**КИБАЛОВ
Евгений
Борисович**

Доктор экономических наук,
главный научный сотрудник
Института экономики
и организации
промышленного
производства СО РАН,
проспект Академика
Лаврентьева, 17,
Новосибирск, Россия, 630090

**KIBALOV
Evgeny
Borisovich**

Doctor of economics, chief
researcher
Institute of Economics and
Industrial Engineering SB RAS,
17, Academician Lavrentyev
Avenue, Novosibirsk, Russia,
630090

kibalovE@mail.ru

© Кибалов Е.Б., Малов В.Ю.,
Шибикин Д.Д., 2021

УДК 332.1

**ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ
АНГАРО-ЕНИСЕЙСКОГО РЕГИОНА**

Ангаро-Енисейский регион дислоцирован на территории водосбора р. Енисей и вместе с другими великими реками Сибири и Дальнего Востока образует эколого-ассимиляционный потенциал Зауралья. Его сохранение и развитие являются элементами национальной безопасности России. Под таким углом зрения критически анализируется национальный проект «Экология». Предлагается в его составе выделить и реализовать реконвалисцентную программу по решению экологических проблем р. Енисей и Ангаро-Енисейского региона. Первый, научно-исследовательский этап такой программы рекомендуется осуществить академической науке за счёт государственных источников финансирования, а средства бизнеса привлечь на следующих этапах её развёртывания. Демонстрируются элементы научного инструментария обоснования предлагаемой программы, разработанные к настоящему времени в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН.

Ангаро-Енисейский регион, логико-эвристическая модель, инвестиции в экологию, целевая функция

**OPTIONS FOR SOLVING
THE ECOLOGICAL PROBLEM
OF THE ANGARA-YENISEI REGION**

The Angara-Yenisei region is located on the territory of the Yenisei catchment area and together with other great rivers of Siberia and the Far East forms the ecological and assimilation potential of the TRANS-Urals. Its preservation and development are an elements of Russia's national security. From this point of view, the national project «Ecology» of Russia is critically analyzed, and it is proposed to identify and implement a re-qualification program to solve the environmental problems of the Yenisei and the Angara-Yenisei region. The first, research stage of such a program is recommended to be implemented by academic science at the expense of state sources of funding, and business funds should be attracted at the following stages deployment of the program. The elements of the scientific tools for substantiating the proposed program that have been developed so far in the Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS are demonstrated.

Angara-Yenisei region, logical-heuristic model, investments in ecology, objective function

**МАЛОВ
Владимир
Юрьевич**

Доктор экономических наук,
главный научный сотрудник
Института экономики
и организации
промышленного
производства СО РАН,
проспект Академика
Лаврентьева, 17,
Новосибирск, Россия, 630090

**MALOV
Vladimir
Yurievich**

Doctor of economics, chief
researcher
Institute of Economics and
Industrial Engineering SB RAS,
17, Academician Lavrentyev
Avenue, Novosibirsk, Russia,
630090

malov@ieie.nsc.ru

Введение

В данной статье Ангаро-Енисейский регион (АЕР) трактуется не только и не столько как система для решения ресурсных проблем страны, то есть утилитарно [6], но и как один из четырёх базовых природных кластеров Сибири и Дальнего Востока, фундирующих российскую цивилизацию как гуманитарный феномен Российской Азии. Эти кластеры дислоцированы на территориях водосбора рек Обь, Енисей, Лена, Амур и в совокупности образуют фундамент эколого-ассимиляционного потенциала Зауралья. Его деградация стратегически опасна как в краткосрочной, так и долгосрочной перспективе, поскольку владение им является преимуществом России в конкурентном, турбулентно развивающемся мире XXI в. Одной из важнейших проблем при этом является сохранение экологической устойчивости АЕР, что и составляет содержание настоящей статьи.

В отличие от канонов традиционного системного анализа и сценарного подхода, разработанных в 50–60-е гг. прошлого века в США, мы рассматриваем экологическую проблему АЕР не только как межотраслевую и межрегиональную внутрироссийскую, но и как межпарадигмальную, то есть на более высоком уровне общности, следуя установкам системной парадигмы Я. Корнаи [5]. Суть парадигмы в том, что крупномасштабные многоаспектные проблемы и проекты их решения должны рассматриваться в различных парадигмах в спектре «марксистская – неоклассический мейнстрим», а выводы о предпочтительных способах решения проблем следует делать с максимальной осторожностью, принимая во внимание фактор неопределённости последствий, определяемых нередко ошибочно. В рамках указанной парадигмы традиционный системный анализ трансформируется в так называемый неосистемный подход [4], который с точки зрения научного содержания не только отличается широтой охвата рассматриваемых явлений от «канонического» системного подхода, но и структурой исследовательского инструментария. Главным инструментом анализа сложных проблем и синтеза вариантов их решения считаются логико-эвристические модели, информационно опирающиеся на суждения экспертов, а экономико-математические модели, использующие преимущественно статистическую информацию, оставаясь в арсенале учёных, занимают более скромное место по сравнению с парадигмой неоклассического мейнстрима со времён Дж. Кейнса.

