

УДК 911.5/.9

DOI 10.17513/use.38235

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ядрихинский И.В., Егоров А.В., Протопопов С.С.

ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», Якутск,  
e-mail: yadroid@mail.ru

**Аннотация.** Все чаще ускоренный научно-технический прогресс оказывает негативное влияние на экосистемы Земли, в особенности это касается регионов с особыми природными условиями. Следовательно, проблема глобальной деградации природной среды требует конкретных согласованных решений, позволяющих человечеству создавать индустрию своего спасения от результатов экологически неоправданной деятельности. Формирование адекватных научно обоснованных решений по защите окружающей среды проблемных регионов является конкретным вкладом в систему их эффективного управления устойчивым экологически безопасным развитием. Целью данной работы является разработка основополагающих положений новой парадигмы управления экологической безопасностью в России путем системной координации и унификации эколого-экономических норм природосохранения на сопредельных территориях. Кроме того, также сформулированы базовые принципы создания адекватной методологии, используемой в решении исследовательских задач по обеспечению устойчивого развития социоприродных территориальных образований в региональном и глобальном масштабах. В работе применены базовые математические уравнения: градиентной природы, экспоненциально-степенной природы и интегрально-релаксационные представления, учитывающие зависимость рассматриваемых характеристик. Таким образом, принятие новой парадигмы управления экологической безопасностью дает проблемным регионам России возможность обеспечения их устойчивого социально-экономического развития путем сохранения социоприродного, эколого-экономического баланса в природно-технических геосистемах.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, региональная безопасность, экологическая безопасность, экологические риски, экологический баланс, экологическое управление, окружающая среда

## ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AS A TOOL FOR SUSTAINABLE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Yadrikhinskiy I.V., Egorov A.V., Protopopov S.S.

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk,  
e-mail: yadroid@mail.ru

**Annotation.** In modern times, it is increasingly observed that the accelerated pace of scientific and technological progress continues to have a negative impact on the natural ecosystems of our Earth, especially in regions with special natural conditions. Consequently, the problem of the tendency of global degradation of the natural environment requires specific coordinated solutions that would allow humanity to create an industry of its salvation from the results of ecologically unjustified activities. The formation of adequate science-based solutions to protect the environment of problem regions is a concrete contribution to the system of their effective management of sustainable environmentally safe development. The purpose of this paper is to develop the fundamental provisions of a new paradigm of environmental safety management in Russia through systemic coordination and unification of environmental and economic norms of nature conservation in neighbouring territories. In addition, the basic principles of creating an adequate methodology used in solving research problems to ensure sustainable development of socio-natural territorial formations on regional and global scales are also formulated. The basic mathematical equations: of gradient nature, exponential-step nature and integral-relaxation representations that take into account the dependence of the characteristics under consideration are applied in the work. Thus, the adoption of a new paradigm of environmental safety management gives problematic regions of Russia the opportunity to ensure their sustainable socio-economic development by preserving socio-natural, ecological and economic balance in natural-technical geosystems.

**Keywords:** sustainable development, regional security, environmental safety, environmental risks, environmental balance, environmental management, environment

Современный характер развития мировой экономики все более остро создает негативные предпосылки трансформации климатообразующих процессов и качественного ухудшения жизненной среды обитания, обусловленных антропогенным влиянием на биогеоценоз планеты в условиях нерегулируемого использования

всех видов природных ресурсов. Переход на более концентрированные источники энергии усложняет процессы их промышленного использования и повышает тем самым экологические риски в природно-технических геосистемах не только в локальном и региональном, но и в глобальном измерении.

Стремительный научно-технический прогресс породил противоречивую ситуацию, заключающуюся в том, что рост благосостояния и общего уровня мировой экономики обусловлен постоянно усиливающейся глобальной деградацией природной среды, а значит, и жизнеобеспечивающей среды всех популяций биосферы планеты. В результате человек вынужден создавать индустрию своего спасения от результатов своей экологически неоправданной деятельности. Поэтому нарастающий в мире экологический кризис побуждает нас с исключительной ответственностью искать кардинальные пути его преодоления.

Основная цель настоящего исследования – разработка основополагающих положений новой парадигмы управления экологической безопасностью в России путем системной координации и унификации эколого-экономических норм природосбережения на сопредельных территориях.

