хозяйства, прежде всего, с социальной сферой и окружающей средой. Учитывая специфику региона, заметим, что его развитие преимущественно по сырьевому сценарию вполне оправданно. Очевидно, что сырьевой характер первоначального освоения данной территории – это неизбежность, а производства минерально-сырьевого комплекса и первичного передела будут базовыми отраслями на его территории. В то же время функционирование данных производств связано, как правило, с высоким экологическим риском и их создание и эксплуатация будут сопровождаться ростом негативного воздействия на окружающую среду, что делает особенно актуальной проблему прогнозирования и учета экологических последствий хозяйственной деятельности в регионе.

Во-вторых, пространственное развитие территории в рамках ИП «КРНП» ограничивается всего двумя промузлами – Богучанским и Кодинским, и вести речь о сбалансированном территориальном развитии всего региона не приходится. При этом на первом этапе реа-

¹ Нижнее Приангарье обычно понимается как регион, расположенный в бассейне нижнего течения Ангары и среднего участка Енисея и охватывающий территорию пяти районов в пределах Красноярского края (Богучанского, Кежемского, Мотыгинского, Енисейского, Северо-Енисейского).

² Инвестиционный проект «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». URL: http://www.sibarea.ru/investment/investment_projects/id/5/ (дата обращения: 30.01.2018); Распоряжение Правительства РФ от 30.11.2006 № 1708-р (в ред. от 17.03.2010). URL: <http://www.referent.ru/1/152710> (дата обращения: 30.01.2018); В Красноярском крае разработан инвестиционный проект «Ангаро-Енисейский кластер» стоимостью 272 млрд рублей. URL: <http://gnkk.ru/news/in-the-krasnoyarsk-region-developed-an-investment-project-angara-yenisei-cluster-value-272-billion-r.html> (дата обращения: 30.01.2018); Ангаро-Енисейский кластер для китайских болванчиков? URL: <http://npriangarie.ru/2012/1196/> (дата обращения: 30.01.2018); Кричевский Н. Чем стало государственно-частное партнерство в России. URL: <http://www.mk.ru/economics/article/2009/11/10/382824-chem-stalo-gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo-v-rossii.html> (дата обращения: 30.01.2018).

лизации проекта почти все вновь создаваемые объекты концентрируются в районе Богучан. Далее, до 2020 г. появляются отдельные производственные элементы в Кодинске и Мотыгино. В более отдаленной перспективе, главным образом в связи с освоением ресурсов нефти и газа в районе Южной Эвенкии и Северо-Енисейского района, может быть добавлен ряд объектов на территории Кодинского (Тагарский железорудный горно-обогатительный комбинат и цементный завод) и Богучанского (заводы по газопереработке и газохимии) ареалов, а также отдельные объекты инфраструктуры. В рамках Ангаро-Енисейского кластера предполагается строительство Нижнебогучанской ГЭС (бывшей Нижнеангарской) мощностью 1082 МВт, лесоперерабатывающего комплекса в поселке Верхнепашино Енисейского района, листопрокатный комплекс. Также получают развитие Благодатное и Удережское месторождения золота, Тальское месторождение магнетита, Ведугинское месторождение рудного золота, месторождения Нойбинской золоторудной площади. Создание новых производств потребует строительства новых автомобильных дорог, моста через Енисей и электрических сетей. Другими словами, второй этап развития Нижнего Приангарья основными объектами (кроме нескольких) выходит в основном за пределы собственно самого региона. Непосредственно в Нижнем Приангарье продолжится строительство транспортной и энергетической инфраструктуры, золотодобывающих рудников, ряда горно-обогатительных комбинатов и газоперерабатывающих заводов³.

В целом опыт освоения Нижнего Приангарья свидетельствует о том, что реализуемые здесь начиная с 2006 г. проекты⁴ характеризуются (при всех их плю-

сах) целым рядом слабых моментов, которые, по нашему мнению, при желании еще не поздно исправить.

С позиций учета экологических требований и комплексного развития территории названные инвестиционные проекты обладают рядом следующих недостатков:

1) не имеют необходимого эколого-экономического обоснования;

2) слабо ориентированы на реализацию комплексного подхода к освоению территории с учетом взаимосвязей экономической (в лице базовых отраслей хозяйства), социальной и экологической сфер;

3) сохраняют исключительно сырьевую направленность развития рассматриваемой территории. При этом делается, в частности, ставка на строительство новых крупных алюминиевых заводов, производящих алюминиевые чушки, предназначенные на экспорт. Важно, на наш взгляд, учитывать, что подобная специализация алюминиевого производства продолжает сложившуюся в отрасли традицию производства преимущественно полуфабрикатов и является не только способом использования экологических ресурсов региона зарубежными потребителями, но и по существу способствует вытеснению с внутреннего рынка высокотехнологичной продукции отраслей, использующих алюминиевые продукты с высокой добавленной стоимостью (включая продукцию машиностроения и металлообработки, электротехники, энергетики, строительства, транспорта и др.);

4) демонстрируют отсутствие увязки реализуемых инвестиционных проектов с финансовыми интересами и возможностями территории, прежде всего в социальной и экологической сферах;

5) не предусматривают сбалансированного пространственного развития, приводя к чрезмерной концентрации крупных производств в отдельных промышленных узлах региона и, соответственно, к возможному росту в их пределах нагрузки на окружающую среду и ухудшению экологической ситуации;

6) повторяют многие негативные тенденции, характерные для строительства гидроэлектростанций на реках Ангаре и Енисее (в частности, можно отметить, неполное и некачественное сведение леса в зоне водохранилища Богучанской ГЭС; неудовлетворительное решение проблемы переселения людей из зоны затопления вызвало недовольство местных жителей; негативное влияние гидроузла на водные

³ Ангаро-Енисейский кластер. URL: <http://my.krskstate.ru/docs/innova/angaro-eniseyskiy-klaster/> (дата обращения: 30.01.2018); Ангаро-Енисейский кластер – приоритетный инвестиционный проект Красноярского края. URL: <http://www.krasfair.ru/news/arhiv/angaro-enisejskij-klaster-prioritetnyj-investicionnyj-proekt-krasnoyarskogo-kрая-213153333/> (дата обращения: 30.01.2018); Паспорт инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». URL: <http://www.krdc.ru/> (дата обращения: 30.01.2018).

⁴ Включая названные инвестиционные проекты «Комплексное развитие Нижнего Приангарья». URL: http://www.sibarea.ru/investment/investment_projects/id/5/ (дата обращения: 30.01.2018); «Ангаро-Енисейский кластер». URL: <http://gnkk.ru/news/in-the-krasnoyarsk-region-developed-an-investment-project-angara-yenisei-cluster-value-272-billion-r.html> (дата обращения: 30.01.2018).

биологические ресурсы верхнего и нижнего бьефа Богучанской ГЭС; утилизацию скотомогильников с нарушением установленных правил и т. д.);

7) не создают стимулов для развития малого и среднего бизнеса и условий для повышения качества жизни местного населения, что представляется огромным минусом с точки зрения перспектив возможного улучшения условий жизни людей.

К сожалению, ни один из предложенных для промышленного освоения и развития Нижнего Приангарья инвестиционных проектов не содержит программ по охране окружающей среды. Кроме того, ИП «КРНП» в принятом виде продолжает традицию экспортно-сырьевого развития страны. Ситуация с освоением Нижнего Приангарья наглядно демонстрирует несоответствие реализуемого проекта стратегическим задачам, обозначенным в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. и Стратегии социально-экономического развития Сибири до 2020 г., прежде всего в части соблюдения требований охраны окружающей среды и выстраивания новой модели взаимодействия экономики и природной среды в интересах достижения устойчивого развития. Речь в данном случае идет не только о добыче полезных ископаемых, но и о их переработке путем создания высокотехнологичных и экологически безопасных предприятий, формирования верхних этажей энергопроизводственных циклов, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной конечной продукции. При этом размещение подобных производств может быть не только в Нижнем Приангарье, но и в других регионах Красноярского края и страны в целом.