В статье предлагается обосновать, разработать и реализовать федеральную реконвалисцентную (лечебную) программу с условным названием «Экология АЕР». Важным условием такой разработки, конечно, является бережное от-

Шибикин Дмитрий Дмитриевич

Старший преподаватель
Сибирский государственный
университет путей
сообщения,
ул. Дуси Ковальчук, 191,
Новосибирск, Россия, 630049

**SHIBIKIN
Dmitry
Dmitrievich**

Senior lecturer
Siberian Transport University,
191, Dusi Kovalchuk Street,
Novosibirsk, Russia, 630049

wanderer-di.di@ya.ru

ношение к действующему механизму функционирования и развития АЕР, чтобы гарантировать эффективность сложившейся системы. Это тем более важно в условиях санкционной войны против России, определяющей контуры внешней среды для программы.

В рамках внутрироссийского внутреннего контура программы «Экология АЕР» основным игроком является ПАО «ГМК «Норильский никель», которым в 2019 г. представлена стратегия развития до 2030 г., в том числе в приполярной части АЕР¹. В стратегии уделено особое внимание экологии и устойчивому развитию мест дислокации ключевых активов крупнейшего в мире производителя палладия и никеля. В частности, планируется поэтапно реализовать так называемый Серный проект, в который за 10 лет будет вложено около 3,5 млрд долларов США. При этом предусмотрено, что техногенные воздействия на природу арктической тундры будут сведены к минимуму.

Однако недавние события² дают основания для сомнений в реализуемости намерений в экстремальных природно-климатических условиях Крайнего Севера России. Можно было бы считать выброс 21 тыс. т дизтоплива в реки и озёра окружающей г. Норильск тундры с реальной угрозой загрязнения Карского моря случайностью, если бы она не вскрыла стратегическую угрозу: просадку свайного поля под воздействием растепления вечной мерзлоты из-за климатических изменений в условиях глобального потепления.

Существенной проблемой является развитие Нижнего Приангарья, совместно с оз. Байкал и питающими его реками, образующими единую экономико-экологическую систему. Ещё в 2013 г. большая группа экологов и экономистов отмечала, что необходимо «...оптимизировать попуски через гидроузел [Богучанской ГЭС] для снижения экологического воздействия на экосистемы» и «провести стратегическую оценку планов промышленного освоения Нижнего Приангарья (в частности, инвестиционных проектов «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» и «Ангаро-Енисейский кластер») с позиций определения экологической ёмкости территорий и обеспечения экологически устойчивого развития региона»³.

¹ «Норникель»: впереди десять лет экологической ответственности. URL: https://expert.ru/2019/11/19/nornikel_-vpered-i-desyat-let-ekologicheskoy-otvetstvennosti/ (дата обращения: 11.11.2020).

² Самитова А. Удар по Потанину и северному оленю: что на самом деле произошло в Норильске. URL: https://nsk.tsargrad.tv/articles/udar-po-potaniu-i-severnomu-olenju-chto-na-samom-dele-proizoshlo-v-norilске_258413 (дата обращения: 11.11.2020).

³ Колотов А.А. Обеспечить экологическую безопасность Нижнего Приангарья. URL: <https://aakolotov.livejournal.com/24710.html> (дата обращения: 11.11.2020).

Через четыре года последовал Указ Президента РФ «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»¹, в котором фиксировалась катастрофическая экологическая ситуация в России по состоянию на 2017 г. Территории концентрации экологического неблагополучия в нём 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 уровнях².

Во исполнение данного указа был утверждён национальный проект «Экология» (НПЭ)³. Наш анализ показал, что НПЭ с точки зрения методической есть не что иное, как наследник Ангаро-Енисейского проекта, с той разницей, что тот проект, будучи частью плана ГОЭЛРО, во всех его редакциях разрабатывали известные российские учёные и эксперты Госплана СССР, а разработчики нацпроекта не персонифицированы, и как ими учитывался фактор неопределённости при оценке общественной эффективности проектных мероприятий – непонятно. Далее особенности этого проекта мы проанализируем подробно, сейчас же продолжим в хронологической последовательности структурировать проблему экологии России, вмещающую и экологию АЕР.

