Оригинальная статья

УДК 504
DOI: 10.17277/voprosy.2026.03.pp.037-051

КВИНТОДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© Е. В. Левкина[1]✉

[1] *ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», о. Русский, п. Аякс, 10, Владивосток, 690922, Российская Федерация*
✉ levkina.ev@dvfu.ru

Аннотация. Современные вызовы, усугубляемые процессами глобализации, ужесточением экологических стандартов, реализацией национальных проектов, направленных на обеспечение экологического благополучия, а также масштабной технологической цифровизацией, диктуют необходимость перехода от простого аддитивного суммирования знаний к системному управлению экологической безопасностью. Научная гипотеза: разработка механизмов обеспечения экологической безопасности на мезоуровне, которые, опираясь на интеграцию междисциплинарных знаний, позволят отраслевым комплексам адаптироваться к глобальным вызовам и требованиям нацпроектов, минимизируя экологические, технологические и финансовые риски. Впервые обоснована концепция «квинтодисциплинарности». В отличие от классической междисциплинарности, данный подход формирует метрически измеряемую архитектурную матрицу, в которой каждая научная дисциплина проецируется на пять ключевых функциональных компонентов, создавая единый механизм оценки и управления. Результаты исследования могут быть использованы органами власти и бизнесом для разработки отраслевых стандартов рационального природопользования и совершенствования механизмов экологического менеджмента. Внедрение предложенного подхода позволяет сократить технологические, экологические и финансовые риски, предотвратить деградацию экосистем и обеспечить устойчивое развитие региональной экономики на принципах «зеленого» роста и экономики замкнутого цикла.

Ключевые слова: квинтодисциплинарность; мезоуровень; отраслевые комплексы; природопользование; устойчивое развитие; цифровизация; экологическая безопасность; экологические инновации; экологические риски; экономика замкнутого цикла.

Для цитирования: Левкина Е. В. Квинтодисциплинарность как методологическая основа оценки и обеспечения экологической безопасности // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2026. – № 3(101). – С. 037–051. doi: 10.17277/voprosy.2026.03.pp.037-051

Quintidisciplinarity as a Methodological Basis for Assessing and Ensuring Environmental Safety

© Elena V. Levkina[1] ✉

[1] *Far Eastern Federal University, 10, Ayaks, Russky Island, Vladivostok, 690922, Russian Federation*
✉ levkina.ev@dvfu.ru

Abstract. Modern challenges, exacerbated by globalization processes, stricter environmental standards, the implementation of national projects aimed at ensuring environmental well-being, and large-scale technological digitalization, dictate the need to transition from simple additive summation of knowledge to systematic management of environmental safety. The scientific hypothesis is the development of mechanisms to ensure environmental safety at the mesolevel, which, based on the integration of interdisciplinary knowledge, will allow sectoral complexes to adapt to global challenges and the requirements of national projects, minimizing environmental, technological, and financial risks. The paper substantiates the concept of "quintodisciplinarity" for the first time. Unlike classical interdisciplinarity, this approach forms a metric-measurable architectural matrix, in which each scientific discipline is projected onto five key functional components, creating a unified mechanism for assessment and management. The research results can be used by government agencies and businesses to develop industry-specific standards for sustainable environmental management and improve environmental management mechanisms. The implementation of this approach reduces technological, environmental, and financial risks, prevents ecosystem degradation, and ensures sustainable development of the regional economy based on green growth and a circular economy.

Keywords: quintodisciplinarity; mesolevel; sectoral complexes; environmental management; sustainable development; digitalization; environmental safety; environmental innovations; environmental risks; closed-loop economy.

For citation: Levkina E. V. Quintidisciplinarity as a Methodological Basis for Assessing and Ensuring Environmental Safety, *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2026, no. 3(101), pp. 037-051. doi: 10.17277/voprosy.2026.03.pp.037-051

Введение и актуальность исследования

Экологическая безопасность неразрывно коррелирует с продовольственной безопасностью, выступающей неотъемлемым элементом комплексной системы национальной и глобальной безопасности.

В условиях усиления системной взаимосвязи экологической и продовольственной безопасности традиционные междисциплинарные подходы демонстрируют ограниченную эффективность, сводясь к аддитивному объединению знаний без формирования целостного управленческого каркаса [1].

Синергизм экологической, экономической, социальной и продовольственной безопасности определяет устойчивость и безопасность национальных экономик [2].