2. Возможности трансформации инвестиционного проекта в федеральную целевую программу

Освоение Нижнего Приангарья, безусловно, требует комплексного подхода к прогнозированию формирования его хозяйства, обеспечивающего единство его природного, экологического и человеческого потенциалов, т. е. одновременное повышение технического уровня производства, здоровья людей и сохранение должного качества природной среды. Это будет во многом определять развитие данной территории в долгосрочной перспективе, и прежде всего даст определенность относительно того, останется ли такое развитие преимущественно сырьевым

или акценты будут делаться на комплексном развитии территории и диверсификации хозяйства в целом, создавая предпосылки для долгосрочного устойчивого развития. С рассмотренных позиций Нижнеангарский регион как территория с повышенной инвестиционной активностью мог бы стать модельным регионом по отработке подхода к освоению и развитию, основанного на инновационных принципах хозяйствования при прогнозировании и анализе эколого-экономических последствий реализации крупных инвестиционных проектов.

Одним из путей решения данной проблемы могла бы стать разработка и реализация в Нижнем Приангарье специальной федеральной целевой программы как инструмента стратегического планирования, которая должна, во-первых, базироваться на таких стратегических документах, как Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г. и Стратегия социально-экономического развития Сибири до 2020 г., и, во-вторых, включать раздел по охране окружающей среды. Это, в свою очередь, потребует разработки соответствующего законодательства и его неукоснительного соблюдения; создания специального органа управления; поддержки со стороны региональных и местных властей. Таким образом, региональная программа могла бы стать инструментом стратегического планирования, увязывающим интересы страны и Красноярского края.

Государственные целевые программы являются одним из основных инструментов государственного регулирования организации производства в районах нового хозяйственного освоения, и прежде всего территорий опережающего развития [1, 2]. На наш взгляд, ИП «КРНП», трансформированный в региональную программу, мог бы хорошо вписаться в методологию и структуру сложившейся в РФ системы государственного стратегического планирования и управления. С позиций интересов и страны, и субъектов РФ (в данном случае Красноярского края) региональные программы признаются в качестве основного (связующего эти интересы) инструмента стратегического планирования и идея трансформации инвестиционного проекта «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» в государственную региональную программу имеет под собой основания. Это не противоречит и существующему порядку финансирования регио-

нальных проектов из Фонда регионального развития в составе федерального бюджета.

Возможны, по крайней мере, два пути трансформации инвестиционного проекта в программу:

- 1) его корректировка в рамках Стратегии социально-экономического развития Красноярского края;
- 2) инициирование разработки отдельной целевой программы со статусом федеральной.

В любом случае представляется, что программа по Нижнему Приангарью должна состоять из двух взаимосвязанных основных блоков, охватывающих и инвестиционные проекты (то, что мы имеем сейчас), и формулировку целей, задач, и выбор приоритетов социально-экономического развития региона на долгосрочную перспективу, в том числе в экологической и социальной сферах (то, что настоятельно требует дополнения).

Региональные программы позволяют ставить проблемы более широко, чем инвестиционный проект, охватывая координату создания и функционирования всех хозяйствующих субъектов на территории, поиск подходов к выстраиванию инновационной модели эколого-экономического развития; мероприятия структурной экономической политики с учетом постоянной адаптации к требованиям научно-технического прогресса; формирование инфраструктуры федерального и местного значения; соблюдение экологического регламента и требований воспроизводства природных ресурсов; создание экологически комфортной среды для проживания населения на конкретной территории и др.

Все эти моменты в инвестиционном проекте, как правило, отсутствуют. При этом надо иметь в виду, что существующая практика разработки и реализации региональных программ социально-экономического развития в РФ еще далека от идеала, имеет ряд недостатков методологического, управленческого, организационного и прочего характера, которые часто не позволяют рационально использовать финансовые, ресурсные и организационные возможности региона, не создают стимулов для привлечения новых инвестиций, а также не учитывают социальные и экологические последствия реализации мероприятий программ [1, 3].

В соответствии с существующим российским законодательством об инвестиционной деятельности по отношению к инвестиционным проектам (в отличие

от федеральных целевых программ) не предъявляются законодательные требования обязательного проведения процедуры государственной экологической экспертизы и наличия в обосновании проекта раздела, предусматривающего оценку воздействия на окружающую среду. Это означает, что инвестиционные проекты фактически выведены из-под действия природоохранного законодательства и освобождены от экологического контроля.

Зарубежный опыт разработки и реализации региональных программ [3–10] свидетельствует о том, что возможности и преимущества региональных программ в структуре стратегий развития обусловлены их целевым назначением и основными особенностями, состоящими, во-первых, в увязке с помощью программ общенациональных и региональных целей развития (тем самым программы могут рассматриваться как форма согласования интересов страны и регионов); во-вторых, в их перспективности и индикативности; в-третьих, в инициировании государством; в-четвертых, в обязательном учете экологических аспектов социально-экономического развития. При этом разработка и реализация региональных программ за рубежом базируются на организации эффективного сотрудничества между государственными структурами и местными властями; согласовании интересов различных участников на территории региона; обеспечении контроля со стороны государственных органов за деятельностью местных властей в осуществлении программ.

Эффективность реализации региональных программ, как показывает зарубежный опыт, зависит от ряда важных условий. Это, во-первых, установление определенного порядка финансирования программ, четкое определение источников средств и направлений их использования, а также обязательный контроль за их расходованием. Во-вторых, организация управления реализацией программ с созданием специального органа управления, наделенного необходимыми правами и обязанностями. В-третьих, обязательным условием является наличие правового обеспечения мероприятий программ, придание им соответствующего правового статуса и отлаженный контроль за неукоснительным соблюдением законов.

В конечном итоге, как бы хороша ни была предлагаемая программа, ее реальная эффективность зависит от двух условий: механизма реализации и финанси-

рования. Особо хотелось бы подчеркнуть, что результативная деятельность органов управления в любой стране или регионе при реализации региональных программ начинается и эффективно осуществляется только при условиях разработки соответствующего законодательства и его неукоснительного соблюдения и создания специального органа управления. Наконец, осуществление мероприятий проектов и программ требует всесторонней поддержки со стороны региональных и местных органов власти, включая законодательные и налоговые инструменты и инициативы, софинансирование и другие меры. Большое внимание уделяется также привлечению частных инвесторов, для чего вводятся различные кредитные, налоговые, амортизационные и другие льготы и стимулы, а также вовлечению общественности в процесс принятия решений.

Все сказанное особенно актуально для Нижнего Приангарья. Как в предыдущих разработках [11], так и в настоящих инвестиционных проектах за рамками интересов основных инвесторов остаются многие характерные для данного региона экологические проблемы – прежде всего проблемы, связанные со строительством и функционированием крупных гидроузлов с водохранилищами, нанесением ущерба окружающей среде и необходимостью его предотвращения и компенсации, совместным размещением в одном месте крупномасштабных экологически опасных производств и требованием минимизации их возможного негативного воздействия на окружающую среду и др.

3. Некоторые результаты практических расчетов по формированию сценариев взаимодействия хозяйства и окружающей среды

Одним из инструментов управления природоохранной деятельностью в регионе, соответствующим идеологии разработки региональных экологических программ, может быть предложенный в Институте экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук экономико-математический аппарат по стратегическим эколого-экономическим исследованиям [12–17], который предназначен для комплексного эколого-экономического анализа последствий реализации хозяйственных решений в регионе (рис. 1). Использование предложенного аппарата позволяет

прогнозировать экологические последствия формирования региональных хозяйственных систем и, в частности, ставить и решать такие задачи, как определение уровня загрязнения атмосферного воздуха и водоемов в зависимости от предполагаемых направлений и масштабов производства в том или ином регионе, установление экологически допустимых масштабов территориальной концентрации производства, выбор варианта системы природоохранных мероприятий в условиях заданных экономических, социальных и экологических ограничений, определение суммарной величины экономического ущерба, причиняемого природной среде в результате антропогенной деятельности и др.

Прогнозирование экологических последствий намечаемой хозяйственной деятельности в регионе с использованием предложенного модельного аппарата позволяет, в частности, осуществлять оптимизацию природоохранных мероприятий, обеспечивающих соблюдение экологических требований на территории региона. Данные мероприятия, в свою очередь, могут служить основой для разработки программ по охране окружающей среды в регионе. Основной интерес имели следующие направления исследований:

- 1) анализ современной экологической ситуации в Нижнем Приангарье;
- 2) прогноз возможных изменений в состоянии окружающей среды и риска возникновения экологического неблагополучия;
- 3) оценка последствий воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду и выработка предложений по составу природоохранных мероприятий.

