

Управление в социально-экономических системах

УДК 330.322; 303.725.34

DOI: 10.14529/ctcr210206

ПРОГРАММНЫЙ И ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОДЫ ПРИ РЕШЕНИИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Я.Д. Гельруд¹, Е.Б. Кибалов², В.Ю. Малов²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия,

² Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия

В статье рассматривается федеральная программа «Экология Ангаро-Енисейского региона». Дано описание системного синтеза разных подходов к оценке программы восстановления и сохранения природного комплекса Енисея как скелетной основы эколого-ассимиляционного потенциала Ангаро-Енисейского региона. Обосновывается необходимость учёта фактора неопределенности при оценке крупномасштабных экологических проектов. **Цель исследования.** Показать, что эффекты, оказываемые крупномасштабными проектами, влияют на сам сценарий развития экономики, в этой связи некорректно использовать примитивное интегрирование альтернативы (стратегии) в один и тот же сценарий, показано, что необходимо оценивать соотношения «проект – сценарий». **Материалы и методы.** Авторами предлагается для оценки крупномасштабных проектов использовать три уровня оценки: макроуровень, мезоуровень и микроуровень. Такая классификация позволяет постепенно снижать уровень неопределенности. Информация, полученная на предыдущем уровне оценки, является исходной для нижестоящего уровня. **Результаты.** На первом этапе суждения экспертов обрабатывались с помощью компьютерных продуктов, разработанных в ИЭОПП. На втором шаге был проанализирован Национальный проект «Экология России» в составе 11 федеральных проектов, была разработана математическая модель многокритериальной задачи оптимального управления затратами проекта с учётом фактора неопределенности. Результатом третьего шага стало создание гибридной модели оценки крупномасштабных экологических проектов из логико-эвристической модели, базирующейся на экспертной информации, и экономико-математической модели. Аналоги подобных моделей, созданные с участием авторов, работают при оценке крупномасштабных железнодорожных проектов. Имеется в виду семейство полудинамических оптимизационных моделей, в разной степени апробированное при решении задач мезоуровня, как в плановой, так и в рыночной экономиках. Более того, на базе одной из версий этого семейства разработана медико-эколого-экономическая модель и с ее помощью осуществлен сценарный анализ развития субъектов Азиатской части России. **Заключение.** В статье даётся краткое описание функциональности и необходимости использования соответствующих математических и программных средств по мере продвижения этапов крупномасштабных экологических проектов от замысла до воплощения.

Ключевые слова: Ангаро-Енисейский регион, неосистемный подход, неоклассический мейнстрим, оптимизационные межрегиональные межотраслевые модели.

Введение

В отличие от канонов традиционного системного анализа и сценарного подхода мы рассматриваем крупномасштабные экологические проблемы не только как межотраслевые и межрегиональные внутрироссийские, но на более высоком уровне общности, следуя установкам системной парадигмы Я. Корнаи [1]. Суть парадигмы в том, что крупномасштабные многоаспектные проблемы и средства их решения – программы и проекты – должны рассматриваться в различных парадигмах в спектре «марксизм – неоклассический мейнстрим», а выводы о предпочтительных способах решения проблем следует делать с максимальной осторожностью, принимая во

внимание фактор неопределенности последствий, определяемых нередко ошибочно. В рамках указанной парадигмы традиционный системный анализ трансформируется в так называемый неосистемный подход [2], который с точки зрения научного содержания не только отличается широтой охвата рассматриваемых явлений от своего предшественника, но и структурой исследовательского инструментария. А именно: главным инструментом анализа сложных экологических проблем и синтеза вариантов их решения становятся логико-эвристические модели, информационно опирающиеся на суждения экспертов, а модели экономико-математические, использующие преимущественно статистическую информацию, остаются в арсенале ученых, но занимают более скромное место, чем это было в парадигме неоклассического мэйнстрима со времен Кейнса.

1. Конкретизация общей постановки

Опираясь на вышесказанное, предлагается обосновать, разработать и реализовать федеральную реконвалесцентную (лечебную) программу с условным названием «Экология Ангаро-Енисейского региона (АЕР)», действуя при этом как опытный врач в соответствии с принципом «не навреди». Действительно, каким бы несовершенным ни был действующий ныне механизм функционирования и развития АЕР, это работающий условно обособленный блок в составе РФ, и его излечение от экологических недугов должно происходить без потери эффективности реально работающей системы, тем более в ситуации значимости процессов, происходящих в современном мире, таких как обострение противоречий между крупнейшими мировыми державами, усиление борьбы за ресурсы, территории, рынки и умонастроения, стремление к лидерству в сфере военных, промышленных и информационных технологий.

Стратегическим коридором для проведения мероприятий предлагаемой программы стал Указ Президента В.В. Путина «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [3], в котором фиксировалась катастрофическая экологическая ситуация в России по состоянию на 2017 г. Территории концентрации экологического неблагополучия России в нем не назывались, но всем исполнительным органам государственной власти предписывалось экологическую безопасность понимать как часть национальной безопасности страны и принять участие в разработке стратегии, направленной на реализацию государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности на федеральном, региональном, муниципальном и отраслевом уровнях.

Естественно, прежде всего возник вопрос о целевых установках программы «Экология АЕР» в рамках «президентского» стратегического коридора, т. е. при привязке ее мероприятий к месту, времени и ресурсному обеспечению. Таких установок было обозначено три.

1. Продолжение исторически сложившейся политики государства: назовем ее политикой *проектного* регулирования экологической ситуации в АЕР.

2. Максимально возможное восстановление эколого-ассимиляционного потенциала АЕР, многие годы разрушавшегося в процессе индустриального развития сложно построенного региона; назовем такую установку *программной*.