#### **Материалы и методы исследования**

По подсчетам российских ученых человечество сейчас активно использует около 60% всей суши, более 12% пресных вод и не менее 50% ежегодного прироста леса [1]. Наибольшую ответственность за последствия антропогенного прессинга в планетарном масштабе несут не только промышленно развитые страны, в меньшей степени это касается развивающихся стран, экономика которых обеспечивается главным образом экстенсивным использованием природных ресурсов. Это, к сожалению, объясняется негативной интенцией в структуре управления экологически безопасным социально-экономическим развитием большинства ресурсодобывающих стран.

Россия в силу своей территориальной уникальности, прежде всего в географическом, геокриологическом и природно-ресурсном отношении, обладает наибольшими арктическими и субарктическими территориями, нарушение устойчивого экологического баланса которых является одним из факторов не только деградации собственного биогеоценоза, но и негативного влияния на динамику мирового климата. Движение России по пути социально-экономических реформ подтвердило тезис о необходимости пересмотра наших представлений о приоритетах в системе экологически устойчивого развития в рамках региональной экономики. Регион как несущая конструкция социоприродного развития должен прежде всего обеспечи-

вать необходимые и достаточные условия экологической безопасности собственного природно-территориального комплекса, а не только быть ориентированным на решение текущих задач народнохозяйственной необходимости государства при недостаточности финансирования экологических программ региона.

При разработке основополагающих положений новой парадигмы управления экологической безопасностью в России авторами были применены классические методы, применяемые в географических исследованиях: сравнения, статистическая обработка данных, анализа.

#### *Якутия как пример региона особого природопользования*

Республика Саха (Якутия) относится к регионам особого стратегического значения для экономического развития Российской Федерации. Достаточно указать на три основных вектора социоприродного развития этого региона. Во-первых, беспрецедентно огромные размеры территории этого субъекта Федерации – 3,102 млн км<sup>2</sup>, что соответствует 2/3 площади Западной Европы; превышает территорию Франции в 6 раз, Великобритании – в 13 раз. По отношению к России Якутия занимает почти 1/5 ее часть. Во-вторых, Якутия обладает экстремальным климатом. По амплитуде сезонной составляющей в Верхоянске – 108°С Якутия не имеет себе равных в мире. В-третьих, почти 80% территории лежит севернее 60° с.ш., а 40% – за Северным полярным кругом. К этому следует также добавить, что республика обладает богатейшим ресурсным потенциалом: углеводородные энергоресурсы, цветные и драгоценные металлы, алмазы, многочисленные биоресурсы.

Обладая столь масштабной и уникальной природно-ресурсной характеристикой, Якутия способна обеспечивать важное геополитическое преимущество России в контексте позитивного климатообразующего фактора не только в общерегиональном (в границах всех соседствующих с ней сопредельных территорий), но и на общегосударственном и даже глобальном уровне. Однако для этого имеются пока только необходимые, но не достаточные условия. Необходимые – это естественный природный потенциал (де-факто), который не может быть полностью реализован в социоприродном, эколого-устойчивом развитии региона (де-юре) в соответствии с международными нормами антропогенных ограничений

в глобальных масштабах. Учитывая доминирующую роль в формировании мирового климата полюсов холода на планете, роль арктических регионов России обретает особый статус экологической ответственности [1].

Уже с этой точки зрения прослеживается главная идея нового типа регионального развития, а именно по своему значению экономические, экологические и социальные цели общественного развития поднимаются на один уровень ответственности государственного и частного финансирования в интересах устойчивого развития региона. В особенности это касается регионов Крайнего Севера и регионов северного территориального пояса. Для них в качестве приоритетных направлений развития определяется комплекс задач, наиболее полно отвечающих региональным и государственным интересам, в том числе удовлетворяющим международным требованиям устойчивого развития. В этом случае повышаются требования к экологической эффективности управления защитой окружающей среды в регионах особого природопользования (РОП) [2].

Регион автономно, за счет достаточных собственных ресурсов, должен поддерживать экологический баланс на территории, подверженной антропогенному воздействию со стороны объектов промышленной и социальной инфраструктуры. Это касается не только территорий, непосредственно испытывающих многофункциональную техногенную нагрузку, но также и территорий особого природоохранного статуса (заповедники, национальные парки, заказники и т.д.). С учетом все большей геополитической и экономической интеграции России значение регионов – РОП усиливается на международном уровне, поскольку задачи сохранения уникальных экосистем и природных ресурсов обретают особую важную роль для всего мирового сообщества.