Предложенные оптимизационные модели хорошо вписываются в требования стратегий и программ, поскольку содержат в себе формулирование цели (критерий оптимальности), постановку задач (условия модели), формирование системы природоохранных мероприятий (объекты, варианты и т. д.). Одним из элементов предложенной нами группы моделей является оптимизационная модель выбора варианта хозяйственных решений с учетом их экологических последствий [20, с. 263–296], предназначенная для выявления влияния включаемых в рассмотрение факторов и условий на выбор экологически допустимых хозяйственных решений с учетом возможных негативных последствий от сооружения производственных объектов различных

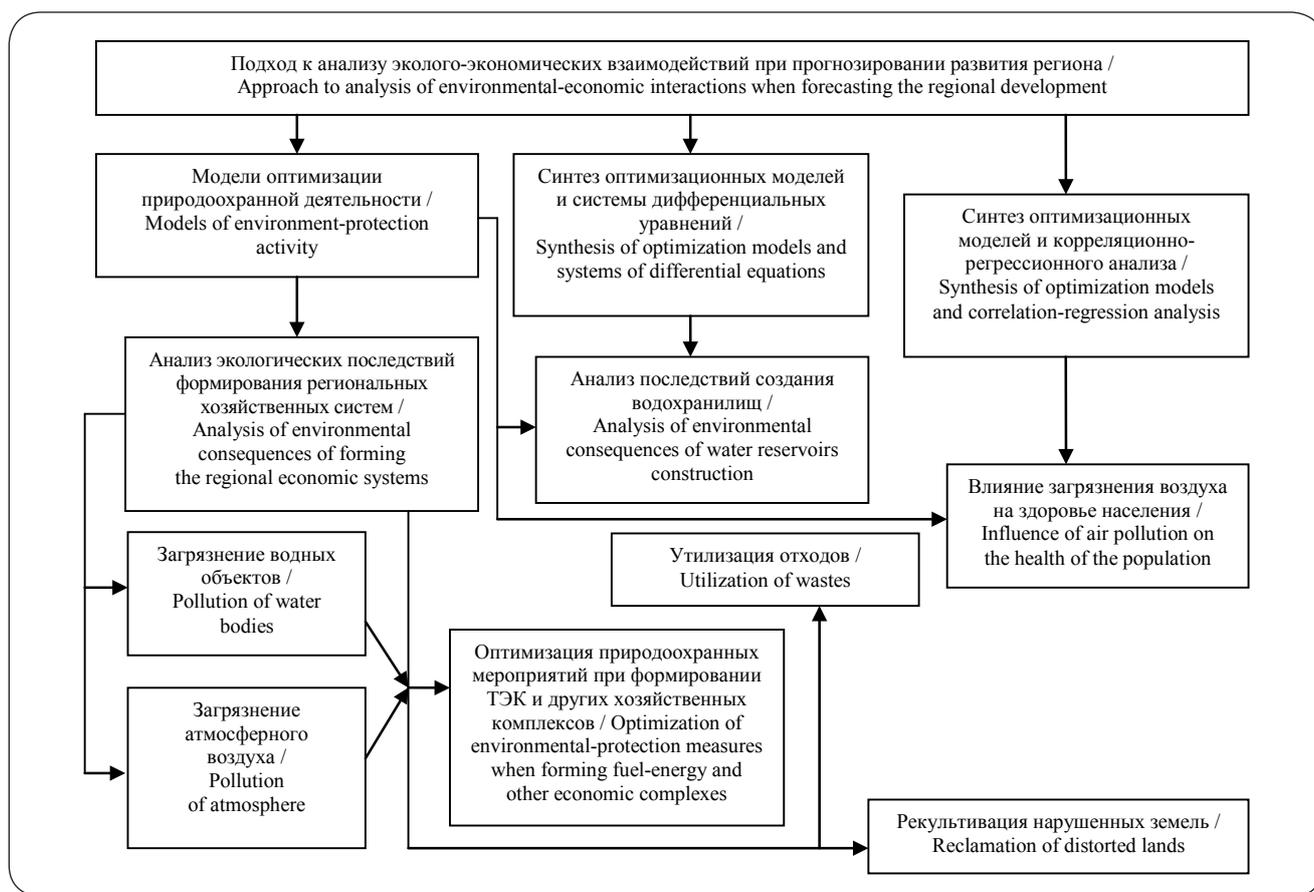


Рис. 1. Инструментарий анализа эколого-экономических взаимодействий в регионе и основные решаемые проблемы*

* Источник: составлено автором с использованием [12, 13, 15, 18, 19].

Fig. 1. Tools for analyzing the environmental-economic interactions in the region and main problems solved*

* Source: compiled by the author based on [12, 13, 15, 18, 19].

отраслей экономики региона. Упрощенная блок-схема модели представлена в табл. 1⁵.

Для краткости блок-схема модели отражает условия, соответствующие одному ареалу и одному периоду времени. В табл. 2 приведен фрагмент матрицы рассмотренной модели с учетом блока условий по охране водного и воздушного бассейнов для двух периодов времени с отражением условий накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и поверхностных водоисточниках, а также условий

переноса загрязнений по реке между соседними ареалами с учетом их разложения и условий рассеивания веществ в атмосфере.

В табл. 3 даны обозначения приведенного фрагмента модели и их интерпретация.

В результате решения задач на материалах Нижнеангарского региона с использованием охарактеризованной модели⁶ были проведены исследования по прогнозированию уровня загрязнения воздушной

⁵ В блок-схеме перечислены основные условия модели и рассматриваемые объекты исследования, представлен характер ограничений и коэффициентов целевой функции, показаны ненулевые элементы матрицы связей.

⁶ Для проведения расчетов был использован пакет «ЛП-Система», который позволяет решать оптимизационные задачи линейного программирования с помощью модифицированного симплекс-метода. Общая размерность задачи: 2 039 уравнений и 4 675 переменных.

Таблица 1

Упрощенный вариант блок-схемы модели выбора варианта хозяйственных решений с учетом их экологических последствий*

Table 1. Simplified scheme of the model for choosing an option of economic decision raking into account their environmental consequences*

Условия / Conditions	Объекты / Venues						Загрязнение / Pollution				Нормирующие показатели по загрязнению / Normative values of pollution		Экономический ущерб от загрязнения / Economic loss due to pollution		Потери для / Losses for				Знак условия / Sign of the condition	Ограничения / Limitations		
	Предприятия / Enterprises			Гидроэлектростанции / Hydroelectro-stations			водоемов / of water bodies		атмосферы / of atmosphere						Плата за загрязнение / charge for pollution	сельского хозяйства / agriculture	рыбного хозяйства / fishery	лесного хозяйства / forestry			населения / population	
	1		2		J		Общие / General	Сверхнормативное / Above the norm	Общие / General	Сверхнормативное / Above the norm												
	Варианты / Options		Варианты / Options		Варианты / Options																	
	1	2	1	2	1	2	Общие / General	Сверхнормативное / Above the norm	Общие / General	Сверхнормативное / Above the norm	водоемов / of water bodies	атмосферы / of atmosphere	водоемов / of water bodies	атмосферы / of atmosphere								
Выбор одного варианта технологии / Choosing one option of technology																				∧		
Задание на выпуск продукции / Task for production																					=	
Ограничения на лимит капиталовложений / Limitations of capital investment																					∧	
Формирование уровня загрязнения / Formation of the pollution level	водоемов / of water bodies																				=	
	атмосферы / of atmosphere																				=	0
Сверхнормативный выход загрязнений / Above-norm exhausts	в водную среду / into water bodies																				∧	0
	в атмосферу / into atmosphere																					∧
Формирование экономического ущерба от загрязнения / Forming the economic loss due to pollution	водоемов / of water bodies																				=	0
	атмосферы / of atmosphere																				=	0
Формирование платы за сверхнормативный выход загрязнений / Forming the charge for above-norm exhausts																					=	0
Формирование связанных с гидроэнергостроительством потерь для / Formation of losses due to hydroelectrostations' construction for	сельского хозяйства / agriculture																				=	0
	рыбного хозяйства / fishery																				=	0
	лесного хозяйства / forestry																				=	0
	населения / population																				=	0
Функционал / Functional																				→ min		

Примечание: выделены блоки, содержащие ненулевые элементы.

Note: the blocks with non-zero values are shaded.

* Источник: составлено автором [12].

* Source: compiled by the author [12].