В июне 2019 г. на Петербургском международном экономическом форуме Президент РФ поручил Правительству РФ вместе с РАН и Русским географическим обществом подготовить до середины сентября предложения о развитии научного и промышленного потенциала Сибири. Во исполнение этого поручения Президиум РАН направил предложения в Правительство РФ.

Дальнейшая судьба этих предложений неизвестна. Поэтому можно предположить, что предложения РАН открыты до сих пор не только для корректировок «сверху», но и «снизу». В данной статье предлагаются корректировки последнего типа и затрагиваются как методологические, методические, так и инструментальные составляющие стратегии опережающего развития АЕР в части обеспечения экологической безопасности этого срединного региона России.

Постановка проблемы

Будем различать проектный и программный подходы к решению любых сложных и крупномасштабных проблем. Отечественная хозяйственная практика, а нередко и наука, эти подходы не различают, что приводит к выбору средств решения проблемы, неадекватному её сложности. Экология АЕР, на наш взгляд, является типичным примером такого рода. Действуя реактивно, Госдума РФ после экологических перипетий 2020 г. в норильской тундре готовит решения как более эффективно делить средства на компенсацию экологических ущербов, полученных государством от ПАО «ГМК «Норильский никель» и его аффилированных лиц в случае разрушения ими природного комплекса низовий р. Енисей. С точки зрения проектного подхода этот принцип верен. Ущерб, нанесённый государству-собственнику водных ресурсов,

¹ Указ Президента РФ № 176 от 19 апреля 2017 г.

² В июле 2020 г. внесены изменения в Указ Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», развивающий и уточняющий некоторые положения Стратегии экологической безопасности РФ. Однако методологическая и методическая основы в стратегическом документе остались прежними, поэтому в дальнейшем мы ссылаемся только на Указ Президента РФ № 176 от 19 апреля 2017 г.

³ См. Паспорт национального проекта «Экология» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.).

локализованный по месту и времени, должен быть возмещён. Однако открытым остаётся вопрос о распределении полученной компенсации между многочисленными очагами техногенных травм, нанесённых природе в разных регионах страны. Всё отдать, например, на восстановление водных объектов р. Нижней Волги или оз. Байкал вместе с р. Ангарой и питающими озеро реками? И как взвесить текущие выгоды от «правильной» распределительной политики с долгосрочными последствиями решений, принятых «здесь и сейчас»? Проектный подход ответов на такие вопросы не даёт (см., например, [10]), поскольку по своей природе локален, даже если называть проект крупномасштабным (национальным, как НПЭ). Цели любых проектов по определению жёстко 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 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.

Максимально эффективно согласование подходов. Это можно делать под эгидой государства как активного актора проведения социальной и природосберегающей политики, либо при выполнении государством роли «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 государства¹. Чем мощнее этот механизм, построенный на конкуренции всех со всеми, тем проектный подход как инструмент решения социальных и экологических проблем децентрализованного государства более соответствует его интересам и возможностям. Если же речь (при прочих равных) идёт 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 нами был проанализирован упоминавшийся выше НПЭ в составе 11 федеральных проектов². Из самих названий экологических мероприятий следует, что они будут проводиться в рамках проектного подхода. Это означает (с точки зрения теории), что российские власти полагают экономику страны эффективно функционирующей и проектный подход адекватным такому её качеству (по крайней мере, на среднесрочном интервале). Примем для начала эту сильную предпосылку в качестве базовой и на ней построим дальнейший анализ.

Начнём анализ НПЭ, опираясь на его описание по состоянию на 1 ноября 2020 г. Нацпроект является средством реализации идей, заложенных в Стратегии экологической безопасности РФ (рис. 1).

Следуя [1], детализуем рисунок 1, для чего рассмотрим состав и структуру НПЭ (рис. 2).

Трансформируем структуру нацпроекта в систему «цели – средства» и квантифицируем его дерево целей методом «снизу вверх» (см., например, [3, с. 55–57, 126–127]). Для этого используем данные по разделу 5 «Финансовое обеспечение реализации национального проекта» Паспорта НПЭ и вербальную формулировку проблемы (как она понята нами) из Стратегии экологической безопасности РФ.

¹ Без малого четверть века тому назад об этом писал М. Рац [7], но не был услышан ни «младореформаторами», ратовавшими в то время за «Россию регионов», ни современными авторами НПЭ. Эта пионерная – для России – публикация содержит указание на решающее различие проектного и программного подходов: первый – ввиду холистской своей природы в принципе не годится для оценки крупномасштабных комплексных программ, при которой «слишком велик элемент неопределённости».