Якутия в составе сопредельных с ней других субъектов федерации относится к регионам, социоприродные проблемы которых обусловлены повышенной ответственностью в обеспечении устойчивого экологически безопасного развития многоотраслевого хозяйственного механизма региональной экономики. Это обстоятельство связано не только с экологически экстремальными ситуациями, обусловленными техногенными авариями, но также уникальностью природной среды (экотопа и биоценоза), чувствительной к любым воздействиям со стороны объектов промышленной и социальной инфраструктуры – механиче-

ским, геохимическим, тепловым, радиационным, акустическим и др. При этом играет роль фактор времени (продолжительности) таких воздействий [3].

Поэтому формирование адекватных научно обоснованных решений по защите окружающей среды проблемных регионов (относящихся к категории РОП) может стать конкретным вкладом в систему их эффективного управления устойчивым экологически безопасным развитием. В связи с этим сегодня остро встает вопрос о необходимости перехода на новую парадигму управления экологической безопасности проблемных регионов России с целью обеспечения их устойчивого социально-экономического развития. Новая парадигма основывается на следующих методологических принципах.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Оценка интегрального техногенеза, формируемого объектами промышленной и социальной инфраструктуры в экологически условных границах (с учетом сопредельных территорий) в конкретных регионах. В оценке последствий антропогенного воздействия на природно-территориальный комплекс региона принципиальное значение имеет выявление допустимых масштабов суммарного влияния на все компоненты экотопа и биоценоза.

Количественная оценка экологической емкости территории региона по дифференцированным (территориально-отраслевым) и интегральным (общерегиональным) показателям. Экологическая емкость может отражать фактический уровень снижения природозащитного потенциала как по отдельным составляющим экотопа (атмосферы, гидросферы, литосферы) и биоценоза (популяций флоры и фауны), так и в территориальном масштабе региона в целом [4].

Обобщение результатов регионального инженерно-экологического мониторинга за нормативно установленный период. Целевая функция такого мониторинга позволит устанавливать причинно-следственный характер взаимосвязи масштабов техногенных нагрузок и воздействий, а также обусловленных ими восстанавливаемых и невосстанавливаемых депрессивных изменений в социоприродной среде региона.

Разработка адекватных механизмов управления инженерной защитой окружающей среды путем усовершенствования экологических норм проектирования, строительства и эксплуатации объектов про-

мышленной и социальной инфраструктуры. Эффективность механизмов управления подразумевает инженерно-экологическую оптимизацию технологических режимов по всем стадиям жизненного цикла сооружения и эксплуатации промышленных объектов; совершенствование нормативно-технических решений всех видов производственного инструментального контроля, испытаний и технической диагностики.

Пересмотр и уточнение сметной стоимости проектно-конструкторских и технологических работ в направлении необходимости и достаточности ограничений техногенных нагрузок и воздействий на биосферу региона в целях его экологически безопасного развития [5]. Обоснование экономической необходимости управления динамикой устойчивого сохранения экологической емкости (и даже ее повышения для территорий особого природоохранного статуса) должно проводиться для всех санитарно-защитных зон хозяйствующих субъектов региона.

**Разработка методов обоснования количественной оценки предотвращенного экологического ущерба в стоимостных и натуральных единицах измерения.** В основе таких методов лежит тезис превентивной защиты окружающей среды как фактор потенциального экономического эффекта (перечеркнутый минус всегда дает плюс).

*Устойчивое эколого-экономическое развитие регионов Российской Федерации реализуется по основополагающим направлениям:*

- для возобновляемых природных ресурсов в режиме простого воспроизводства;
- для невозобновляемых природных ресурсов с использованием альтернативных источников;
- для природных ресурсов, относящихся к категории «условно возобновляемых»;
- обеспечение требуемой минимизации количества всех видов промышленных и бытовых отходов путем создания безотходных и малоотходных технологий и производств.