Таблица 3

Обозначения модели и их интерпретация (пояснения к табл. 2)*
Table 3. The model symbols and their interpretation (explanations to Table 2)*

Обозначения / Symbols	Содержание обозначений / Content of symbols
ΔP_{qk}^t	Объем сброса со сточными водами в пределах допустимых норм вещества q в водную среду ареала (или промузла) k в период времени t / Volume of exhausts of substance q with waste waters within the permissible norms into the water basins of the area (industrial node) k within the time t
ΔP_{qk}^t	Объем сброса со сточными водами сверх допустимых норм вещества q в водную среду ареала k в период t / Volume of exhausts of substance q with waste waters above the accepted norms into the water basins of the area k within the time t
$\Phi_{qk}^{t(t-1)}$	Величина накопления к моменту t загрязнения вида q , поступившего в водную среду ареала k в период времени $t-1$ / Volume of accumulation by the moment t of pollution q exhausted into the water basins of the area k within the time $t-1$
β_{qk}	Коэффициент естественного разложения загрязнения вида q в водной среде ареала k в течение года; τ_t – продолжительность периода t / Coefficient of natural decomposition of substance q in the aquatic environment of area k during a year; τ_t – duration of period t
$\Phi_{qk'k}^t (\Phi_{qkk'}^t)$	Объем поступления (выноса) загрязнения вида q в ареал k (из ареала k) из ареала k'' (в k'') в результате естественного переноса веществ / Volume of yield (withdrawal) of pollution q from area k into area k'
$\alpha_{qk'k} (\alpha_{qkk'})$	Степень разложения вещества q в результате транзита на участке реки от ареала k' до k (от k до k'') / Degree of decomposition of substance q as a result of transit within the area from k'' to k (from k to k'')
$x_{jk} (x_{jk}^t)$	Интенсивность варианта функционирования объекта j в ареале k (мощность объекта j в ареале k на конец периода t) / Intensity of the option of functioning of venue j in the area k (capacity of venue j in the area k by the end of period t)
E_q	Объем выхода загрязнения вида q с бытовыми сточными водами / Volume of exhausts of pollution q with communal sewage
Z_k^t	Численность населения в ареале k на конец периода t / Number of population in the area k by the end of period t
$E_{qj}^t (E_{qj})$	Объем загрязнения вида q , сбрасываемого в водоемы с промышленными (бытовыми) сточными водами, образующихся на объектах j на конец периода t / Volume of exhausts of pollution q exhausted with industrial (communal) sewage from the venues j by the end of period t
$G_g (G_q^l)$	Предельно допустимая концентрация вещества g в атмосфере (q – в воде, относящегося к лимитирующему признаку вредности l) / Maximal permissible concentration of substance g in the air (q – in the water, referred to the limiting harmful index l)
K^l	Число вредных веществ, относящихся к одному ЛПВ l / Number of dangerous substances referring to one limiting harmful index l
R_k^t	Расход воды в источнике на участке k в период t / Water expenditure in the area k in the period t
d_j^t, d_j, d	Объем изъятия стока для целей безвозвратного водопотребления и разбавления сточных вод объектов j и для хозяйственно-питьевого водоснабжения и разбавления бытовых сточных вод / Volume of water taking for consumption and solution of sewage of venues j and for communal consumption and sewage solution
Y_{gk}^t	Уровень загрязнения атмосферы ареала k веществом g в период времени t / Level of atmospheric pollution by substance g in the area k in the period t
γ_{gk}	Коэффициент, характеризующий рассеивание вещества g в атмосфере ареала k / Coefficient of dispersion of substance g in the atmosphere of area k
U_k^t	Величина суммарного ущерба от загрязнения водной среды в ареале k на конец периода t / Volume of total loss due to pollution of aquatic environment in the area k by the end of period t
δ^t	Коэффициент дисконтирования / Discount coefficient
u_{qk}	Показатели удельных экономических ущербов от загрязнения водоемов веществом q в ареале k / Values of weight economic losses from pollution of aquatic environment by substance q in the area k

* Источник: составлено автором [19].

* Source: compiled by the author [19].

и водной среды в зависимости от предполагаемых направлений и масштабов развития хозяйства в том или ином промышленном узле и регионе в целом, формированию производственной и пространственной структуры хозяйства исследуемой территории с учетом минимизации экологического ущерба от экономической деятельности, распространению за-

грязняющих веществ в атмосферном воздухе и водной среде, а также осуществлена серия вариантных расчетов, позволивших определить возможные сценарии взаимодействия хозяйства и окружающей среды для более обоснованного принятия решений при формировании экологической стратегии развития территории [13; 14, с. 270–282; 18–20].

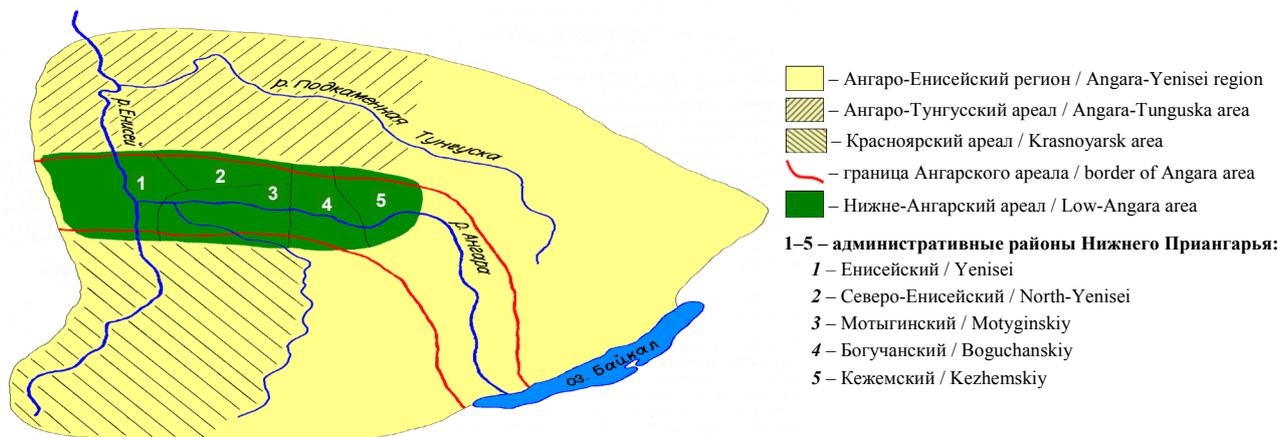


Рис. 2. Ареалы исследования*

* Источник: [19].

Fig. 2. Research areas*

* Source: [19].

Таблица 4

Состав рассматриваемых в Нижнем Приангарье производственных объектов и варианты их возможного размещения по ареалам (промышленным узлам) региона*
Table 4. The industrial venues studied in the Low Angara region and options of their location in the areas (industrial nodes) of he region*

Объекты / Venues	Ареалы (промузлы) / Areas (industrial nodes)				
	Кодинский / Kodinskiy	Богучанский / Boguchanskiy	Мотыгинский / Motyginiski	Лесосибирский / Lesosibirskiy	Абалаковский / Abalakovskiy
Целлюлозно-бумажный комбинат (далее – ЦБК) / Pulp and paper plant (further – PPP): ЦБК 1 / PPP 1 ЦБК 2 / PPP 2 ЦБК 3 / PPP 3 ЦБК 4 / PPP 4	x	x	x	x x	x x
Гидролизно-дрожжевой завод (далее – ГДЗ) / Hydrolytic-yeast plant (further – НУР): ГДЗ 1 / НУР 1 ГДЗ 2 / НУР 2	x			x	
Лесоперерабатывающий комбинат (далее – ЛДК) / Timber-processing plant (further – ТРР): ЛДК 1 / ТРР 1 ЛДК 2 / ТРР 2 ЛДК 3 / ТРР 3 ЛДК 4 / ТРР 4	x	x		x x	
Тагарский ГОК (железорудный) / Tagarskiy mining and processing plant (iron ore)	x				
Горевский ГОК (свинцово-цинковый) / Gorevskiy mining and processing plant (lead and zinc)			x		
Ферросплавный завод (далее – ФРЗ) / Ferroalloy plant (further – FAP)	x	x		x	x
Свинцово-цинковый завод (далее – СЦЗ) / Lead and Zinc plant (further – LZP)	x	x	x		x

Окончание табл. 4

Объекты / Venues	Ареалы (промузлы) / Areas (industrial nodes)				
	Кодинский / Kodinskiy	Богучанский / Boguchanskiy	Мотыгинский / Motyginiski	Лесосибирский / Lesosibirskiy	Абалаковский / Abalakovskiy
Глиноземный завод (далее – ГЛЗ) / Aluminous plant (further – AsP)		x	x		
Алюминиевый завод (далее – АЛЗ) / Aluminium plant (further – AP)	x	x			
Медно-химический завод (далее – МХЗ) / Copper chemical plant (further – CCP)	x	x			
Нефтехимический комбинат (далее – НХК) / Petrochemical plant (further – PCP)	x	x		x	x
Завод по производству искусственного жидкого топлива (далее – ИЖТ) / Artificial liquid fuel plant (further – ALFP)		x			x

* Источник: [20, с. 263–296].