Цель исследования – обоснование перехода к системному управлению экологической безопасностью отраслевых комплексов на основе квинтодисциплинарной модели, позволяющей комплексно решать задачи экологического благополучия в условиях цифровизации и ужесточения экологических стандартов.

Материалы и методы

Алгоритм научного исследования:

1) провести критический анализ современных методологических подходов к оценке экологической безопасности и выявить ограничения традиционного междисциплинарного подхода [3];

2) раскрыть системную взаимосвязь экологической и экономической безопасности как детерминант устойчивого развития [4];

3) сформулировать концептуальные основы квинтодисциплинарности на основе пяти базовых составляющих: эффективности, рисков, охраны окружающей среды, природопользования, инноваций;

4) формализовать алгоритм управления экологической безопасностью в виде поэтапной метрически измеряемой математической модели.

Для раскрытия системной взаимосвязи экологической и экономической безопасности применяется структурно-функциональный анализ, что обеспечивает качественную верификацию взаимного влияния двух подсистем, выявляет точки синергии и конфликтов интересов, формирует эмпирическую базу для интеграции в единую модель. Сравнительно-сопоставительный анализ, критический дискурс-анализ нормативно-методологической базы и библиометрический анализ обеспечивают критический обзор современных подходов и выявление ограничений традиционной междисциплинарности и позволяют структурировать существующие теоретические модели, выявить фрагментарность, обосновать необходимость перехода к новому структурированному подходу [5].

Результаты исследования

Являясь комплексной категорией, экологическая безопасность характеризуется выраженной междисциплинарной природой, требующей синтеза экологии, географии, экономики, юриспруденции, социологии и естественных наук. Географические исследования обеспечивают пространственный анализ рисков и ресурсов, необходимый для территориального планирования; правовые механизмы задают нормативные стандарты охраны окружающей среды; математическое моделирование и химия способствуют прогнозированию экологических изменений и созданию «зеленых» технологий; социология выявляет поведенческие детерминанты, формирующие экологическую культуру. Однако простого аддитивного объединения дисциплинарных знаний недостаточно. Современные вызовы, усугубляемые процессами глобализации и технологической цифровизацией, требуют перехода к управлению, в котором экологический мониторинг, инновационное развитие, инвестиционные потоки и регуляторные механизмы рассматриваются как взаимодополняющие элементы единой системы. При этом цифровизация играет амбивалентную роль: обеспечивая инструменты мониторинга и аналитики, она одновременно генерирует новые риски (рост углеродного следа ИТ-инфраструктуры, проблема электронных отходов), что требует взвешенной технологической политики и строгой оценки жизненного цикла цифровых решений.

На настоящий момент накопилось достаточно научных и обзорных работ, предметом исследования которых является не только уточнение содержания научной категории «экологическая безопасность», но и выявление и группировку факторов, обеспечивающих укрепление экологической безопасности. В то же время для обеспечения экологической безопасности на мезоуровне требуется комплексный подход, который учитывал бы не только уникальные природные условия и региональные особенности, но и специфику отраслевого развития. Это особенно важно в усло-

виях, когда различные отрасли экономики могут оказывать как положительное, так и негативное влияние на окружающую среду.

Экологическую безопасность рассматривают:

1) локально (влияние экономических, социальных, нормативно-правовых, экологических, ресурсных. природоохранных и других аспектов) [6];

2) системно (комплекс факторов, влияющих на экологическую безопасность отраслевых комплексов и промышленности в целом);

3) комплементарно (механизм обеспечения системы экологической безопасности отдельного предприятия с учетом отраслевой специфики; совокупность мер со стороны муниципалитетов для охраны окружающей среды, развития экологизации предпринимательской деятельности).

В работе сгруппированы и дополнены основные компоненты экологической безопасности отраслевых комплексов (рис. 1):

– природопользование N (использование природных ресурсов в процессе функционирования отраслевых комплексов, промышленных производств, жизнедеятельности населения);

– охрана окружающей среды P («деятельность органов управления, бизнеса, общественных организаций, населения, направленная на «сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий» [7]);

– инновационность I (технологические, научные, сырьевые нововведения для укрепления экологической безопасности, рационального использования природных ресурсов и нивелирования антропогенного воздействия на окружающую среду [8]);

– эффективность E (если экономика не развивается; то у нее наблюдается секвестр финансирования научных исследований и изысканий, грантов, инвестиционных ресурсосберегающих проектов на концепциях