Основные базисы новой парадигмы управления экологической безопасностью социоприродных образований на федеральном и региональном уровнях

№ п/п	Наименование подсистемы оптимизации управления экологической безопасностью природно-территориального комплекса	Функциональная характеристика расчетно-формирующей модели	Показатели устойчивого социально-экономического развития
1	2	3	4
1	<p>Оптимизация норм промышленного освоения территорий.</p> <p>1.1. Нормирование предельно допустимых уровней интенсивности действующих на природную среду техногенных нагрузок.</p> <p>1.2. Нормирование конструкторских и технологических решений по экологически размерной цели потенциально возможных потерь в биогеоценозе и их неперевышения заданной величины</p>	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n n \Delta \varepsilon_{ij}(\omega) \leq \Delta_{\Sigma}[A_{ndoe}; G_{ndoe}; L_{ndoe}]$	<p>Ограничение предельно допустимых выбросов в атмосферу (<math>A_{ndoe}</math>), гидросферу (<math>G_{ndoe}</math>) и литосферу (<math>L_{ndoe}</math>) региона. Снижение потерь в пределах допустимых значений <math>\Delta E_{ij}</math> по всем параметрам техногенных нагрузок воздействий (<math>\omega</math>)</p>
2	<p>Оценка экологического баланса в границах региона и соседствующих с ним сопредельных территорий</p>	$\mathcal{E}_{(A, B)}^+ = \mathcal{E}_{(C, D)}^-;$ $P_{\circ} = B_{ep}[\mathcal{E}_{(A, B)}^+ \leq \mathcal{E}_{(C, D)}^-]$	<p>Обеспечение экологической сбалансированности по группе показателей: <math>A</math> – энергомассопереноса (ЭМП) при соблюдении всех экологических норм (идеализированный негатив); <math>B</math> – показатель ЭМП при наличии от экологических норм (реальный экологический негатив); <math>C</math> – показатель ЭМП в пределах естественной саморегенерации при родной среды (полный экологический позитив); <math>D</math> – показатель ЭМП в пределах искусственного цикла восстановления (частичный экологический позитив)</p>

№ п/п	Наименование подсистемы оптимизации управления экологической безопасностью природно-территориального комплекса	Функциональная характеристика расчетно-формирующей модели	Показатели устойчивого социально-экономического развития
3	Оценка экологических рисков на региональном и общегосударственном уровнях	$\min(\varepsilon) = \min \left[ \begin{array}{l} \sum_{i(A)}^n \sum_{i(G)}^n \\ \sum_{i(L)}^n e_{iA}; e_{iG}; e_{iL} \end{array} \right]$	Определение тензоров антропогенного состояния: – геосферы по экологическим базисам (A, G, L); – биосферы по безопасности всех биопопуляций $\varepsilon(\sum^n e_i)$
4	Обоснование опережающей стратегии природосберегающих мероприятий по производственно-технологическим стадиям жизненного цикла	$t_{on} = t_{эц} - t_{нц} \geq$ $\geq (\varphi_u \rightarrow [\varphi_u]_{норм})$	Гарантированное обеспечение природоохранного потенциала $\varphi_u \rightarrow [\varphi_u]_{норм}$ . За счет опережения инженерно-экологического цикла $t_{эц}$ производственный цикл $t_{нц}$
5	Эколого-экономический анализ ущерба окружающей среды. 5.1. Определение масштабов экологического ущерба: – в пределах нормативных условий эксплуатации (безаварийный режим); – при нарушении экологически безопасных условий эксплуатации (аварийный режим); 5.2. Количественная оценка антропогенной депрессии промышленно осваиваемой территории по комплексным показателям экологического состояния региона до ( $E_\Sigma$ ) и после ( $E_\Sigma$ ), техногенных воздействий	$U_\Sigma = U_H + U_a;$ $P_{U\Sigma} = P[E_0 < E_{кр}]$	Снижение масштабов ущерба в безаварийной ( $U_H$ ) и аварийной ( $U_a$ ) стадиях функционирования объектов. Управление экологическим риском $P_{U\Sigma}$ в пределах заданного диапазона допустимого энергетического (по техногенным нагрузкам и ЭМП) эквивалентна $\Delta E(E_0 < E_{кр})$
6	Обоснование эффективности затрат на предотвращение экологически экстремальных ситуаций на территориях, подведомственных хозяйствующим субъектам природопользования	$CЭ = C_{\Sigma Unpi}^n + C_{\Sigma Ti}^n$	Снижение затрат по составляющим суммарного ущерба от предельных техногенных воздействий $C_{\Sigma Unpi}^n$ , а также текущих затрат $C_{\Sigma Ti}^n$ на обеспечение экологической безопасности
7	Обоснование объемов основного финансирования (на уровне субъектов ресурсопотребления и природопользования) и дополнительного финансирования (на федеральном уровне) для регионов особого природоохранного статуса. Мотивированная эквиваленция необходимых объемов финансирования исходя из количественных значений показателей $e_i; K_e; U_\Sigma$	$\varphi\{C_{осн}\} \approx \varphi\{e_i; K_e; U_\Sigma\}$	Результативность инженерной защиты социоприродной среды, обеспечивающая экологоустойчивое развитие региона, создает объективные предпосылки для экономического стимулирования природоохранной деятельности в соответствии с адекватными поправками в законы РФ; в частности, по вопросам налогообложения: освобождения от НДС, уменьшения налога на прибыль хозяйственных субъектов на сумму средств, направленных ими для обеспечения устойчивой защиты территории особого природоохранного статуса. В первую очередь это арктические территории, а также содержащие заповедники, национальные парки, участки дикой природы и т.п.