3. Компромиссная установка, учитывающая реальные ресурсные ограничения страны в современных условиях, неблагоприятных для ее устойчивого развития; назовем такую установку реконвалесцентной (лечащего типа).

Перечисленные установки и реализующие их проекты по необходимости должны быть ранжированы по степени предпочтительности в трех сценариях-контрастах, воздействующих на конфигурацию «президентского» коридора под влиянием меняющихся характеристик внешней среды: внутрироссийской и мирохозяйственной в аспектах политическом, экономическом и военно-стратегическом.

2. Решение проблемы: первый шаг

Была создана группа экспертов в составе специалистов ИЭОПП СО РАН, СГУПС Росжелдора, Красноярского научного центра СО РАН и представителей зарубежной науки. Суждения экспертов выявлялись методами анкетирования и личных интервью (рис. 1, анкета) и обрабатывались с помощью компьютерных продуктов, разработанных в ИЭОПП и СГУПС.

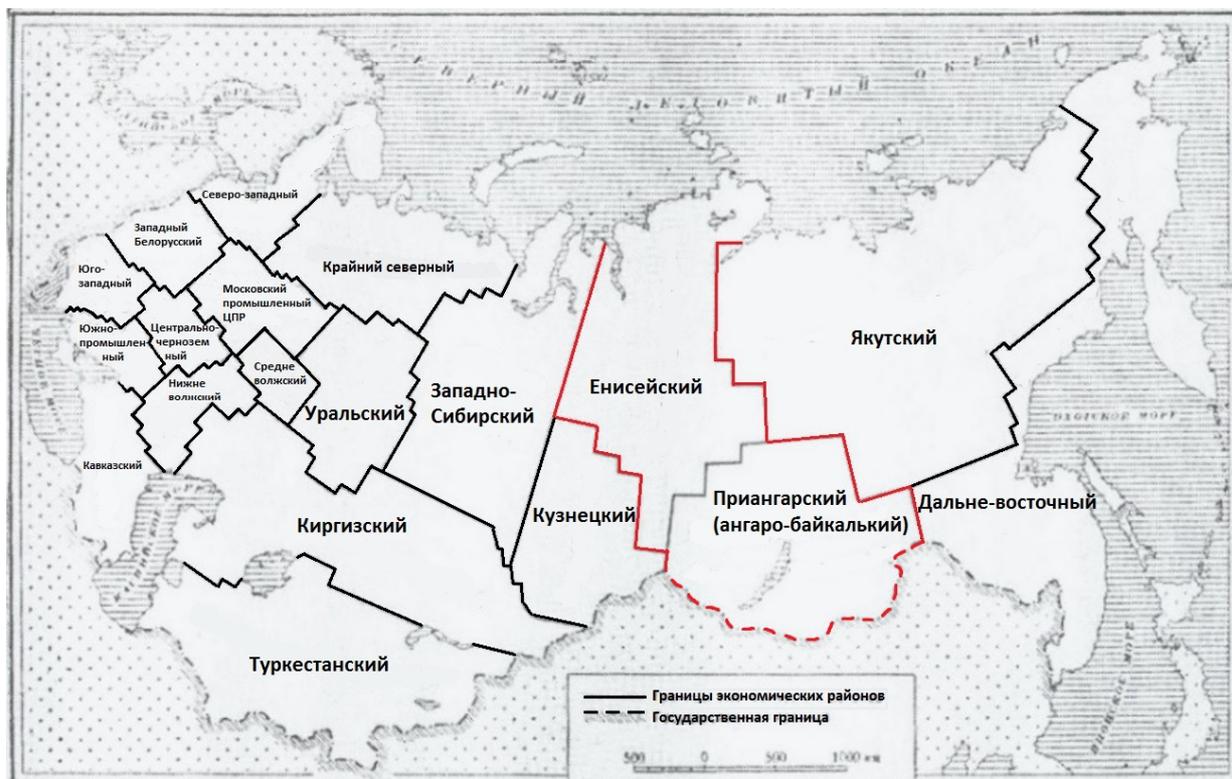


Рис. 1. Карта-схема Ангаро-Енисейского региона в исследованиях по плану ГОЭЛРО (1920 г.)
Fig. 1. Map-scheme of the Angara-Yenisei region in studies according to the GOELRO plan (1920)

Источник: Труды государственной комиссии по электрификации России – ГОЭЛРО – Документы и материалы. М.: Изд-во социал.-экон. лит., 1960. С. 102.

Одновременно как следствие векового крупномасштабного промышленного освоения без должных экологических ограничений первозданный природный комплекс АЕР к настоящему времени основательно разрушен во всех его частях, начиная с верховий Енисея (Ангарск, Усолье-Сибирское), его срединной части (Нижнее Приангарье и оз. Байкал), низовий (Норильск), и ситуация находится на грани катастрофической.

В мире также имеет место обострение экологических проблем и императивом становится развитие с акцентом на сохранение природного комплекса как элемента национальной безопасности страны. В России такое понимание декларируется, но практически делается очень мало.

С учетом сказанного просим, обратившись к таблице, в порядковой шкале оценить возможные стратегии решения экологической проблемы АЕР в сценариях-контрастах развития России на временном интервале 2021–2040 гг.

Таблица

Экологические программы АЕР (альтернативы)	Сценарии развития России		
	1. Оптимистический	2. Пессимистический	3. Наиболее вероятный
1. Продолжать политику проектного регулирования экологической проблемы АЕР (А1)	3	1	3
2. Реализовать крупномасштабную программу полного восстановления эколого-ассимиляционного потенциала АЕР (А2)	1	3	2
3. Разработать и принять реконвалесцентную программу решения экологической проблемы АЕР (А3)	2	2	1

Пример заполнения экспертом таблицы.