² Разъяснения терминов даны в [11].

Рис. 1. НПЭ как средство обеспечения экологической безопасности России

Источники: составлено по: Указ Президента РФ № 176 от 19 апреля 2017 г. «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»; Паспорт национального проекта «Экология» (утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.).

Рис. 2. Структура НПЭ как иерархия по входимости

Примечание. * – твёрдые коммунальные отходы.

Источник: составлено по: [1].

Структуризация проблемы представлена на [рисунке 3](#), где цели и средства по возможности чётко разделены и частично квантифицированы. Очевидно, что в 11 федеральных проектах НПЭ отсутствует представленный в явной форме проект, касающийся р. Енисей, так, как это сделано в отношении р. Волги и оз. Байкал. Даже если затраты на подобный проект по умолчанию входят в сумму затрат по проектам 4 и 6 из кластера «Вода», то неясно какая часть суммы предназначена для р. Енисей и АЕР.

Более того, имеет место неопределённость результатов распределения во времени средств, выделяемых на НПЭ как на единую систему национального уровня. Покажем это.

В [таблице 1](#) приведено *плановое* распределение средств на реализацию НПЭ по годам. Видно, что эпюра затрат средств сдвинута к концу жизненного цикла нацпроекта и такая динамика вложений, естественно, минимизирует сумму дисконтированных затрат. Но как она скажется на надёжности достижения экологических целей к завершающему году жизненного цикла НПЭ? Оказывается, по-разному, если результаты (выгоды) нацпроекта оценивать с помощью понятия «антихрупкость», введённого в научный оборот Н. Талебом [8].

Рис. 3. Система «цели – средства» НПЭ

Примечания: * –

; ** – наилучшие доступные технологии.

Источники: составлено по: Указ Президента РФ № 176 от 19 апреля 2017 г. «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»; Паспорт национального проекта «Экология» (утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.).

Таблица 1

Варианты распределения финансовых ресурсов по НПЭ, млн рублей

Вариант	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Плановое распределение	221 533,3	528 693,7	659 196,4	892 258,9	889 565,5	849 794,2
Равномерное распределение	673 507,0	673 507,0	673 507,0	673 507,0	673 507,0	673 507,0

Источник: расчёты авторов.

Действительно, если предположить, что функция выгод от ежегодных затрат средств имеет простейшую квадратичную форму (то есть она выпукла), то элементарные расчёты по Н. Талебу дают следующий результат.

Квадрат от ожидаемой отдачи:

$$((221\,533,3 + 528\,693,7 + 659\,196,4 + 892\,258,9 + 889\,565,5 + 849\,794,2) / 6)^2 = \\ = 453\,611\,679\,049,0.$$

Среднее значение функции:

$$(221\,533,3^2 + 528\,693,7^2 + 659\,196,4^2 + 892\,258,9^2 + 889\,565,5^2 + 849\,794,2^2) / 6 = \\ = 512\,122\,805\,162,4.$$

Разность между этими величинами (58 511 126 113,4) является скрытой выгодой от антихрупкости эпюры финансирования НПЭ, показанной на [рисунке 3](#).

Однако ситуация меняется, если функция выгод не так сильно выпукла, как квадратичная в вышеописанном случае (см. [12, с. 448]). Так, целевая функция, получаемая в результате нашей квантификации дерева целей на [рисунке 3](#), линейна и может считаться вырожденной выпуклой (не так сильновыпуклой).

Тогда значением такой функции от среднего будет:

$$(221\,533,3 + 528\,693,7 + 659\,196,4 + 892\,258,9 + 889\,565,5 + 849\,794,2) / 6 = 673\,507,0.$$

А среднее значение функции будет:

$$(221\,533,3 / 6) + (528\,693,7 / 6) + (659\,196,4 / 6) + (892\,258,9 / 6) + (889\,565,5 / 6) + \\ + (849\,794,2 / 6) = 524\,845,0.$$

Теперь разность между величинами (–148 662,0) говорит о скрытой хрупкости эпюры финансирования НПЭ.

В общем случае, меняя во времени конфигурацию затрат на реализацию НПЭ при линейной функции выгод, получаем оценку надёжности вариантов финансирования. Предположив, например, *равномерное* распределение финансовых ресурсов по годам жизненного цикла нацпроекта, получим годовые затраты в сумме 673 507,0 млн рублей и эпюра финансовых затрат примет вид, как в [таблице 1](#).