*Эффективным критерием устойчивого эколого-экономического развития следует считать снижение природоемкости экономики:*

– на федеральном уровне показатели природоемкости рассчитывают путем отношения объема затраченных на промышленные и хозяйственные цели природных ресурсов к общему объему ВВП в единицу нормативного срока;

– на региональном уровне рассчитывают показатели природоемкости путем соотношения объема ресурсов, затраченных на единицу конечного продукта.

***Обоснование социально-экономического стимулирования регионов с учетом положительной динамики изменения экологической емкости.***

*Экологическая емкость промышленно осваиваемых территорий определяется с учетом трех основных факторов:*

– масштабов конкретных техногенных нагрузок и воздействий в границах подконтрольной территории;

– масштабов восстановленного баланса биогеоценоза за счет собственных механизмов саморегенерации;

– масштабов восстановления и экологической реконструкции антропогенно нарушенной территории.

При этом учитываются реальные трансграничные процессы энергомассопереноса из сопредельных территорий с целью количественной оценки дополнительных изменений экологической емкости.

В таблице отражены основные базисы новой парадигмы управления экологической безопасностью социоприродных образований на федеральном и региональном уровнях.

### **Заключение**

Таким образом, социально-экономическая мотивация необходимой федераль-

ной финансовой поддержки экологически депрессивных регионов, а также регионов особого природопользования (РОП), подверженных нарастающей экологически негативной трансформации, является принципиально обоснованной. Критерием мотивации является обеспечение устойчивого экологически безопасного природно-ресурсного баланса в пределах нормативного срока и осуществляемого путем дополнительных расходов материальных ресурсов со стороны хозяйствующих субъектов по внеплановой дополнительной модернизации и технологическому усовершенствованию объектов инфраструктуры на всех этапах управления инженерной защиты окружающей среды. Авторами принята попытка разработки совершенно новой парадигмы управления устойчивого социально-экономического развития регионов РФ на примере Якутии.

### **Список литературы**

1. Ядрихинский И.В. О значении фундаментальных исследований в решении глобальных экологических проблем // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 4-2 (106). С. 30–35. DOI: 10.23670/IRJ.2021.106.4.030.
2. Филатова Д.А. Эколого-экономический рейтинг как индикатор устойчивого развития в регионах России // Экология и техносферная безопасность: сборник докладов I Всероссийской молодежной научно-практической конференции (Тула, 27 июня 2022 г.). Тула: Инновационные технологии, 2022. С. 18–23.
3. Бутко Г.П., Гречиц А.А. Риск-менеджмент как составляющая методологии экологического менеджмента // Агропродовольственная политика России. 2015. № 2 (38). С. 53–57.
4. Пропп О.В., Онопченко И.В. Экологический менеджмент как инструмент повышения экологической безопасности // Инновационные исследования: проблемы внедрения результатов и направления развития: сборник статей Международной научно-практической конференции (Пермь, 20 января 2019 г.). Ч. 2. Пермь: ООО «Аэтерна», 2019. С. 8–12.
5. Васильев А.К., Ефимова Н.Б. Организационно-экономические основы формирования экологического менеджмента в лесном хозяйстве // Актуальные вопросы экономических наук. 2009. № 6–2. С. 162–165.