1. Если эксперт считает, что в оптимистическом сценарии 1 развития России стратегия 2 наиболее предпочтительна, то в клетке таблицы на пересечении столбца 1 и строки 2 он ставит цифру 1. Если в том же сценарии следующей по предпочтительности эксперт считает стратегию 3, то на пересечении столбца 1 и строки 3 он ставит цифру 2. Естественно, на пересечении 1–1 ставится цифра 3.

2. Процедура повторяется для всех остальных клеток таблицы.

3. Ранжируйте Сценарии развития России по возможности их актуализации, поставив цифру 1 под названием сценария в таблице, если этот сценарий, по вашему мнению, наиболее достоверен; цифру 2 – второму по достоверности и цифру 3 – третьему.

В результате обработки анкет специально разработанными компьютерными продуктами была получена следующая Оценочная матрица (табл. 1).

Оценочная матрица

Таблица 1

Evaluation matrix

Table 1

Альтернативы	Сценарии		
	1	2	3
A1	0,01	0,56	0,21
A2	0,81	0,13	0,07
A3	0,19	0,32	0,71
<i>Вероятности сценариев</i>	0,11	0,38	0,52

В табл. 1 нет доминирующей альтернативы (программы), следовательно, имеет место неопределенность, которая вскрывается с помощью критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица и Лапласа (табл. 2).

Критерии оценки альтернатив

Таблица 2

Criteria for evaluating alternatives

Table 2

Альтернативы	Критерии					
	Вальда	Сэвиджа	Гурвица	Байеса	Лапласа	максимакса
A1						
A2						*
A3	*	*	*	*	*	

Из табл. 2 видно, что предпочтительной по всем критериям, кроме максимакса, является альтернатива А3 – «Разработать и принять реконвалесцентную программу решения экологической проблемы АЕР» (отмечена символом *). Остается уточнить, что стоит за понятием реконвалесцентная программа применительно к интересующему нас случаю.

Комментируя полученный результат, коротко остановимся на его стратегическом аспекте. Ангаро-Енисейский регион рассматривается нами не только и не столько как система для решения ресурсных проблем страны, т. е. утилитарно [4], но и как один из четырех базовых природных кластеров Сибири и Дальнего Востока, фундамирующих российскую цивилизацию как гуманитарный феномен Российской Азии. Эти кластеры дислоцированы на территориях водосбора Оби, Енисея, Лены и Амура и в совокупности образуют фундамент эколого-ассимиляционного потенциала Зауралья. Его деградация опасна как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективах, поскольку владение им является стратегическим преимуществом России в конкурентном, турбулентно развивающемся мире XXI века. Сохранению указанного преимущества, собственно, и посвящена настоящая статья, и первый шаг по анкетированию группы экспертов, описанный выше в рамках методологии неосистемного подхода, отвечает на вопрос «ЧТО?» применительно к АЕР. Тем самым раскрывается верхний слой радикальной (невероятной) неопределенности, а исходная проблемная ситуация из не-структурированной превращается в слабоструктурированную [5].

3. Решение проблемы: второй шаг

Будем различать проектный и программный подходы к решению любых сложных и крупномасштабных проблем. Отечественная хозяйственная практика, а также, к сожалению, нередко и наука эти подходы не различают, что приводит к не адекватному сложности проблемы выбору средств ее решения. Без малого четверть века тому назад об этом писал М.В. Рац [6], но, к сожалению, не был услышан «младореформаторами», ратовавшими в то время за «Россию регионов». В этой пионерной публикации было указано на решающее различие проектного и программного подходов: первый ввиду холистской своей природы в принципе не годится для оценки крупномасштабных комплексных программ, при оценке которых «слишком велик элемент неопределенности».

Экология АЕР, на наш взгляд, является типичным примером такого рода. Действительно, после экологических перипетий этого (2020) года в норильской тундре Госдума РФ готовит решения, как более эффективно делить средства на компенсацию экологических ущербов, полученных государст-

вом от Норникеля и аффилированных с ним структур-разрушителей природного комплекса низовий Енисея. С точки зрения проектного подхода все правильно: нанес государству-собственнику водных ресурсов ущерб, локализованный по месту и времени, плати государству как пострадавшей стороне. Однако открытым остается вопрос: как государство распределит полученную компенсацию между многочисленными очагами техногенных травм, нанесенных природе в разных регионах страны? Все отдаст, например, на восстановление водных объектов Нижней Волги или Байкала вместе с Ангарой и питающими озеро реками? И как взвесит текущие выгоды от «правильной» распределительной политики с долгосрочными последствиями решений, принятых «здесь и сейчас»? Проектный подход ответов на такие вопросы не дает (см., например, [7]), поскольку по своей природе локален. Цели любых проектов по определению жестко фиксированы, так же как и продолжительность их жизненных циклов. В то время как продолжительность жизненных циклов природных комплексов вроде АЕР, образовавшихся эволюционно вокруг рек, можно считать бесконечной. Для таких объектов, опять же по определению, адекватным средством решения экологических проблем является *программа*, цели которой могут ситуативно меняться, а продолжительность жизненного цикла, как правило, не оговаривается, она тоже может изменяться по обстоятельствам.