* Source: [20, pp. 263–296].

Остановимся коротко на некоторых результатах практических расчетов, выполненных с учетом детального представления проблем загрязнения водных объектов Нижнего Приангарья.

Постановкой соответствующей задачи предусматривалось формирование пяти промышленных узлов на территории региона, включая Кодинский, Богучанский и Мотыгинский – на Ангаре, Абалаковский и Лесосибирский – на Енисее (рис. 2). Промышленную основу экономики региона представляли около двадцати объектов (табл. 4). Среди загрязнений, содержащихся в образующихся стоках, отводимых в водные источники, рассматривались взвешенные вещества, фенолы, хлориды, нефтепродукты и полное биохимическое потребление кислорода (далее – БПКп). Прогнозный период охватывал три временных этапа по пять лет каждый (с 2012 по 2027 гг.).

Используемые для расчетов данные взяты в основном из технико-экономических обоснований прогнозируемых объектов, паспортов предприятий, Схемы комплексного использования и охраны водных объектов по бассейну реки Ангары [21], различных справочников по охране окружающей среды, а также на сайтах компаний, предприятия которых предполагаются к размещению или создаются в исследуемом регионе⁷. Информация по выбросам и сбросам загрязняющих веществ (кроме названных источников) была

также частично взята из разработанных в рамках ЕС справочников по наилучшим доступным технологиям (далее – НДТ)⁸, а также справочников НДТ, утвержденных Росстандартом в РФ⁹.

В процессе прикладных исследований была выполнена серия вариантных расчетов, которые предусматривали постепенное ужесточение экологических требований в регионе – от варианта без учета условий по охране водных объектов с последовательным включением групп или отдельных условий, описывающих возможные ситуации взаимодействия хозяйства и окружающей среды на конкретной территории, включая:

1) блок условий по охране водных объектов от загрязнения, учитывающий:

– формирование балансов загрязнения водоемов;

⁸ В рамках Европейского союза разработаны отраслевые справочники по наилучшим доступным технологиям (BAT Reference Documents (BREFs)). Разработка справочников осуществляется Европейским бюро по комплексному контролю и предотвращению загрязнений при Институте перспективных технологических исследований (г. Севилья, Испания). Все справочники находятся в открытом доступе на сайте Бюро по адресу: <http://eippcb.jrc.es/reference/>; Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry. URL: http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/ippc_brefs/library (дата обращения: 30.01.2018).

⁹ В России к 2018 г. опубликован 51 справочник НДТ, с которыми можно ознакомиться на официальном сайте Росстандарта в открытом доступе, в разделе «Справочники НДТ». URL: https://news.rambler.ru/other/38863713/?utm_content=news&utm_medium=read_more&utm_source=copylink; https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT/sprav_NDT_2017 (дата обращения: 30.01.2018). Ознакомиться с текстами справочников можно также на сайте Бюро НДТ (Росстандарт). URL: <http://burondt.ru/informacziya/dokumenty/> (дата обращения: 30.01.2018).

⁷ РУСАЛ. URL: www.rusal.ru/; Русгидро. URL: <http://www.rushydro.ru/>; Ангара Пейпа. URL: <http://www.wood.ru/ru/lonewsid-56044.html>, <http://www.wood.ru/ru/lonewsid-48911.html> и др. (дата обращения: 30.01.2018).

- естественный перенос загрязнений по воде между соседними ареалами;
- ограничения на сброс загрязняющих веществ в поверхностные;
- водоисточники с учетом фонового загрязнения, требуемой степени разбавления отводимых в поверхностные водоемы очищенных сточных вод, эффекта аддитивности и синергизма загрязняющих веществ;
- выбор вариантов технологий производства рассматриваемых объектов;

- выполнение задания на выпуск продукции экологически значимыми предприятиями в зависимости от их мощности;
- накопления загрязнения во времени с учетом фонового уровня);
- 2) требования неухудшения экологической ситуации в каждом ареале с течением времени;
- 3) условия, учитывающие:
 - убывающую динамику показателей расхода воды в источниках, расположенных на реке Ангаре;

Таблица 5

Характеристика результатов вариантных расчетов*
Table 5. Characteristics of the results of option calculations *

Условия модели / Model conditions	Показатели, подверженные варьированию / Indicators subjects to variation	Полученный результат / Result obtained
1. Формирование балансов загрязнения водоемов / Forming balances of water bodies' pollution	Показатели выхода конечного загрязнения в сточных водах отдельных предприятий: целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК), гидролизно-дрожжевого завода (ГДЗ) нефтехимического комбината (НХК) и завода искусственного жидкого топлива (ИЖТ) (варьирование осуществлялось в сторону ухудшения исходных кондиций сточных вод) / Indicators of exhausts of the final pollution in sewage of certain enterprises: PPP, HYP and ALFP (variation towards aggravating the initial conditions of sewage)	Происходят изменения в схеме размещения рассматриваемых производств, связанные с увеличением содержания загрязняющих веществ в отводимых сточных водах. Эти изменения можно считать незначительными, что объясняется прежде всего ограниченным набором возможных вариантов размещения исследуемых предприятий. Увеличение сброса загрязнений со сточными водами сопровождается ростом общей величины экономического ущерба от загрязнения водных объектов / Changes take place in the scheme of enterprises' location, which are due to the increase of pollution content in sewage. These changes can be considered insignificant, which is due, first of all, to the limited options of the enterprises' location. The increase of pollution content in sewage is accompanied with the increase of the total economic loss due to the water bodies pollution
	Показатели степени разложения неконсервативных органических веществ / Indicators of the degree of decomposition of non-conservative organic substances	Снижение степени разложения загрязняющих веществ (в частности, в Кодинском ареале), связанное со строительством водохранилища Богучанской ГЭС, вызывает, с одной стороны, сокращение объемов выноса загрязнений из данного узла и, с другой стороны, усиление процессов накопления вредных веществ в водной среде соответствующего ареала. Соотношение этих двух процессов, а также исходных объемов загрязнения в ареалах, между которыми имеет место транзит загрязняющих веществ (например, из Кодинского в Богучанский), и определяет конечный уровень загрязнения в каждом из рассматриваемых ареалов. При этом в Кодинском ареале сброс загрязнения в воду несколько увеличивается. То же самое характерно и для другой пары соседних ареалов, между которыми может быть создано водохранилище (Богучанский и Мотыгинский) / Reduction of polluting substances' decomposition (in particular, in Kodinskiy area) due to the construction of Boguchanskaya hydroelectrostation, causes, on the one hand, reduction of pollution withdrawal from this area and, on the other hand, increased accumulation of harmful substances in the aquatic environment of this area. Correlation of these two processes and the initial volumes of pollution in the areas in which transit of polluting substances takes place (for example, from Kodinskiy to Boguchanskiy) determines the final level of pollution in each area. At that, pollution exhausts into water in Kodinskiy area increases. The same is true for another pair of neighboring areas, between which a water reservoir can be constructed (Boguchanskiy and Motyginiski)
	Расчеты с учетом (и без учета) фактора накопления загрязнения / Calculations with (and without) the factor of pollution accumulation	Наблюдается некоторое увеличение общего уровня загрязнения водной среды в районе Кодинского в Богучанского ареалов в связи с созданием Бугучанского водохранилища и в перспективе – водохранилища Нижнеангарской ГЭС / Some increase in the total level of water pollution is observed in the Kodinskiy and Boguchanskiy areas due to the construction of Boguchanskiy reservoir and in future – a Low Angara hydroelectrostation reservoir
	Расчеты с учетом (и без учета) фактора естественного переноса загрязнений / Calculations with (and without) the factor of natural transfer of pollution	Обостряется экологическая ситуация с загрязнением водных объектов в Лесосибирском промышленном узле, и, соответственно, возрастает величина экономического ущерба, причиняемого в данном узле загрязнением водного бассейна. В остальных ареалах заметного увеличения общего уровня загрязнения водной среды не происходит / Water bodies' pollution aggravates in Lesosibirski industrial node; accordingly, the economic loss due to the water basin pollution increases. In other areas the aquatic environment pollution is not significantly increasing