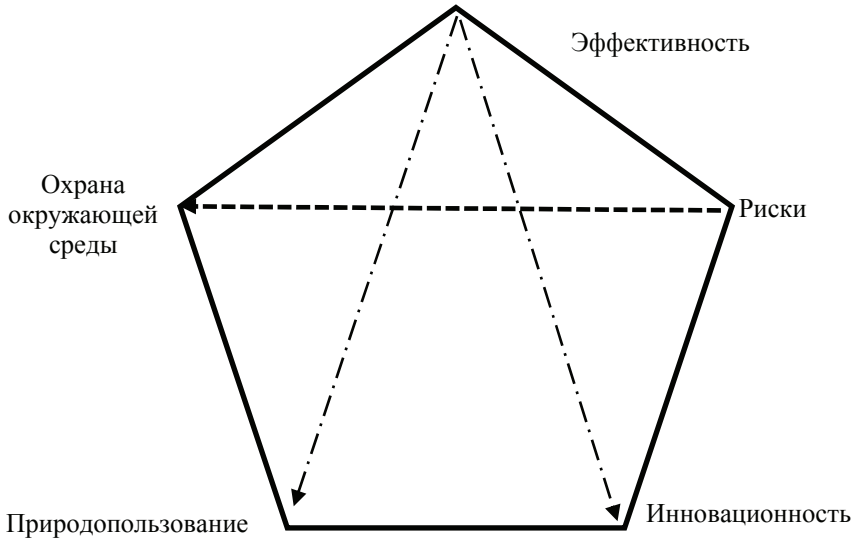


Рис. 1. Триангуляция экологической безопасности отраслевых комплексов

и принципах «зеленой» экономики и устойчивого развития, а также в рамках парадигмы экономики «замкнутого цикла», «экологизации» экономики [9], «нулевых отходов», «зеленого» строительства и расширения ответственности предпринимательских субъектов высокоотходных отраслевых комплексов);

– риски R в зависимости от отраслевой специфики (высокий износ нефтепроводов приводит к увеличению риска разлива нефти; несанкционированная добыча (вылов) водных биологических ресурсов сокращает биоразнообразие; отстрел или отлов мигрирующих наземных видов живых организмов влечет за собой нарушение пищевых цепочек в экосистемах [10] и т.д.

Взаимозависимость вышеизложенных составляющих прослеживается в прикладных аспектах. В результате загрязнения природы отравляющими веществами происходит уничтожение разновидности растительной и животной сред [11], а для недопущения экологической катастрофы появляется необходимость введения эффективной экологической политики, направленной на внедрение инновационных технологий и определение состояния окружающей среды на мезоуровне, основанной на исследовании и проведении анализа. Применение экологической политики осуществляется на основе исследований окружающей среды и выявленных значений, а актуальность исследований определена тем, что экологическая безопасность существенно влияет на результаты экономической деятельности отраслевых комплексов и является частью системы экономики региона, охватывая весь мезоуровень. Любые негативные изменения в состоянии окружающей природной среды, связанные с хозяйственной деятельностью человека, предприятий, отраслевых комплексов, например, загрязнение сточных вод и атмосферного воздуха [12], истощение запасов полезных ископаемых и почвы, техногенные катастрофы различного масштаба, несанкционированная добыча (вылов) водных биологических ресурсов, отстрел или отлов мигрирующих наземных видов живых организмов неминуемо повлекут за собой крушение системы экономической безопасности на различных уровнях экономической системы. Для решения и урегулирования проблем с истощением природных ресурсов и негативных изменений природной среды подтверждается необходимость разработки определенных стандартов рационального использования данных ресурсов и совершенствование механизмов управления экологической безопасностью. Также решение экологических проблем и загрязнения окружающей среды позволяет сократить технологические, экологические, производственные и финансовые риски в том числе [13].

Учитывая взаимозависимость и взаимовлияние компонентов, можно сказать, что экологическая безопасность представляет собой «зонтичную» концепцию, охватывающую различные последствия в отношении роста и благосостояния, эффективности и снижения рисков при использовании природных ресурсов, при этом экономический рост и рациональное использование ресурсов могут быть достигнуты одновременно.

Отличительной особенностью рассматриваемой категории является не только отражение взаимовлияния природопользования и охраны окружающей среды, но и реализация мероприятий, направленных на повыше-

ние качества функционирования экономических систем посредством внедрения экологических инноваций. Только при согласованном их взаимодействии возможно достижение экологического баланса в синергии с эффективным функционированием, устойчивым развитием и безопасностью экономических систем.