Рациональная логика подсказывает, что подходы следует согласованно сочетать, но как: под эгидой государства как активного актора проведения социальной и природосберегающей политики, или государства – «ночного сторожа», поведение которого рыночно эффективно, но нередко антисоциально и антиэкологично? История показывает, что выбор точки компромисса зависит от эффективности хозяйственно-политического механизма функционирования и развития конкретного государства. Чем мощнее этот механизм, построенный на конкуренции всех со всем, тем проектный подход как инструмент решения социальных и экологических проблем децентрализованного государства более соответствует его интересам и возможностям. Если же речь (подчеркнем: при прочих равных) идет о слабой экономике централизованного государства, то лучшим выбором является программный подход, в рамках которого государство имеет возможность концентрировать ограниченные ресурсы на ситуационно приоритетных целях.

Под таким углом зрения на втором шаге нами был проанализирован Национальный проект «Экология России» (далее – НПЭР) в составе 11 федеральных проектов [8]. Из самих названий экологических мероприятий следует, что они будут проводиться в рамках проектного подхода. Это означает (с точки зрения вышеприведенной теории), что российские власти полагают экономику страны эффективно функционирующей и проектный подход адекватным такому ее качеству (по крайней мере на среднесрочном интервале). Примем для начала эту сильную предпосылку в качестве *базовой* и на ней построим дальнейший анализ.

Начнем анализ НПЭР, опираясь на его описание в паспорте проекта [9]. Структуру и состав проекта представим с помощью рис. 2, следуя при этом работе [10].

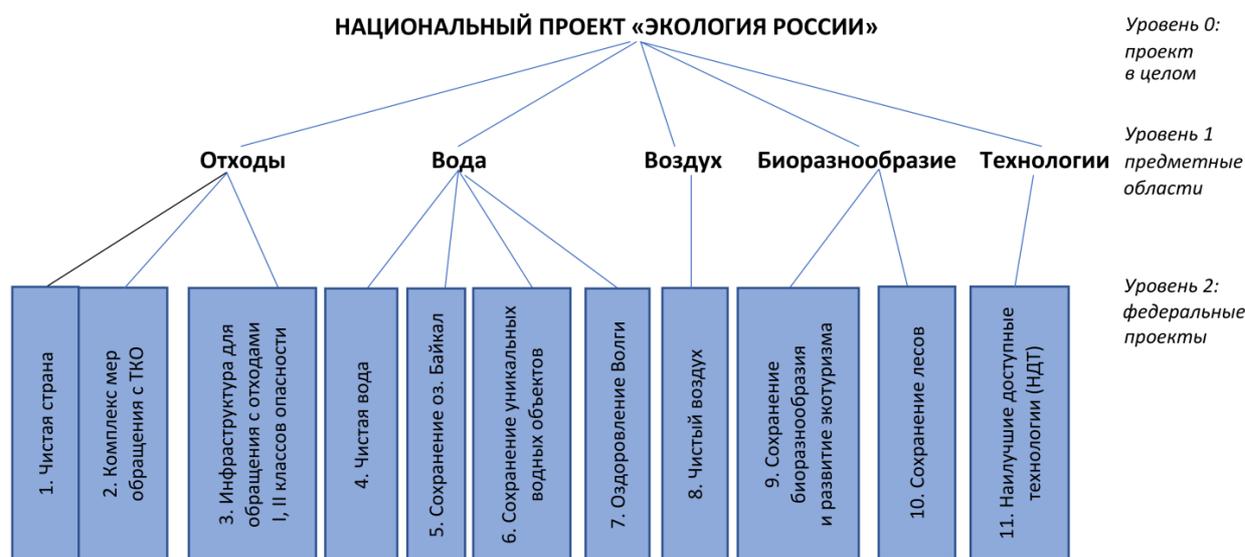


Рис. 2. Структура НПЭР как иерархия по входимости
Fig. 2. The structure of the NPER as a hierarchy of inputs

Трансформируем структуру проекта на рис. 2 в систему «цели – средства» НПЭР (рис. 3) и квантифицируем полученное дерево целей методом «снизу – вверх» (см., например, [11, с. 55–57, 126, 127]). Для этого используем данные п. 5. «Финансовое обеспечение реализации национального проекта» из Паспорта национального проекта «Экология» [9]¹ и вербальную формулировку проблемы (как она понята нами) из Указа Президента РФ В.В. Путина «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [3].