Окончание табл. 5

Условия модели / Model conditions	Показатели, подверженные варьированию / Indicators subjects to variation	Полученный результат / Result obtained
2. Условия неухудшения экологической ситуации в каждом из промузлов с течением времени / Conditions of non-aggravating the environmental situation in each industrial nod in time	Расчеты без включения данных условий в модель задачи / Calculations without the given conditions into the model	В процессе оптимизации пространственной структуры хозяйства Нижнего Приангарья активно участвуют показатели экономического ущерба от загрязнения воды, оказывая влияние на выбор вариантов размещения рассматриваемых объектов (усиливается рассредоточение производства по территории региона) и выбор вариантов их строительства (предпочтение имеют варианты с более поздними сроками начала строительства и функционирования отдельных предприятий) / Optimization of Low Angara region territorial structure involves economic losses due to water pollution, which influences the choice of venues' location (enterprises become more dispersed around the territory) and construction (the options with later beginning of construction and functioning of enterprises prevail)
	Включение соответствующих показателей с первого периода времени ($ct = 1$) / Inclusion of the relevant indicators from the first period of time ($ct = 1$)	В этом случае сверхнормативный сброс загрязняющих веществ не должен превышать уровня исходного фоновое загрязнения, что оказывается невыполнимым требованием (в рамках условий поставленной задачи), так как выделяемый объем загрязнения не укладывается в заданные нормативы / The above-norm pollution exhaust must not exceed the initial level of background pollution, which turns out impossible (within the task set) as the volume of exhausts does not comply with the norms
	Включение соответствующих показателей с периода времени, когда вступают в строй основные объекты-загрязнители / Inclusion of the relevant indicators from the period of time when the main polluting venues start operating	Имеет место выбор таких вариантов строительства ряда объектов (ферросплавный, свинцово-цинковый заводы, Горевский горно-обогатительный комбинат и завод ИЖТ), по которым создание и функционирование соответствующих объектов начинается по возможности раньше. Это обеспечивает к началу второй половины периода прогнозирования максимально возможный сброс загрязнения. При этом происходит почти двукратное увеличение величины экономического ущерба от загрязнения воды / For a number of venues (FAP, LZP, Gorevskiy MPP, ALFP) construction and functioning starts earlier. Thus, by the beginning of the second half of the forecasting period, maximal pollution exhaust takes place. At that, the economic loss due to water pollution almost doubles.
3. Целевая функция / Target function	Расчеты с учетом показателей экономического ущерба от загрязнения водоемов отдельно по видам использования последних (хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения, а также в совокупности) / Calculations with the account of economic losses from water bodies' pollution by their types of exploitation (drinking water, fishery, and in aggregate)	Происходят изменения в выборе вариантов сроков строительства отдельных объектов (ферросплавный, глиноземный и алюминиевый заводы, Горевский горно-обогатительный комбинат, завод ИЖТ) в сторону смещения начала их строительства ближе к концу периода прогнозирования / For a number of venues (FAP, AsP, AP, Gorevskiy MPP, ALFP) construction starts closer to the end of the forecasting period

* *Источник:* составлено автором.

* *Source:* compiled by the author.

– возможное ухудшение исходных кондиций отводимых в поверхностные источники сточных вод;

4) учет возможности сокращения объемов расхода воды на четырех из пяти рассматриваемых участков реки (в районе Богучан, Мотыгино, Лесосибирска и Абалаково);

5) требования минимизации экономического ущерба от загрязнения водоемов.

В сжатом виде характеристика реализованных в расчетах направлений варьирования условий модели и уровня значений отдельных показателей, а также краткое описание полученных результатов вариантных расчетов сведены в табл. 5.

В целом реализация прикладных работ с использованием разработанного экономико-математического аппарата [18, 20] на материалах Нижнего Приангарья показала его применимость для постановки и решения задач по прогнозированию развития региона с учетом

возможного воздействия на окружающую среду. По результатам проведенных расчетов сформулированы выводы и высказаны рекомендации, в соответствии с которыми обеспечение экологической безопасности при формировании Нижнего Приангарья обуславливает необходимость осуществления следующих мер.

1. Пересмотр производственных мощностей создаваемых и будущих объектов в сторону их снижения с учетом возможного совместного воздействия на окружающую среду (прежде всего целлюлозно-бумажного и алюминиевого заводов). Поскольку предполагаемые к размещению на исследуемой территории предприятия являются не просто крупными, но и уникальными по мощности объектами (часто не имеющими аналогов в мировой практике), то возникает риск роста масштабов негативных экологических последствий их функционирования и усложнения решения проблем обезвреживания

выделяемых загрязнений [22–24]. Выполненные расчеты показали, что в условиях Нижнеангарского региона оптимальный с экологических позиций размер единичных мощностей ЦБК не должен превышать 300–350 тыс. т (вместо 720 тыс. т), а алюминиевого завода – 200–250 тыс. т (вместо 600 тыс. т).

2. Разработка адекватной эколого ориентированной инновационной политики и выход на новые высокотехнологичные предприятия, энергоэффективные и экологически безопасные технологии производства. Это обусловлено не только растущими требованиями к качеству окружающей среды, но и спецификой рассматриваемых в регионе производств и низкими регенерационными возможностями его природной среды. Поэтому первостепенное значение приобретают инновационные решения как в области технологий основных производств (технологические инновации), так и мероприятий природоохранного назначения (экологические инновации).

3. Деконцентрация производства по территории Нижнего Приангарья с целью лучшего использования адаптационных механизмов окружающей природной среды. Это требует более тщательного обоснования масштабов концентрации производства в отдельных частях территории региона. Основную нагрузку на окружающую среду в Нижнем Приангарье в перспективе следует ожидать прежде всего со стороны предприятий лесопромышленного комплекса (целлюлозно-бумажных и гидролизно-дрожжевых заводов) и металлургических производств. Расчеты, в частности, показали, что доля объектов лесопромышленного комплекса в общем объеме загрязнения сточных вод всех рассматриваемых на территории региона предприятий является преобладающей и составляет более 90 % по взвешенным веществам и около 98 % – по фенолам и хлоридам.

4. Предупреждение ухудшения качественного состояния воды в нижнем течении Ангары. Уже к настоящему времени уровень загрязнения реки в нижнем течении довольно высок, несмотря на то, что имеющиеся здесь производства – источники загрязнения пока не дают большой нагрузки на водную систему Ангары. Основная причина заключается в поступлении в регион загрязняющих веществ из районов верхнего и среднего течения реки из-за сбросов загрязненных сточных вод действующими предприятиями. В перспективе по мере наращивания производства

на территории самого Нижнего Приангарья проблема будет обостряться и требовать осуществления мер по обезвреживанию загрязнений не только на объектах региона, но и в городах Иркутской области, расположенных в верхнем и среднем течении Ангары. При этом, несмотря на полноводность, значительные расходы воды и высокую скорость течения, возможности рек Ангары и Енисея недостаточны для доведения исходных кондиций сточных вод посредством их разбавления как дополнительной (во многом паллиативной) меры по повышению качества воды в водных объектах (при задаваемых постановками решаемых задач объемах производства, составе, технологиях основного производства и очистки стоков и выбросов, вариантах размещения намечаемых объектов и т. д.). Это можно трактовать как дополнительное требование к уровню используемых технологий и составу системы природоохранных мероприятий на всем протяжении реки Ангары.

5. Учет факторов накопления и естественного переноса загрязнения приводит к ухудшению качества воды (особенно в районах Лесосибирска, Козинска и Богучан), что подтверждает необходимость отказа от объектов-гигантов и разгрузки соответствующих промышленных узлов. Анализ влияния возможных новых водохранилищ на изменение процессов накопления загрязнения и естественного переноса загрязняющих веществ в соседние ареалы показал, что, во-первых, учет фактора накопления загрязнения свидетельствует о возможном ухудшении качества воды в реке в районе Козинского и Богучанского промузлов в связи с созданием водохранилища Богучанской ГЭС. Ситуация может обостриться в связи с возможным строительством Мотыгинской ГЭС (после 2020 г.)¹⁰.