В ответ на эти вызовы предлагается концептуально новый подход «квинтодисциплинарность», структурирующий экологическую безопасность вокруг пяти базовых функциональных элементов: эффективность, риски, охрана окружающей среды, природопользование, инновации. В отличие от традиционных моделей, квинтодисциплинарность не просто интегрирует научные области, а формирует метрически измеряемую архитектурную матрицу, в которой каждая дисциплина проецируется на указанные пять составляющих. Предложенная модель обеспечения экологической безопасности представлена на рис. 2.

Интеграция квинтодисциплинарных компонентов позволяет трансформировать теоретические знания в прикладные стратегии: от разработки регламентов рекультивации экосистем и синтеза устойчивых материалов до внедрения низкоуглеродных урбанистических концепций. Данный подход создает условия для перехода от фрагментарного регулирования к системному управлению, обеспечивая сбалансированное взаимодействие социально-экономических систем и природной среды на всех уровнях.

Для трансляции предложенной квинтодисциплинарной архитектурной матрицы в практический инструмент управления необходимо формализовать алгоритм взаимодействия ее элементов. Переход от оценки к динамическому контролю требует поэтапного подхода, основанного на математическом моделировании, который позволяет перевести качественные характеристики отраслевого комплекса в количественные и измеримые метрики. Этапы управления экологической безопасностью на основе квинтодисциплинарной математической модели представлены в табл. 1.

Представленный пятиэтапный алгоритм демонстрирует, что управление экологической безопасностью не является линейным процессом, а представляет собой циклическую, адаптивную систему с обязательной обратной связью. Математическая формализация на каждом этапе нивелирует субъективность при принятии решений, позволяя регуляторам и бизнесу прогнозировать отдаленные последствия управленческих воздействий до их фактической реализации.

Для отраслевого комплекса на мезоуровне необходимо найти такой вектор управляющих воздействий U, при котором достигается максимум интегрального показателя экологической безопасности при соблюдении ограничений по допустимому уровню рисков, минимальным экологическим стандартам и ресурсным лимитам, с учетом динамики инновационного развития. Иными словами, требуется найти компромисс (Парето-оптимальное решение) между экономическим ростом и экологическими ограничениями в рамках квинтодисциплинарной матрицы.