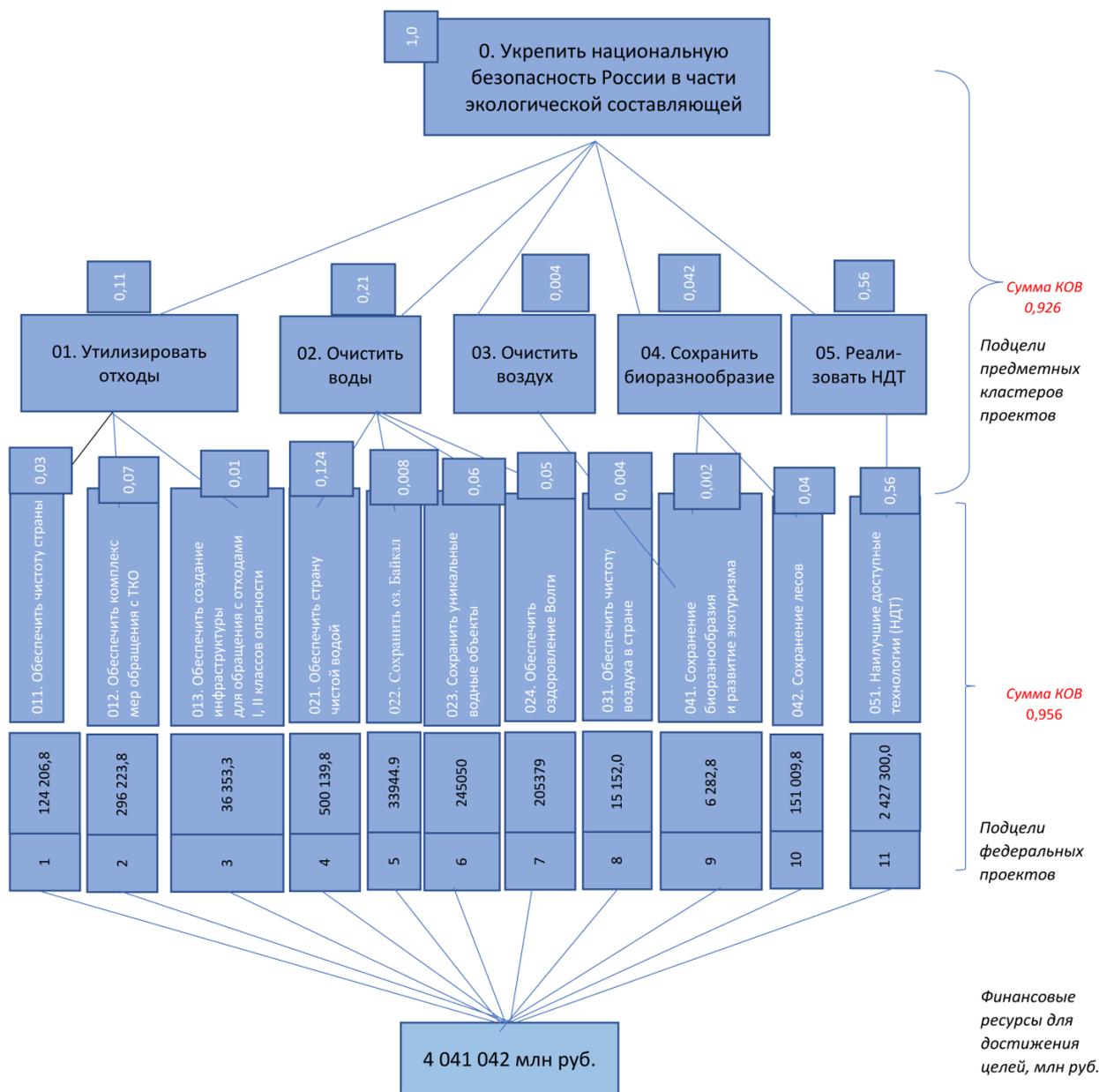


Рис. 3. Система «цели – средства» НПЭР
Fig. 3. The “goals – means” system of the NPER

Используя названные первоисточники, мы с помощью рис. 1 и 2 осуществили на рис. 3 первичную структуризацию проблемы, когда цели и средства по возможности четко разделены и частично квантифицированы. Очевидно, что в 11 федеральных проектах НПЭР отсутствует представленный в явной форме проект, касающийся Енисея так, как это сделано в отношении Волги и оз. Байкал. Даже если затраты на подобный проект для Енисея по умолчанию входят в сумму за-

¹ Утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16).

Управление в социально-экономических системах

трат по проектам 4 и 6 из кластера «Чистые воды» на рис. 3, то неясно, какая доля этой суммы предназначена для Енисея и АЕР.

В табл. 3 представлены данные, заимствованные из Паспорта НПЭР, в виде цепочки операций (элементарной сети) по освоению средств, выделенных на каждый год (V_i) реализации программы². Это один из возможных вариантов, у которого эпюра затрат средств сдвинута к концу жизненного цикла НПЭР, и такая динамика вложений, естественно, минимизирует сумму дисконтированных затрат (V_{\min}^D).

Освоение средств в поздние сроки

Таблица 3

Late disbursement of funds

Table 3

Годы	2019	2020	2021	2022	2023	2024
V_i , млн руб.	221 533,3	528 693,7	659 196,4	892 258,9	889 565,5	849 794,2

$$V_{\min}^D = \sum_{i=1}^6 \frac{V_i}{(1+r)^i} = 2\,505\,179,56,$$

где r – ставка дисконтирования для проекта, равная 13 %³.

Осуществив все операции НПЭР в ранние сроки свершения, получаем распределение средств, максимизирующее сумму дисконтированных затрат (V_{\max}^D) (табл. 4).

Освоение средств в ранние сроки

Таблица 4

Early disbursement of funds

Table 4

Годы	2019	2020	2021	2022	2023	2024
V_i , млн руб.	865 023,50	899 325,10	850 544,60	622 541,90	502 410,50	301 196,40

$$V_{\max}^D = \sum_{i=1}^6 \frac{V_i}{(1+r)^i} = 2\,858\,456,17.$$

Вложения с поздним сроком осуществления характеризуют напряженный план, так как у всех операций отсутствуют резервы времени для освоения годовых затрат в полном (запланированном) объеме. Этот план имеет самую высокую степень риска недостижения конечных целей проекта. Соответственно, план с вложениями, осуществленными в ранние сроки, имеет минимальную степень риска недостижений конечных целей проекта среди всех других распределений выделенных суммарных средств. Таким образом, возникает двухкритериальная задача управления затратами средств, математическая модель которой выглядит следующим образом.

Пусть k -й вариант финансирования проекта характеризуется соответствующей динамикой затрат средств V_k^t в t -й период, при этом варианты, представленные в табл. 3 и 4, являются «крайними», имеющими минимальную (V_{\min}^D) и максимальную (V_{\max}^D) сумму дисконтированных затрат. Остальные варианты имеют промежуточные объемы резервов времени у не критических операций (T^k) и, соответственно, суммы дисконтированных затрат в интервале от (V_{\min}^D) до (V_{\max}^D).