В этом случае значение функции от среднего будет:

$$(673\,507,0 + 673\,507,0 + 673\,507,0 + 673\,507,0 + 673\,507,0 + 673\,507,0) / 6 = 673\,507,0.$$

А среднее значение функции будет:

$$(673\,507,0 / 6) + (673\,507,0 / 6) + (673\,507,0 / 6) + (673\,507,0 / 6) + (673\,507,0 / 6) + \\ + (673\,507,0 / 6) = 673\,507,0.$$

Разность между величинами равна 0, что свидетельствует о ненадёжности (низкой аллокативной эффективности) достижения целей НПЭ по критерию антихрупкости.

Введение дополнительного показателя «антихрупкость» позволяет получить количественную оценку аллокативной эффективности распределения средств НПЭ во времени при точечном, преимущественно техническом подходе. Но при всех достоинствах числовой оценки и её отмеченных недостатках, качественный анализ пространственного аспекта задачи показывает, что нерешённой проблемой является неопределённость целевых установок нацпроекта, касающихся восстановления и сохранения природного комплекса р. Енисей как скелетной основы эколого-ассимиляционного потенциала АЕР.

Оставляя в стороне вопрос о скудности средств, выделяемых на решение острых экологических проблем страны вообще, тем не менее важно прояснить, отчего проблема экологии р. Волги выделена в отдельный федеральный проект, а та же проблема р. Енисей – нет. Можно

ли в рамках федерального проекта по оз. Байкал конструктивно решить проблему его спасения вне решения экологической проблемы водосборной площади р. Енисей? Может ли быть решена проблема великой сибирской реки вне рамок проектного подхода.

Для ответа на эти вопросы нами была создана группа экспертов в составе специалистов Института экономики и организации промышленного производства (ИЭиОПП) СО РАН, Сибирского государственного университета путей сообщения Федерального агентства железнодорожного транспорта (СГУПС), Красноярского научного центра СО РАН и представителей зарубежной науки. Суждения экспертов выявлялись методом опроса (анкетирования и личных интервью) и обрабатывались с помощью компьютерных продуктов, разработанных в ИЭиОПП СО РАН и СГУПС. В результате обработки анкет (*рис. 4*) была получена оценочная матрица (*табл. 2*).

Таблица 2

Оценочная матрица вероятностей экологических стратегий АЕР
в сценариях развития России

Экологическая стратегия АЕР	Сценарий развития России		
	1	2	3
A1	0,01	0,56	0,21
A2	0,81	0,13	0,07
A3	0,19	0,32	0,71
Вероятность сценария	0,11	0,38	0,52

Источник: расчёты авторов.

В *таблице 2* нет доминирующей программы, следовательно, имеет место неопределённость, которая вскрывается с помощью критериев оптимальности принятия решений (*табл. 3*).

Таблица 3

Критерии выбора экологической стратегии АЕР в условиях неопределённости

Экологическая стратегия АЕР	Критерий					
	Вальда	Сэвиджа	Гурвица	Байеса	Лапласа	максимума
A1						
A2						*
A3	*	*	*	*	*	

Примечание. * – предпочтительное решение.

Источник: составлено авторами.

Из *таблицы 3* следует, что предпочтительной по всем критериям, кроме критерия максимума, является стратегия «Разработать и принять реконвалисцентную программу решения экологической проблемы АЕР» (A3). Остаётся уточнить, что стоит за понятием «реконвалисцентная» программа применительно к интересующему нас случаю.

Уважаемый эксперт!

На карте-схеме, приводимой ниже, видно, что уже в первых набросках плана ГОЭЛРО (1920 г.) районы Енисейский и Приангарский (Ангаро-Енисейский) выделены как элементы экономико-географической таксономизации России. За прошедшие 100 лет Ангаро-Енисейский регион (АЕР) из малозаселённой и промышленно слабо развитой территории Восточной Сибири превратился в один из главных ресурсодобывчных центров страны и место дислокации энергоёмких производств гражданского и военно-стратегического назначения.

Рис. Карта-схема Ангаро-Енисейского региона в исследованиях по плану ГОЭЛРО (1920 г.)

Источник: Труды Государственной комиссии по электрификации России ГОЭЛРО : Документы и материалы. М.: Соцэкгиз, 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 серединной 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 учётом 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 стратегии АЕР	Сценарии развития России		
	1. Оптимистический	2. Пессимистический	3. Наиболее вероятный
1. Продолжать политику игнорирования экологической проблемы АЕР (A1)	3		
2. Реализовать крупномасштабную программу полного восстановления эколого-ассимиляционного потенциала АЕР (A2)	1		
3. Разработать и принять реконвалисцентную программу решения экологической проблемы АЕР (A3)	2		

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.

Рис. 4. Анкета эксперта

Источник: составлено авторами.