Введем вектор состояния отраслевого комплекса в момент времени t

$$X(t) = \left(X_N(t), X_P(t), X_I(t), X_E(t), X_R(t)\right) \in R_+^5,$$

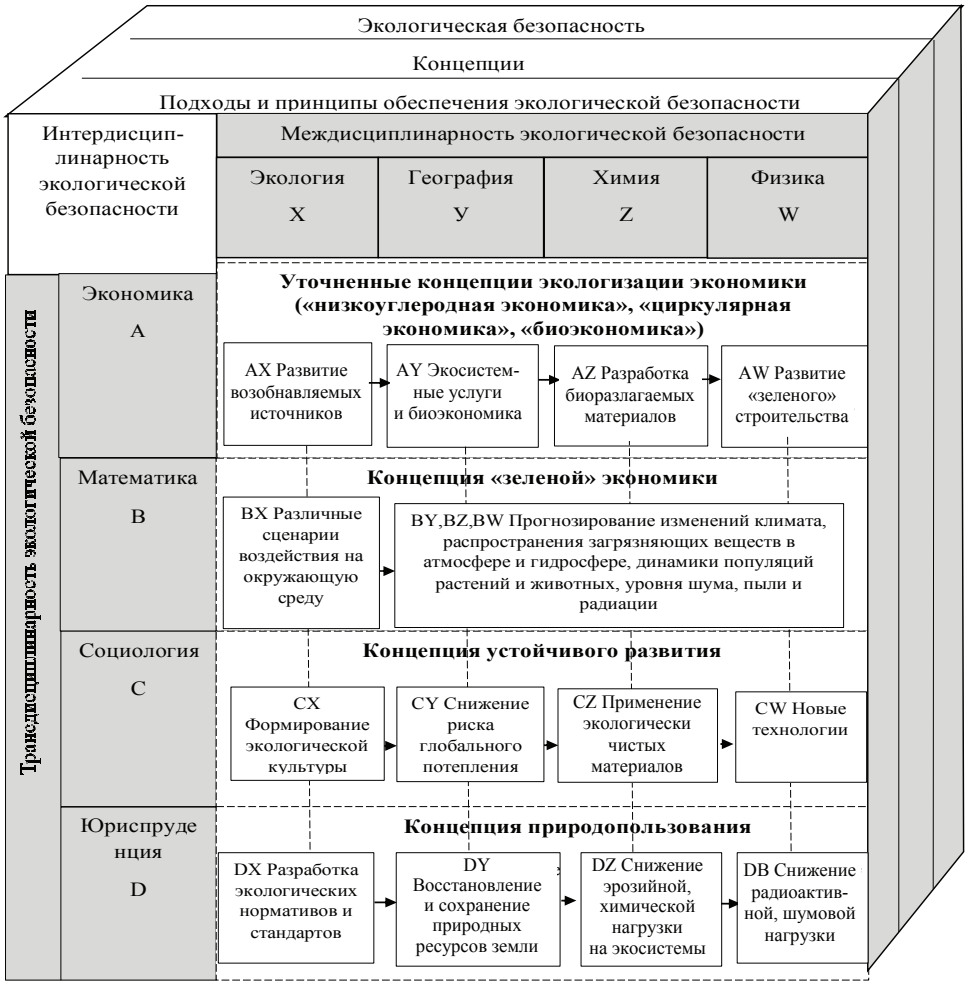


Рис. 2. Квинтодисциплинарная модель обеспечения экологической безопасности

где $X_N(t)$ – показатель рациональности природопользования (нормированный $\in [0;1]$; $X_P(t)$ – показатель качества охраны окружающей среды; $X_I(t)$ – уровень экологических инноваций; $X_E(t)$ – экономическая эффективность отраслевого комплекса; $X_R(t)$ – уровень эколого-технологических рисков.

Вектор управляющих воздействий (инвестиции в «зеленые» технологии, нормативные меры, квоты и т.д.)

$$U(t) = (u_1(t), u_2(t), ..., u_m(t)) \in U \subset R_+^m .$$

Интегральный показатель экологической безопасности формируется как аддитивно-мультипликативная свертка с весовыми коэффициентами α_k, отражающими отраслевую специфику:

$$J(X,U) = \frac{(X_N \cdot X_P \cdot X_I)^\gamma}{(1+X_R)^\beta} \to \max_{U \in u},$$

Таблица 1

Этапы управления экологической безопасностью на основе квинтодисциплинарной математической модели

Этап	Содержание	Математический аспект
1. Формализация и сбор метрических данных	Перевод качественных характеристик отраслевого комплекса в количественные метрики	Формирование вектора исходных данных $X = X_N; X_P; X_I; X_E; X_R$, где каждая компонента соответствует одному из пяти элементов квинтодисциплинарной матрицы. Использование цифровых инструментов мониторинга (с учетом оценки их собственного углеродного следа)
2. Математическая оценка и диагностика текущего состояния	Расчет интегрального показателя экологической безопасности отраслевого комплекса на мезоуровне. Выявление «узких мест» (например, критический износ нефтепроводов или истощение почв), где риски доминируют над эффективностью или инновациями	Применение целевой функции или аддитивно-мультипликативной свертки критериев для расчета интегрального индекса ЭБ: $ЭБ_{инт} = f(X_N; X_P; X_I; X_E; X_R)$. Модель позволяет оценить, как негативное изменение одного параметра (например, рост рисков R влияет на общую устойчивость системы
3. Сценарное прогнозирование и планирование	Моделирование различных стратегий развития отраслевого комплекса. Поиск баланса, при котором экономический рост и рациональное использование ресурсов достигаются одновременно (реализация «зонтичной» концепции)	Решение задачи многокритериальной оптимизации. Например, поиск максимума функции эффективности ($X_E \to \max$) при ограничениях: уровень рисков не должен превышать нормативный ($X_R \le R_{доп}$), а показатели охраны среды и инноваций должны расти ($X_P \to \max$, $X_I \to \max$)
4. Реализация управленческих воздействий	Перевод оптимального математического сценария в прикладные стратегии и регламенты. Это включает внедрение «зеленых» технологий, выделение грантов на ресурсосберегающие проекты, ужесточение контроля за несанкционированной добычей ресурсов и применение принципов экономики замкнутого цикла	Трансформация управляющих параметров в модель. Переход от теоретической матрицы к реальным финансовым, нормативно-правовым и технологическим потокам
5. Контроллинг и корректировка модели	Сравнение фактических показателей после внедрения решений с прогнозными значениями математической модели. Оценка жизненного цикла принятых цифровых и технологических решений	Расчет ошибки моделирования $ЭБ_{инт} \le ЭБ_{прогноз}$. Если отклонение превышает допустимый порог, происходит калибровка весовых коэффициентов в квинтодисциплинарной матрице с учетом новой отраслевой специфики или изменившихся внешних экостандартов