$\sum_i V_k^t = Q$; T_i^p , T_i^n – значения ранних и поздних сроков свершения i -х событий графика выполнения операций; T_i^k – значения сроков свершения i -х событий k -го варианта финансирования. Тогда

$$T^k = \sum_i (T_i^n - T_i^k).$$

² Далее используется терминология, принятая в сетевом планировании.

³ Такая ставка дисконтирования является средневзвешенной стоимостью капитала (weighted average cost of capital – WACC).

T^k является оценкой риска невыполнения сроков строительства (максимальное значение T^k соответствует минимальной степени риска). Требуется определить такой вариант выполнения проекта и соответствующие ему объемы средств, которые обеспечат минимум суммы дисконтированных затрат для заданного уровня риска или минимальный размер риска для ожидаемого значения суммы дисконтированных затрат.

Таким образом, требуется найти:

$$x_k = \begin{cases} 1, & \text{если происходит вложение средств по } k\text{-му варианту проекта,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

при ограничениях:

$$T_i^p \leq T_i^k \leq T_i^n, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n V_k^t \cdot x_k = Q. \quad (2)$$

Целевые функции:

минимизация суммы дисконтированных затрат:

$$F_1 = \sum_{t=0}^T \left(\sum_{k=1}^n x_k \cdot V_k^t \right) (1+r)^{-t} \rightarrow \min; \quad (3)$$

минимизация риска:

$$F_2 = \left(\sum_{k=1}^n x_k \cdot T^k \right) \rightarrow \max. \quad (4)$$

При решении поставленной задачи используем метод последовательных уступок, который заключается в следующем: сначала решаем задачу (1)–(3), не учитывая второй критерий (4). Получаем решение $\{x_k(1)\}$ при значении первой целевой функции F_1^1 . Затем вычисляем значение 2-го критерия F_2^1 при полученном решении. Увеличиваем значение первого критерия (например, на 5 %) – $F_1^2 = 1,05F_1^1$ и переводим его в ограничение:

$$\sum_{t=0}^T \left(\sum_{k=1}^n x_k \cdot V_k^t \right) (1+r)^{-t} \leq F_1^2. \quad (5)$$

На втором этапе решается исходная задача (1)–(2) при дополнительном ограничении (5), в которой максимизируется вторая целевая функция (4). В результате получается новое решение $\{x_k(2)\}$, у которого значение первой целевой функции будет $F_1^2 \geq F_1^1$, а второго критерия – $F_2^2 \leq F_2^1$. Продолжая этот пошаговый процесс, получим последовательно набор решений $\{x_k(1)\}$, $\{x_k(2)\}, \dots, \{x_k(N)\}$, имеющих соответствующие значения критериев.

Каждое полученное решение этого набора является Парето-оптимальным, образуя множество вариантов, которые могут быть приняты к реализации. Полученная упорядоченная последовательность вариантов проекта обладает следующим свойством: каждый последующий вариант имеет большую сумму дисконтированных затрат, при этом убывает риск невыполнения программы в запланированные сроки. Выбранные варианты наглядно показывают тесную взаимосвязь между суммой дисконтированных затрат и риском и дают возможность принять Парето-мотивированный вариант проекта. Представленная выше постановка задачи выбора варианта проекта обеспечивает выбор объема годовых инвестиций в него – V_k^t .

Но как выбранная динамика распределения средств скажется на надежности достижения экологических целей НПЭР к завершающему году жизненного цикла проекта? Оказывается, по-разному, если результаты (выгоды) проекта оценивать с помощью понятия «антихрупкость», введенного в научный оборот Н. Талебом [12]. Действительно, если предположить, что функция выгод от годовых затрат средств имеет простейшую квадратичную форму (т. е. она выпукла), то элементарные расчеты по Талебу (возьмем для примера план с минимальной суммой дисконтированных затрат, представленный в табл. 3) дают следующий результат:

$$M[(\bar{V}_i)]^2 = 453\,611\,679\,049,00.$$

Среднее значение функции:

$$M(\bar{V}_i^2) = 512\,122\,805\,162,44.$$

Разность $512\,122\,805\,162,44 - 453\,611\,679\,049,00 = 58\,511\,126\,113,44$ является скрытой выгодой от антихрупкости данной динамики финансирования НЭПР.

Разность между этими величинами при данной функции выгод есть дисперсия от годовых затрат средств, которая может быть вычислена для каждого k -го варианта распределения средств и введена в математическую модель в качестве третьего критерия.

Введение дополнительного показателя «антихрупкость» позволяет получить числовую оценку аллокативной эффективности распределения средств НЭПР во времени при точечном, преимущественно техническом подходе. Тем не менее при всех достоинствах числовых оценок крупномасштабных экологических программ качественный анализ пространственного аспекта проблемы остается неотъемлемой частью системной оценки. Выше дано описание системного синтеза разных подходов к оценке программы восстановления и сохранения природного комплекса Енисея как скелетной основы эколого-ассимиляционного потенциала АЕР. К полученным результатам следует относиться с *максимальной осторожностью*, памятуя, что проблема учета фактора неопределенности многоаспектна и нами рассмотрен лишь ее частный случай в рамках парадигмы Я. Корнаи.