6. Учет особенностей природно-климатических условий региона, которые в силу низкого ассимиляционного потенциала и крайней чувствительности к вредным воздействиям оцениваются как неблагоприятные с точки зрения возможностей загрязнения водной среды и атмосферного воздуха (особенно в районе Лесосибирска и Козинска).

¹⁰ Генеральная схема развития объектов электроэнергетики до 2020 года: одобрена Распоряжением Правительства Российской Федерации № 215-р от 22.02.2008); Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 года. Распоряжение Правительства РФ № 1209-р от 09.06.2017.

7. Расчет показателей возможного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. Его величина в зависимости от размещения объектов-загрязнителей, производственной и пространственной структуры выделенных промузлов и других факторов составила по вариантам решения от 3,6 до 22,0 млрд руб/год. При этом суммарная величина экономического ущерба от загрязнения атмосферы исследуемыми вредными веществами в промузлах Нижнего Приангарья составила на конец рассматриваемого периода прогнозирования 547,3 млн руб. (в ценах 2012 г.).

8. Учет экологической совместимости намечаемых производств (эффекты синергизма и аддитивности). Данная проблема относится к числу сложных и наименее изученных и, как правило, игнорируется при принятии хозяйственных решений. В то же время взаимодействие загрязнений, поступающих в окружающую среду, может привести к нежелательным последствиям для здоровья людей, состояния природных комплексов и других реципиентов. Приведем некоторые примеры недопустимых сочетаний производств для размещения на территории одного промузла. Так, не рекомендуется соединение в одном промузле алюминиевого и целлюлозно-бумажного заводов. Функционирование алюминиевого завода связано с выделением в воздушный бассейн прежде всего фтористых соединений, а целлюлозно-бумажного комбината (далее – ЦБК) – метилсернистых соединений. Взаимодействие данных веществ сопровождается эффектом синергизма. Эффектом синергизма обладают также диоксид серы и хлор. Нежелательны для совместного размещения также ряд предприятий цветной металлургии (алюминиевый, свинцово-цинковый и ферросплавный заводы), а также их сочетания с ЦБК, тепловой электростанцией (далее – ТЭС) (на угле) или химическим производством. Подобные комбинации производств из-за присутствия в их выбросах, с одной стороны, фтористого водорода (алюминиевый завод), а с другой – сернистого ангидрида (предприятия газонефтехимии, цветной металлургии и ТЭС) приводят к образованию новых соединений, вызывающих гибель леса, особенно хвойных пород. Не рекомендуется также соединять в одном промузле ЦБК и ГДЗ с целью предупреждения возможности высокой концентрации сброса органических примесей на отдельных участках реки. Такое требование приобретает особое значение в связи с присущими

региону низкими способностями водных объектов к самоочищению, что затрудняет и замедляет окисление органических веществ, а также уже довольно высоким достигнутым уровнем загрязнения воды органикой (в частности, по фенолам, нефтепродуктам и другим органическим веществам).

Проведенные исследования свидетельствуют, что кризисных ситуаций в состоянии окружающей среды в данном регионе можно избежать при условии организации эффективного управления экологической сферой, учитывающего специфику социально-экономических и природно-климатических условий территории и позволяющего не только обеспечивать предотвращение негативных воздействий на окружающую среду, но и стимулировать проведение природоохранной деятельности.

Кроме охарактеризованных расчетов с использованием оптимизационной региональной модели выбора варианта хозяйственных решений с учетом их экологических последствий, предложенный инструментарий (рис. 1) позволяет решать и ряд других задач, в частности таких, как проведение рекультивации нарушенных земель; определение экономически и экологически эффективных направлений и масштабов утилизации отходов разных видов; использование и охрана водных и земельных ресурсов; анализ влияния загрязнения атмосферы и климатических особенностей территории на здоровье людей; выявление влияния загрязнения атмосферы на состояние лесов, привнесение в окружающую природную среду искусственных сооружений, включая анализ возможных последствий сооружения крупных гидроузлов, прудов-охладителей, отвалов вскрышных пород и др.

Выводы

Нижнеангарский регион обладает мощным и разнообразным природным потенциалом, что обуславливает как наблюдаемый в настоящее время, так и предполагаемый в перспективе рост на его территории инвестиционной активности, что, в свою очередь, связано с риском возможного увеличения антропогенной нагрузки на окружающую среду и ухудшения условий проживания людей. Формирование и развитие данного региона невозможно без создания основ для его долгосрочного устойчивого развития, увязки экономических, социальных и экологических целей и задач путем создания базы для привлечения

энергоэффективных и экологически чистых производств. При этом акценты должны делаться не только на сырьевом освоении данной территории, но в более отдаленной перспективе на комплексном развитии и диверсификации хозяйства в целом, создавая тем самым предпосылки для формирования безопасного и благополучного будущего.

В целом, исходя из долгосрочных интересов развития Нижнеангарского региона, возможно ставить вопрос о трансформации реализуемых на его территории инвестиционных проектов в более приемлемую форму организации производства на территории, позволяющую увязывать в единую систему все осуществляемые и намечаемые здесь мероприятия во взаимодействии с требованиями формирования инновационной модели развития с учетом обеспечения экологической безопасности и достижения желаемых социальных целей. Такой формой может быть федеральная целевая программа как основной инструмент

государственного регулирования создания различных крупных территориально-производственных сочетаний национального значения. Это подтверждается и всей историей разработки и реализации стратегических документов долгосрочного социально-экономического развития регионов, в том числе включающих экологические подпрограммы.

С позиций управления природоохранной деятельностью в регионе разработка региональных экологических программ хорошо вписывается в предложенный в Институте экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук экономико-математический аппарат по стратегическим эколого-экономическим исследованиям [12–14, 18, 20], который может рассматриваться в качестве инструмента получения дополнительной информации для более обоснованного принятия стратегических управленческих решений в экологической сфере.

Список литературы

1. Селиверстов В. Е. Региональное стратегическое планирование: от методологии к практике / под ред. В. В. Кулешова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2013. 435 с.
2. Селиверстов В. Е. Стратегическое планирование и стратегические просчеты: российские реалии и тенденции // Регион: экономика и социология. 2016. Т. 4. С. 6–45.
3. Целевые программы развития регионов: рекомендации по совершенствованию разработки, финансированию и реализации / В. Я. Любовный, И. Ф. Зайцев, А. Б. Воякина и др. Шим. М.: ГУ ИМЭИ при Минэкономике России, 2000. 114 с.
4. Зуева С. В. Зарубежный опыт социально экономического развития территорий // Вестник НГИЭИ. 2012. № 1. С. 51–59.
5. Ларина Н. И. Государственное регулирование регионального развития: Мир, Россия, Сибирь / под ред. А. С. Новоселова. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2005. 512 с.
6. BHP Billiton Iron Ore Pilbara Strategic Assessment. Program. URL: <https://www.bhp.com/-/...pilbara.../bhp-billiton-pilbara-strate> (дата обращения: 15.01.2018).
7. Creese W. L. TVA's Public Planning: The Vision, the Reality. Knoxville: The University of Tennessee Press, 1990. 388 p.
8. Forte F., Miele D. State and regions in the regional policy for Southern Italy. Guida, 1979. 466 p.
9. Glasmeier A. K. The Japanese Technopolis programme: high-tech development strategy or industrial policy in disguise? // International Journal of Urban Regional Research. 1988. № 12. Pp. 268–284.
10. Shujiro Y. The technopolis program in Japan // Hitotsubashi Journal of Social Studies. 1990. Vol. 22, No. 1. Pp. 7–18.
11. Нижнее Приангарье: логика разработки и основные положения концепции программы освоения региона / под ред. М. К. Бандмана и др. Новосибирск: ИЭ и ОПП СО РАН, 1996. 231 с.
12. Бурматова О. П. Инструментарий оптимизации природоохранной деятельности при прогнозировании развития экономики региона. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2009. 76 с.
13. Бурматова О. П. Формирование пространственной структуры экономики региона с учетом загрязнения водных объектов // Региональная экономика и управление. 2014. URL: <http://eee-region.ru/article/3903/> (дата обращения: 30.01.2018).
14. Проблемы инновационного управления экономикой регионов Сибири / под ред. А. С. Новоселова, В. Е. Селиверстова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015. 320 с.
15. Burmatova O. P. Tools of impact of the human activity on the water environment // Sciences of Europe. 2016. Vol. 2. No. 3. Pp. 10–22.
16. Burmatova O. P. Environmental and Economic Diagnostics of the Local Production Systems // Functioning of the local production systems in Bulgaria, Poland and Russia theoretical and economic policy issues. Part I. / ed. A. Nowakowska. Lodz: Łódź University Press, 2015. Pp. 59–82.