Результаты экспериментальных расчётов по реконвалисцентной программе решения экологической проблемы АЕР

В мировой и отечественной науке методы решения экологических проблем на мега-, макро-, микро- и даже наноуровне проработаны достаточно глубоко, литература по вопросу насчитывает тысячи публикаций. Перечень практически удачных решений экологических проблем значительно скромнее и самым эффективным из них нам представляется опыт американской госкорпорации «Администрация долины реки Теннесси» (Tennessee Valley Authority, TVA) по реализации реконвалисцентной программы природного комплекса бассейна р. Теннесси. Программа исходно задумывалась именно как *лечащая* застойный и *экологически* неблагополучный регион США (см. [9, с. 288–289]). Однако её «внешние» эффекты – социальные, экономические и военно-стратегические – оказались шире первоначально предполагавшихся¹.

¹ Бассейн реки Теннесси (США): пример сотрудничества между штатами долины реки. URL: http://www.cawater-info.net/bk/water_law/5_3.htm (дата обращения: 11.10.2020).

Более того, в политическом аспекте программа, считавшаяся «островком социализма» в капиталистической Америке, выжила и за 90 лет своего существования стала опорным элементом электроэнергетики США.

Сказанное не означает, что модель TVA является неким лекалом для решения экологических проблем р. Енисей и АЕР. Отечественные проблемы специфичны и требуют как критического осмысления зарубежного опыта, так и творческого подхода к использованию собственного научного потенциала. Конкретно речь идёт об оценке *общественной эффективности* крупномасштабных экологических мероприятий, результативные попытки получения которой с учётом фактора *радикальной* неопределённости в известных нам западных первоисточниках не описаны.

Для заполнения образовавшейся лакуны была использована оптимизационная межрегиональная межотраслевая модель (ОМММ), разработанная ещё в годы плановой экономики СССР в ИЭиОПП СО РАН под руководством академика РАН А. Гранберга. На основе этой базовой модели позднее было создано семейство версий и одна из версий, назовём её версией М [2], послужила инструментом для экспериментальных расчётов, результаты которых приводятся ниже.

Цель расчётов состояла в проверке возможности получения количественной оценки зависимости общественной эффективности экономики России от имплантации в неё вариантов финансирования НПЭ. Предполагалось, что целевая функция ОМММ общественную эффективность отражает¹. Задача решалась посредством варьирования объёмов выделяемых финансовых ресурсов с учётом степени «антихрупкости» вариантов (как это показано выше).

Содержательно варианты описываются следующим образом.

Вариант 1 (исходный) при инвестициях в 1 трлн рублей за 6-летний период предполагает отсутствие существенных ограничений на масштабы прироста отраслей АЕР, в том числе превышающие нормативы предельно допустимого выброса (ПДВ) и предельно допустимой концентрации; результат, с которым сравниваются другие варианты по показателю конечного потребления (КП) на 2030 г., понимаемый как целевая функция модели, – 67,2 трлн рублей (здесь и далее расчёты выполнены в ценах 2010 г.) (см. [рис. 5](#)).

Вариант 2 при инвестициях в 2 трлн рублей предполагает сокращение допустимых масштабов темпов прироста наиболее «вредных» отраслей в среднем в 2 раза. Результат ожидаемый: сокращение КП на 0,5 трлн рублей, то есть до 66,7 ([табл. 4](#)). Показательно, что прироста по большинству из этих отраслей в каких-либо других регионах не происходит. Выделенные отрасли, как правило, энергоёмкие, то есть именно эффект дешёвой энергетики в АЕР оказывает решающее влияние на выбор места размещения новых энергоёмких объектов промышленности. Собственно, как это и было предсказано ещё в 30-е гг. прошлого века Н. Колосовским и его коллегами по Ангаро-Енисейской проблеме. Некоторый прирост в других регионах связан с выполнением требований (по условиям модели) восстановления экспортного потенциала РФ из-за сокращения продукции АЕР, предназначенной на экспорт. Эффект от улучшения экологической обстановки в регионах АЕР оценивать *количественно*

¹ Целевая функция ОМММ, значения которой фиксируются по оси ординат на [рисунке 5](#), является конкретизацией упомянутой выше базовой модели и содержательно описывается как критерий оптимизации по показателю КП следующим образом: в составе конечной продукции выделяется постоянная и переменная части; постоянная часть включает минимально необходимые объёмы продукции для непроизводственного потребления, накопления, возмещения выбытия основных фондов, внешнеторгового обмена; переменная часть конечной продукции максимизируется в заданном ассортименте при ограничениях, обеспечивающих плавность изменения структуры потребления [2, с. 201, 238, 314].