4. Решение проблемы: третий шаг

В отличие от двух первых, где рассматривались результаты проведенных модельных экспериментов с помощью вербальных и частично оцифрованных моделей системного анализа на конкретном примере НЭПР, данный шаг в известной степени носит гипотетический характер. Объясняется такое определение следующим образом. Если обратиться к начальному сюжету статьи, то логическим результатом третьего шага должно стать создание гибридной модели оценки крупномасштабных экологических проектов из логико-эвристической модели, базирующейся на экспертной информации, и экономико-математической модели (ЛЭМ + ЭММ) и описание результатов модельных экспериментов с ее помощью. Аналоги подобных моделей созданы с участием авторов, и они работают, например, при оценке крупномасштабных железнодорожных проектов, но, к сожалению, специфика экологических проблем и программ в них не учтена. Имеется в виду семейство полудинамических оптимизационных моделей ОМММ (Оптимизационные Межрегиональные Межотраслевые Модели), в разной степени апробированное при решении задач мезоуровня как в плановой, так и в рыночной экономиках [13–15].

Более того, на базе одной из версий семейства ОМММ разработана медико-эколого-экономическая модель (МЭЭМ) и с ее помощью осуществлен сценарный анализ развития субъектов Азиатской части России [16]. Однако использовать МЭЭМ на третьем этапе наших расчетов пока невозможно из-за несовпадения набора анализируемых в ней показателей с набором показателей нашей ЛЭМ, а также по причине различной архитектуры программных комплексов ОМММ и МЭЭМ. В настоящее время нами активно проводятся «стыковочные» мероприятия и совершенствование указанных моделей с ориентацией на конечную цель: создать гибридную модель оценки последствий реализации крупномасштабных экологических программ. Главная трудность состоит в нахождении универсального способа учета фактора радикальной неопределенности, и авторам настоящей статьи в своих исследованиях удалось продвинуться лишь в некоторых частных случаях. Поиск универсального подхода осуществляется в рамках технологии больших данных (Big Data). Исход поиска сегодня предсказать невозможно; именно поэтому третий шаг исследования, освещаемого в статье, следует считать гипотетическим.

Литература

1. Корнаи, Я. Системная парадигма / Я. Корнаи // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 4–22.
2. Клейнер, Г.Б. Эволюция институциональных систем / Г.Б. Клейнер. – М.: Наука, 2004. – 240 с.
3. <http://government.ru/docs/all/111285/> (дата обращения: 18.08.2020).
4. Бандман, М.К. Избранные труды и продолжение начатого / М.К. Бандман; под ред. д.э.н. В.Ю. Малова. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 448 с.
5. Simon, H. The Structure of Ill-structured Problems / H. Simon // Artificial Intelligence. – 1973. – Vol. 4. – P. 181–202.
6. Рац, М. «Белые» и «красные» / М. Рац // Независимая газета. – 08.10.1996. – С. 5.
7. Чаркина, Е.С. Развитие проектного подхода в системе государственного управления: методология, опыт, проблемы / Е.С. Чаркина. – М.: ИЭ РАН, 2017. – 54 с.
8. <https://нацпроектэкология.рф/v-gosdume-obsudili-v-kakoy-byudzhnet-napravlyat-vyplaty-za-ushcherb-ekologii/> (дата обращения: 18.08.2020).
9. Паспорт национального проекта «Экология», утвержденный президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16). – <file:///C:/Users/PC/Desktop/ecology.pdf>.
10. Веницианов, Е.В. (Институт водных проблем РАН). О национальном проекте «Экология» / Е.В. Веницианов. – https://eco-project.org/data/upload/Venicianov_lekciya_po_prektu_Ekologiya.-20200512083929.pdf (дата обращения: 18.08.2020).
11. Кини, Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа // под ред. И.Ф. Шахнова. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
12. Талеб, Н.Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса / Н.Н. Талеб; пер. с англ. Н. Караева. – М.: Колibri, Азбука-Аттикус, 2015. – 768 с.
13. Гранберг, А.Г. Моделирование пространственного развития национальной и мировой экономики: эволюция подходов / А.Г. Гранберг // Регион: экономика и социология. – 2007. – № 1. – С. 87–107.
14. Системное моделирование и анализ мезо- и микроэкономических объектов / отв. ред. В.В. Кулешов и Н.И. Сулов. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. – 488 с.
15. Комплексный подход к оценке общественной эффективности крупномасштабных железнодорожных проектов / Е.Б. Кибалов, И.А. Беспалов, В.Ф. Бузулуцков и др. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2015. – 160 с.
16. Азиатская часть России: моделирование экономического развития в контексте опыта истории / отв. ред. чл.-корр. В.А. Ламин, д.э.н. В.Ю. Малов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – Вып. 34. – 464 с. – (Интеграционные проекты СО РАН).

Гельруд Яков Давидович, д-р техн. наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; gelrud@mail.ru.

Кибалов Евгений Борисович, д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; kibalovE@mail.ru.

Малов Владимир Юрьевич, д-р экон. наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; malov@ieie.nsc.ru.

Поступила в редакцию 17 февраля 2021 г.

PROGRAM AND PROJECT APPROACHES
TO SOLVING LARGE-SCALE ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Ya.D. Gelrud¹, gelrudid@susu.ru,