17. Burmatova O. P. Estimation of the environmental situation at the level of LPS // *Regionenunter den Bedingungentektonischer Verschiebungenimeuropaischen Wirtschaftsraum* / ed. W. Trillenberg (Hrg.) A. K., M. Riemann, Ye. Savelyevu. Berlin: Forschungsinstitut der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung Weltwirtschaft und Weltpolitik, 2014. Pp. 185–206.
18. Бурматова О. П. Моделирование атмосфероохранной деятельности в регионе // Труды Гранберговской конференции. Новосибирск, 10–13 октября 2016 г.: сб. докладов Междунар. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения акад. А. Г. Гранберга «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность» / под ред. В. И. Суслова, Л. В. Мельниковой. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2017. С. 162–171.
19. Бурматова О. П. Влияние хозяйственной деятельности на состояние водного бассейна: моделирование и анализ результатов // *Вестник НГУЭУ*. 2014. № 2. С. 213–232.
20. Региональное и муниципальное управление: диагностика, планирование и мониторинг социально-экономического развития регионов Сибири / под ред. А. С. Новоселова, В. Е. Селиверстова. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2016. 487 с.
21. Схема комплексного использования и охраны водных объектов по бассейну реки Ангара (проект). В 6 кн. Кн. 2: Оценка экологического состояния и ключевые проблемы водных объектов бассейна реки Ангара. Красноярск: КРОМАЭП, 2008. 105 с.
22. К вопросу об оптимальной производственной мощности при строительстве алюминиевых заводов / С. Н. Ахмедов, Б. С. Громов, В. П. Ланкин и др. // *Цветные металлы*. 2002. № 12. С. 4–7.
23. Финансово-экономическая оптимизация производственной мощности при строительстве алюминиевых заводов / С. Н. Ахмедов, Б. С. Громов, В. П. Ланкин и др. URL: <http://www.alcorus.ru/articles/6.ru.html> (дата обращения: 30.01.2018).
24. Burmatova O. Strategy for sustainable development of the region: environmental scenarios // *The 6th Central European Conference in Regional Science: Engines of Urban and Regional Development in September 2017, in Banská Bystrica*. Banská Bystrica, 2017.

References

1. Seliverstov V. E. *Regional strategic planning: from methodology to practice*, ed. V. V. Kuleshov, Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 2013, 435 p. (in Russ.).
2. Seliverstov V. E. *Strategic planning and strategic defects: Russian realia and trends, Region: ekonomika i sotsiologiya*, 2016, vol. 4, pp. 6–45 (in Russ.).
3. Lyubovnyi V. Ya., Zaitsev I. F., Voyakina A. B., Pchelintsev O. S., Gertsberg L. Ya., Shim G. A. *Target programs of regional development: recommendations for improving development, financing and implementation*, Moscow, GU IMEI pri Minekonomiki Rossii, 2000, 114 p. (in Russ.).
4. Zueva S. V. Foreign experience of social-economic development of territories, *Vestnik NGIEI*, 2012, № 1. pp. 51–59 (in Russ.).
5. Larina N. I. *State regulation of regional development: World, Russia, Siberia*, ed. A. S. Novoselov, Novosibirsk, Izd-vo IEOPP SO RAN, 2005, 512 p. (in Russ.).
6. *BHP Billiton Iron Ore Pilbara Strategic Assessment. Program*, available at: <https://www.bhp.com/-/...pilbara.../bhp-billiton-pilbara-strate> (access date: 15.01.2018).
7. Creese W. L. *TVA's Public Planning: The Vision, the Reality*, Knoxville, The University of Tennessee Press, 1990. 388 p.
8. Forte F., Miele D. *State and regions in the regional policy for Southern Italy*, Guida, 1979, 466 p.
9. Glasmeier A. K. The Japanese Technopolis programme: high-tech development strategy or industrial policy in disguise?, *International Journal of Urban Regional Research*, 1988, No. 12, pp. 268–284.
10. Shujiro Y. The technopolis program in Japan, *Hitotsubashi Journal of Social Studies*, 1990, vol. 22, No. 1, pp. 7–18.
11. *Lower Angara region: logic of development and main provisions of the conception of the regional Development Program*, ed. M. K. Bandman, Novosibirsk, IE i OPP SO RAN, 1996, 231 p. (in Russ.).
12. Burmatova O. P. *Tools for optimization of nature protection activity when predicting the regional economy development*, Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 2009, 76 p. (in Russ.).
13. Burmatova O. P. Forming the territorial structure of the regional economy taking into account the water bodies' pollution, *Regional'naya ekonomika i upravlenie*, 2014, available at: <http://eee-region.ru/article/3903/> (access date: 30.01.2018) (in Russ.).
14. *Issues of innovative management of economy of the Siberia regions*, ed. A. S. Novoselov, V. E. Seliverstov, Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 2015, 320 p. (in Russ.).
15. Burmatova O. P. Tools of impact of the human activity on the water environment, *Sciences of Europe*, 2016, vol. 2, No. 3, pp. 10–22.

16. Burmatova O. P. Environmental and Economic Diagnostics of the Local Production Systems, *Functioning of the local production systems in Bulgaria, Poland and Russia theoretical and economic policy issues*, part I., ed. A. Nowakowska, Lodz, Łódź University Press, 2015, pp. 59–82.

17. Burmatova O. P. Estimation of the environmental situation at the level of LPS, *Regionenunter den Bedingungentektonischer Verschiebungeneuropaischen Wirtschaftsraum*, ed. W. Trillenber (Hrg.) A. Krysovaty, M. Riemann, Ye. Savelyevu, Berlin, Forschungsinstitut der Internationalen Wissenschaftlichen Vereinigung Weltwirtschaft und Weltpolitik, 2014, pp. 185–206.

18. Burmatova O. P. Modeling the atmosphere protection activity in the region, *Works of Grandberg conference. Novosibirsk, 10–13 October 2016*: collection of works of International conference devoted to the 80th anniversary of Acad. A. G. Granberg “Territorial analysis of social-economic system: history and modernity”, ed. V. I. Suslov, L. V. Mel'nikova, Novosibirsk, Izd-vo IEOPP SO RAN, 2017, pp. 162–171 (in Russ.).

19. Burmatova O. P. Impact of economic activity on the state of water basin, *Vestnik NGUEU*, 2014, No. 2, pp. 213–232 (in Russ.).

20. *Regional and municipal management: diagnostics, planning and monitoring of social-economic development of the Siberian regions*, ed. A. S. Novoselov, V. E. Seliverstov, Novosibirsk, Izd-vo IEOPP SO RAN, 2016, 487 p. (in Russ.).

21. *Outline of complex exploitation and protection of water bodies along the Angara river basin (draft)*, in 6 books. Book 2: Estimating the ecological state and the key problems of water bodies along the Angara river basin, Krasnoyarsk, KROMAEP, 2008, 105 p. (in Russ.).

22. Akhmedov S. N., Gromov B. S., Lankin V. P., Pak R. V., Kozlov V. A. On the optimal industrial capacity when building aluminum plants, *Tsvetnye metally*, 2002, No. 12, pp. 4–7 (in Russ.).

23. Akhmedov S. N., Gromov B. S., Lankin V. P., Pak R. V., Kozlov V. A. *Financial-economic optimization of industrial capacity when building aluminum plants*, available at: <http://www.alcorus.ru/articles/6.ru.html> (access date: 30.01.2018) (in Russ.).

24. Burmatova O. Strategy for sustainable development of the region: environmental scenarios, *The 6th Central European Conference in Regional Science: Engines of Urban and Regional Development in September 2017, in Banská Bystrica*, Banská Bystrica, 2017.

Дата поступления / Received 21.02.2018

Дата принятия в печать / Accepted 22.04.2018

Дата онлайн-размещения / Available online 25.06.2018

© Бурматова О. П., 2018

© Burmatova O. P., 2018