в рамках данной модели не предполагается. Оценить, стоит ли сохранение здоровья населения и чистоты природы АЕР 500 млрд рублей не дополученного КП, предлагается соответствующим экспертам, возможно, разнопрофильным.

Таблица 4

Сравнительная характеристика вариантов финансирования
на конец расчётного периода (2030 г.) *

Территория	Отрасль	Вариант 1 (исходный) (КП – 67,2 трлн рублей)	Вариант 2 (КП – 66,7 трлн рублей)
		Среднегодовой коэффициент роста (результат), раз	Среднегодовой коэффициент роста (верхняя граница), раз
Иркутская область	Целлюлозно-бумажная	1,023	1,012
	Нефтепереработка	1,050	1,025
	Цветная металлургия	1,046	1,023
	Химическая	1,023	1,012
Красноярский край	Целлюлозно-бумажная	1,037	1,018
	Нефтепереработка	1,080	1,040
	Цветная металлургия	1,044	1,022
	Теплоэнергетика	1,056	1,028

Примечание. * 2020 = 1,000.

Источник: расчёты авторов.

Прирост мощностей по сравнению с *вариантом 1* наблюдается в европейской части России (нефтепереработка), Тюменской области (целлюлозно-бумажная отрасль и нефтедобыча) и Забайкальском крае (цветная металлургия). Потерю ежегодного КП в 0,5 трлн рублей мы понимаем как *общественно необходимые издержки* для реализации более значимых (чем материальное потребление) целей общества в регионах азиатской части России. Применяемый для этих оценок инструментарий показывает, что предлагаемый вариант прогноза обеспечивает минимальные народнохозяйственные издержки.

Есть ещё *вариант 1* (минимальный), имитирующий «разрешение» использовать верхние границы ограничений (как и по *варианту 1* – исходному – в [таблице 4](#)) при условии задействования «природосберегающих» проектов на выделенные суммы. Его имитация даёт оценку вложений во внедрение экологически чистых (насколько это возможно по нормативам ПДВ) технологий «вредных» объектов АЕР в целях сохранения возможностей продолжения наращивания мощностей этих объектов (отраслей) в АЕР ради использования эффекта дешёвой энергетики. Расчёты показали, что годовые вложения по 83 млрд рублей в технологические усовершенствования «вредных» отраслей в Иркутской области и Красноярском крае сократят КП только на 180 млрд рублей, а не на 500. Другими словами, 166 млрд рублей, потраченные на совершенствование технологий в отраслях АЕР, позволяют сократить «потери» КП (если сохранение здоровья можно сравнивать с объёмами дополнительного потребления мяса, тканей и других потребительских товаров) на 320 млрд рублей. Конечно, здесь необходимы достоверные данные о том, сколько инвестиций потребуют новые технологии, обеспечивающие снижение ПДВ.

В вариантах 3 и 4 (рис. 5) предполагалось в течение 6 лет инвестировать 3 и 4 трлн рублей соответственно (от 0,332 до 0,667 трлн рублей в год); условно считалось, что все вложения осуществляются в форме создания здесь нового оборудования для «вредных» производств.

Рис. 5. Зависимость целевой функции ОММММ от объема инвестиций по реконвализцентной экологической программе АЕР, млрд рублей

Источник: составлено авторами.

Таким образом, прирост инвестиций в экологию АЕР в рассмотренных вариантах вызывает общественные потери тем большие, чем выше объёмы вкладываемых средств. При этом линейная целевая функция ОММММ – математической модели экономики России – имеет слабую негативную выпуклость по Н. Талебу и, следовательно, оптимальные варианты, выявляемые с её помощью, недостаточно антихрупки.

Заключение

Полученный в данной работе результат предлагается считать исходным для серии аналогичных вычислительных экспериментов в формате эскизного проектирования реконвализцентной программы решения экологической проблемы АЕР. Дальнейшие вычислительные эксперименты, проведённые в рамках программы по классической схеме, предложенной в [12], помогут, если не решить, то по крайней мере чётко поставить на модельном уровне проблему исчисления общественной эффективности крупномасштабных экологических программ¹. Такая задача, во-первых, требует совершенствования использованной нами полудинамической детерминированной модели ОММММ по многим направлениям, указанным

¹ Возникающие при этом проблемы поставлены почти полвека тому назад в [12]. Экономическая наука с тех пор мало продвинулась в данном направлении (см. [7]) и настоящая статья представляется попыткой использовать неосистемный подход и модельные эксперименты для хотя бы частичного решения проблемы оценки общественной эффективности крупномасштабных экологических проектов.