E.B. Kibalov², kibalovE@mail.ru,

V.Yu. Malov², malov@ieie.nsc.ru

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,

² Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

The article discusses the federal program “Ecology of the Angara-Yenisei region (AYR)”. The description of the systemic synthesis of different approaches to the assessment of the program of restoration and preservation of the natural complex of the Yenisei, as the skeletal basis of the ecological-assimilation potential of AEP is given. The necessity of taking into account the uncertainty factor when evaluating large-scale environmental projects is substantiated. **Purpose of the study.** Show that the effects of large-scale projects affect the very scenario of economic development, in this regard, it is incorrect to use the primitive integration of an alternative (strategy) into the same scenario, it is shown that it is necessary to evaluate the “project – scenario” relationship. **Materials and methods.** The authors propose to use three levels of assessment for evaluating large-scale projects: macro level, meso level and micro level. This classification allows you to gradually reduce the level of uncertainty. The information obtained at the previous level of assessment is the source for the lower level. **Results.** At the first stage, the judgments of the experts were processed using computer products developed at the IEIE. At the second step, the National Project “Ecology of Russia” was analyzed, consisting of 11 federal projects, and a mathematical model was developed for the multicriteria problem of optimal cost management of the project, taking into account the uncertainty factor. The result of the third step was the creation of a hybrid model for assessing large-scale environmental projects from a logical-heuristic model based on expert information and an economic-mathematical model. Analogs of such models, created with the participation of the authors, work in the evaluation of large-scale railway projects. This refers to a family of semi-dynamic optimization models, which have been tested to varying degrees in solving meso-level problems, both in planned and market economies. Moreover, on the basis of one of the versions of this family, a medical-ecological-economic model was developed, and with its help, a scenario analysis of the development of the subjects of the Asian part of Russia was carried out. **Conclusion.** The article provides a brief description of the functionality and the need to use the appropriate mathematical and software tools as the stages of large-scale projects progress from concept to implementation.

Keywords: Angara-Yenisei region, neo-systemic approach, neoclassical mainstream, optimization inter-regional intersectoral models.

References

1. Kornai J. [System paradigm]. *Voprosy ekonomiki*, 2002, no. 4, pp. 4–22. (in Russ.)
2. Kleiner G.B. *Evolutsiya institutsionalnich sistem* [Evolution of institutional systems]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 240 p.
3. Available at: <http://government.ru/docs/all/111285/> (accessed 08.18.2020). (in Russ.)
4. Bandman M.K. *Isbrannye trudy i prodolzhenie nachatogo* [Selected works and continuation of what was begun]. Novosibirsk, IEOPP SO RAN, 2014. 448 p.
5. Simon H. The Structure of Ill-structured Problems. *Artificial Intelligence*, 1973, vol. 4, pp. 181–202.
6. Rat M. [“White” and “red”]. *Nezavisimaya gazeta*, 08.10.1996, p. 5.
7. Charkina E.S. *Razvitie proektnogo podkhoda v sisteme gosudarstvennogo upravleniya: metodologiya, opyt, problemy* [Development of the project approach in the public administration system: methodology, experience, problems]. Moscow, IE RAN, 2017. 54 p.
8. Available at: <https://нацпроектэкология.рф/v-gosdume-obsudili-v-kakoy-byudzhet-napravlyat-vyplaty-za-ushcherb-ekologii/> (accessed 08.18.2020). (in Russ.)

9. *Pasport natsional'nogo proyekta "Ekologiya", utverzhdenyyu prezidiumom Soveta pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii po strategicheskomu razvitiyu i natsional'nym proyektam (protokol ot 24 dekabrya 2018 g. No. 16)* [Passport of the national project "Ecology", approved by the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects (protocol of December 24, 2018 No. 16)]. Available at: file:///C:/Users/PC/Desktop/ecology.pdf.

10. Venitsianov E.V. (Institute of Water Problems RAS). [On the national project "Ecology"]. Available at: https://eco-project.org/data/upload/Venicianov_lekciya_po_prektu_Ekologiya.-20200512083929.pdf (accessed 08/18/2020). (in Russ.)

11. Keene R.L., Raifa H. *Prinyatie reshenii pri mnogikh kriteriyakh: predpochteniya i zamesheniya* [Decision-making under many criteria: preferences and substitutions]. Moscow, Radio and communication, 1981. 560 p.

12. Taleb N.N. *Antikhrupkost'. Kak izvlech' vygodu iz khaosa* [Antifragility. How to benefit from chaos]. Transl. from Engl. Moscow, CoLibri, Azbuka-Atticus, 2015. 768 p.

13. Granberg A.G. [Modeling the spatial development of the national and world economy: evolution of approaches]. *Region: ekonomika i sotsiologiya*, 2007, no. 1, pp. 87–107. (in Russ.)

14. Kuleshov V.V., Suslov N.I. (Eds.). *Sistemnoe modelirovanie i analiz mezo- i mikroekonomicheskikh ob'ektov* [System modeling and analysis of meso- and microeconomic objects]. Novosibirsk, Sib. department, IEOPP SD RAS, 2014. 488 p.

15. Kibalov E.B., Bespalov I.A., Buzulutskov V.F. et al. *Kompleksnyi podkhod k otsenke obshchestvennoi effektivnosti krupnomasshtabnykh zheleznodorozhnykh projektov* [An integrated approach to assessing the social efficiency of large-scale railway projects]. Novosibirsk, Publishing house of SGUPS, 2015. 160 p.

16. Lamin V.A., Malov V.Yu. (Eds.). *Aziatskaya chast' Possii: modelirovanie ekonomicheskogo razvitiya v kontekste opyta istorii* [The Asian part of Russia: modeling economic development in the context of the experience of history]. Novosibirsk, Publishing house of the SB RAS, 2012, iss. 34. 464 p. (Integration projects of the SB RAS).

Received 17 February 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гельруд, Я.Д. Программный и проектный подходы при решении крупномасштабных экологических проблем / Я.Д. Гельруд, Е.Б. Кибалов, В.Ю. Малов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2021. – Т. 21, № 2. – С. 58–69. DOI: 10.14529/ctcr210206

FOR CITATION

Gelrud Ya.D., Kibalov E.B., Malov V.Yu. Program and Project Approaches to Solving Large-Scale Environmental Problems. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 58–69. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr210206