где числитель отражает синергию трех «созидательных» компонент (природопользование, охрана среды, инновации) и экономической эффективности; знаменатель – мультипликативный «штраф» за риски ($\beta > 0$ – коэффициент чувствительности системы к рискам); $\gamma \in (0, 1]$ – коэффициент комплементарности экологических факторов.

Мультипликативная форма числителя означает, что падение любого из экологических параметров к нулю обнуляет всю целевую функцию – это математическое выражение «зонтичной» концепции: нельзя компенсировать уничтожение экосистемы ростом прибыли.

Система ограничений:

$$\begin{cases} X_R(t) \le R_{\text{доп}}; \\ X_P(t) \ge P_{\min}; \\ X_N(t) \ge N_{\min}; \\ X_I(t) \ge X_i(t-1); \\ X_E(t) \ge E_{\min}; \\ X(t) = F\left(X(t-1), U(t), \xi(t)\right); \\ U(t) \in u, \ t = \overline{1, T}, \end{cases}$$

где $\xi(t)$ – вектор экзогенных возмущений (климатические шоки, санкционные ограничения, колебания мировых цен); $F(\cdot)$ – оператор эволюции системы (может быть задан в виде системы разностных уравнений или стохастической модели).

Для обеспечения принципов экономики замкнутого цикла налагается дополнительное балансовое ограничение на ресурсный поток

$$\int_0^T [\text{Возобновление}(t) - \text{Изъятие}\ (t)]\, dt \ge 0,$$

что гарантирует неотрицательный природный капитал на горизонте планирования T.

Итоговая компактная запись задачи:

$$\begin{cases} J(X, U) \to \max\limits_{U \in u}; \\ X(t) \in \Omega(t), \quad t = \overline{1, T}, \\ X(0) = X_0, \end{cases}$$

где $\Omega(t)$ – допустимое множество, задаваемое системой ограничений выше.

Решение задачи – это траектория $X^*(t)$ и соответствующее ей управление $U^*(t)$, обеспечивающие переход отраслевого комплекса из текущего состояния в целевое «зеленое» состояние при одновременном соблюдении экологических, экономических и инновационных ограничений.

В классической теории природопользования методы управления делятся на три группы: административно-правовые, экономические и информационные. Однако такая классификация не учитывает отраслевую специфику и не показывает, на какой именно компонент квинтодисциплинарной матрицы направлен инструмент.

В предлагаемой модели методы экологического управления классифицируются по двум осям:

1. Природа воздействия (регуляторное, экономическое, технологическое, информационное).

2. Целевой компонент матрицы (*N*, *P*, *I*, *E*, *R*), на который инструмент оказывает первичное влияние.

Это позволяет перейти от «набора мер» к управляющему тензору *U*, каждая компонента которого математически связана с динамикой системы.

Формализованная классификация методов (матрица инструментов) приведена в табл. 2.

Обозначим пространство методов как $M = \{M_j\}_{j=1}^{J}$. Каждый метод M_j характеризуется методом воздействия $\delta_j \in R^5$, показывающим, как инструмент сдвигает компоненты состояния

$$X(t) = F(X(t-1), U(t), \xi(t)),$$

где

$$U(t) = \sum_{j=1}^{J} u_j(t);$$

$u_j(t) \geq 0$ – интенсивность (объем финансирования или строгость регулирования) *j*-го метода.