в [12, с. 251], и во-вторых, объединения усилий представителей общественных и естественных фундаментальных наук под эгидой государства. Частный бизнес должен включаться в программу после того, как государство профинансирует научно-исследовательские работы, необходимые для создания научных основ будущих инвестиций в восстановление и сохранение природного комплекса регионов России, в том числе и АЕР.

Список литературы

1. Веницианов Е.В. Основные положения Федерального проекта «Экология» для оздоровления Волги. URL: http://www.eco-project.org/data/upload/2._Venicianov_lekciya_po_prektu_Ekologiya.-20191220123353.pdf (дата обращения: 11.10.2020).
2. Гранберг А.Г. Математические модели социалистической экономики. М.: Экономика, 1978. 351 с.
3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981. 560 с.
4. Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004. 238 с.
5. Корнай Я. Системная парадигма // Вопросы экономики. 2002. № 4. С. 4–22.
6. Марк Константинович Бандман. Избранные труды и продолжение начатого / под ред. В.Ю. Малова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. 448 с.
7. Рац М.В. «Белые» и «красные» // Независимая газета. 1996. № 188. С. 5.
8. Талеб Н.Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса. М.: КоЛибри, 2019. 768 с.
9. Территориально-производственные комплексы: Нижнее Приангарье / Отв. ред. В.В. Кулешов, М.К. Бандман. Новосибирск: Наука : Сиб. изд. фирма, 1992. 342 с.
10. Чаркина Е.С. Развитие проектного подхода в системе государственного управления: методология, опыт, проблемы. М.: Ин-т экономики РАН, 2017. 54 с.
11. Ярёмченко И.А. Национальные проекты, госпрограммы, национальные цели. Как они скоординированы // Бюджет. 2019. № 10 (202). URL: <http://bujet.ru/article/389777.php> (дата обращения: 11.11.2020).
12. Kydland F.E., Prescott E.C. The Computational Experiment: An Econometric Tool // Journal of Economic Perspectives. 1996. Vol. 10. № 1. Pp. 69–85.

References

1. Venitsianov E.V. *The Main Provisions of the Federal Project «Ecology» for the Improvement of the Volga*. Available at: http://eco-project.org/data/upload/Venicianov_lekciya_po_prektu_Ekologiya.-1720200512083929.pdf (accessed 11 October 2020). (In Russian)
2. Granberg A.G. *Mathematical Models of the Socialist Economy*. Moscow, 1978. 351 p. (In Russian)
3. Keeney R.L., Raifa H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. Moscow, 1981. 560 p. (In Russian)
4. Kleiner G.B. *Evolution of Institutional Systems*. Moscow, 2004. 238 p. (In Russian)
5. Kornai Ya. System Paradigm. *Voprosy ekonomiki = Voprosy Ekonomiki*. 2002. No. 4. Pp. 4–22. (In Russian)
6. Mark Konstantinovich Bandman. *Selected Works and Continued Begun*. Ed. by V.Yu. Malov. Novosibirsk, 2014. 448 p. (In Russian)
7. Rats M.V. «White» and «Red». *Nezavisimaya gazeta* [Independent Newspaper]. 1996. No. 188. P. 5. (In Russian)
8. Taleb N.N. *Antifragile: Things That Gain from Disorder*. Moscow, 2019. 768 p. (In Russian)
9. *Territorial Production Complexes: Lower Angara Region*. Ed. by V.V. Kuleshov, M.K. Bandman. Novosibirsk, 1992. 342 p. (In Russian)

10. Charkina E.S. *Development of the Project Approach in the Public Administration System: Methodology, Experience, Problems*. Moscow, 2017. 54 p. (In Russian)
11. Yaremenko I.A. National Projects, State Programs, National Goals. How are They Coordinated. *Byudzhets* [Budget]. 2019. No. 10 (202). Available at: <http://bujet.ru/article/389777.php> (accessed 11 November 2020). (In Russian)
12. Kydland F.E., Prescott E.C. The Computational Experiment: An Econometric Tool. *Journal of Economic Perspectives*. 1996. Vol. 10. No. 1. Pp. 69–85.

■ ■ ■
Для цитирования:

Кибалов Е.Б., Малов В.Ю., Шибикин Д.Д. Варианты решения экологической проблемы Ангаро-Енисейского региона // Регионалистика. 2021. Т. 8. № 1. С. 81–96. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2021.1.81>

For citing:

Kibalov E.B., Malov V.Yu., Shibikin D.D. Options for Solving the Ecological Problem of the Angara-Yenisei Region. *Regionalistica* [Regionalistics]. 2021. Vol. 8. No. 1. Pp. 81–96. <http://dx.doi.org/10.14530/reg.2021.1.81> (In Russian)