На основе разработанной математической модели формируется комплексная матрица управленческих решений, раскрывающая практическое содержание квинтодисциплинарного подхода на примере рыбохозяйственного комплекса:

1) природопользование – одним из показателей ведения рыбопромысловой деятельности является общий допустимый улов (**ОДУ**), превышение которого может не компенсироваться естественным воспроизводством и создавать риск истощения популяции;

2) охрана окружающей среды предполагает поддержание качества водной среды как концепта устойчивости отрасли. Любое антропогенное загрязнение ведет к падению равновесной биомассы даже при идеальном соблюдении квот на вылов;

3) риски – модель позволит количественно оценить угрозы, например, незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел или или техногенные аварии, рост или частота которых влечет за собой полное снижение экономической рентабельности или убыточность отрасли;

4) инновационность – внедрение новых технологий рассматривается как стратегический инвестиционный процесс. Несмотря на краткосрочное снижение финансовой активности из-за затрат на модернизацию, в долгосрочной перспективе инновации позволяют повысить селективность и эффективность лова без увеличения давления на дикие популяции, а также искусственно наращивать объемы биомассы за счет развития устойчивой аквакультуры;

5) эффективность – в рамках предложенной парадигмы экономическая эффективность переосмысливается: она определяется не как

Таблица 2

Квинтодисциплинарная матрица методов экологического управления

Группа методов	Конкретный инструмент M_j	Вектор воздействия $\delta_j = (\delta_N, \delta_P, \delta_I, \delta_E, \delta_R)$	Математическая интерпретация влияния на систему
I. Регуляторно-правовые	M_1: установление квот (ОДУ, предельно допустимые выбросы, лимиты изъятия)	(+, 0, 0, −, −)	$X_N(t)$+= $\alpha_1 u_1$; $X_E(t)$− = $\beta_1 u_1$; жесткое ограничение $X_N \geq N_{\min}$
	M_2: экологическая экспертиза и аудит (ОВОС, наилучшие доступные технологии (**НДТ**)	(0, +, +, −, −)	Сдвигает X_P и X_I вверх, снижает X_R за счет превентивного выявления угроз
	M_3: запретительные меры (штрафы, приостановка деятельности)	(0, +, 0, −, − −)	Резкое снижение X_R, но со «штрафом» для X_E; нелинейная зависимость
II. Экономические	M_4: «зеленые» субсидии и гранты	(+, +, ++, −, −)	Прямое финансирование: $X_I(t)$+= $\gamma_4 u_4$; мультипликативный эффект на X_N, X_P
	M_5: углеродный налог и плата за негативное воздействие	(+, +, +, −, −)	Стимулирует X_P и X_I через механизм интернализацию внешних эффектов
	M_6: ESG-финансирование, «зеленые» облигации	(+, +, +, ++, −)	Снижает стоимость капитала: $X_E(t)$+= $\eta_6 u_6 X_P(t)$
III. Технологические	M_7: внедрение НДТ	(+,+,++,+,−−)	Ключевой драйвер X_I; в долгосрочной перспективе растет X_E через ресурсосбережение
	M_8: Технологии замкнутого цикла (рециклинг, рекультивация)	(++, ++, +, +, − −)	Максимальный положительный сдвиг по N и P; выполнение балансового ограничения ∫(Возобн.−Изъят.) ≥ 0
IV. Информационно-аналитические	M_9: Цифровой экологический мониторинг (IoT, дистанционное зондирование Земли, BigData)	(+, +, +, 0, − −)	Снижает неопределенность: Var(ξ)↓; повышает точность оценки X_k
	M_{10}: Экомаркировка, раскрытие информации (ESG-отчетность)	(0, +, +, +, −)	Работает через репутационный канал: влияет на X_E опосредованно, через спрос

Примечание: «++» – сильное положительное влияние; «+» – умеренное; «0» – отсутствие прямого влияния; «–» – умеренное отрицательное (затраты); «– –» – сильное отрицательное; ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду

безграничная максимизация текущей прибыли, а как поиск оптимального баланса, при котором чистая приведенная стоимость промысла достигает максимума при жестком экологическом ограничении и недопущении снижения биомассы нерестового стада ниже критически безопасного уровня.

Заключение

Экологическая безопасность на мезоуровне представляет состояние защищенности биологических ресурсов и общества от направленных угроз и рисков в результате влияния на окружающую среду с целью поддержания его на уровне, обеспечивающем благоприятные для жизнедеятельности человека и функционирования биологических систем, эффективность функционирования отраслевых комплексов и устойчивого развития экономик всех уровней.

Триангуляция пяти компонентов (природопользования, охраны окружающей среды, инновационности, эффективности и отраслевых рисков) формирует устойчивый аналитический каркас оценки экологической безопасности отраслевых комплексов. Выявленная системная взаимозависимость данных элементов подтверждает статус экологической безопасности как «зонтичной» концепции, которая не выступает ограничителем экономического развития, а служит необходимым условием его долгосрочной устойчивости.

Практическая апробация триангуляционного подхода демонстрирует, что деградация природной среды в отраслевых комплексах носит каскадный характер и при отсутствии превентивных мер неминуемо приводит к дестабилизации экономической безопасности на региональном и макроэкономическом уровнях. Напротив, внедрение стандартизированных механизмов рационального природопользования и «зеленых» инноваций трансформирует экологические издержки в драйверы ресурсосбережения, обеспечивая кумулятивное снижение технологических, финансовых и производственных рисков.

Замена традиционного междисциплинарного синтеза структурированным квинтодисциплинарным подходом, реализованным через архитектурную матрицу пяти составляющих, обеспечит метрическую согласованность и взаимодополняемость данных различных научных областей. Это позволит преодолеть фрагментарность экологического регулирования, сформировать проактивную систему управления, устойчивую к технологическим рискам цифровизации, и создать синергетический эффект между экологической и экономической безопасностью на мезоуровне, национальном и глобальном уровнях.

Интеграция квинтодисциплинарных компонентов выступает действенным механизмом трансформации теоретических знаний в прикладные стратегии экологического управления. Архитектурная матрица пяти измерений (составляющих) обеспечивает методологическую основу для разработки конкретных регламентов и технологических решений: от восстановления нарушенных экосистем и синтеза циркулярных материалов до внедрения низкоуглеродных урбанистических концепций.

Внедрение предложенной архитектурной матрицы создает научно обоснованную базу для корректировки нормативно-правовых актов и отраслевых стандартов. Это даст возможность синхронизировать региональную экологическую политику с национальными целями устойчивого развития, включая реализацию нацпроекта «Экология» и «Экологическое благополучие», глобальными ESG-требованиями, что обеспечит прозрачность и измеримость экологических результатов как для государства, так и для инвесторов.

Финансирование

Настоящее исследование не получило внешнего финансирования.

Funding

The present study did not receive any external funding.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interest.

Список литературы

1. Левкина, Е. В. Управление экологической безопасностью: теоретико-методические аспекты / Е. В. Левкина, Е. Г. Гусев, Н. В. Шишкарева // Финансовый менеджмент. – 2024. – № 10. – С. 113–122. doi: 10.25806/fm-1452

2. Федюк, Р. С. Историческая траектория концепций экологической безопасности / Р. С. Федюк, Е. В. Левкина // Ойкумена. Регионоведческие исследования. – 2026. – Т. 20, № 1. – С. 78–88. doi: 10.63973/1998-6785/2026-1/78-88

3. Нарциссова, С. Ю. Экологическая безопасность и юридическая ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды : монография / С. Ю. Нарциссова. – Москва : Эдитус, 2026. – 102 с.

4. Федюк, Р. С. Обеспечение экологической безопасности на мезоуровне (на примере строительной отрасли региона) / Р. С. Федюк, Е. В. Левкина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – № 3(100). – С. 157–168. doi: 10.35211/18154360_2025_3_157

5. Куриная, Н. В. Выработка рекомендаций по устойчивому управлению природными ресурсами с учетом принципов экологической безопасности / Н. В. Куриная // Экономика строительства. – 2026. – № 1. – С. 231–233.

6. Сунни, Р. И. Совместное планирование экологической безопасности: вовлечение сообществ в устойчивое развитие / Р. И. Сунни, С. А. Бескоровайная // Экологическая безопасность и устойчивость социального развития : материалы Международной образовательной конференции, Москва, 22 марта 2024 года. – Москва, 2024. – С. 104–109.

7. Баламутова, А. А. Диагностика состояний функционирования объектов региональной экономики в проблеме устойчивого развития / А. А. Баламутова, Н. С. Попов, А. В. Андреев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2023. – Т. 29, № 1. – С. 75–90. doi: 10.17277/vestnik.2023.01.pp.075-090

8. Технологическая безопасность, устойчивость экономики и территорий. Антитеррористическая защита природно-техногенных комплексов : учебное пособие / А. И. Овсяник, С. П. Вишнякова, Я. Д. Вишняков [и др.]. – Москва : Кно-Рус, 2026. – 144 с.

9. Цифровые методы обеспечения промышленной и экологической безопасности производственных систем / И. В. Юдаев, В. В. Гамага, В. В. Серегина, Н. М. Удинцова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2026. – № 1. – С. 223–228.

10. Dzhavad, O. V. The Phenomenon of Security: Socio-Philosophical Context / O. V. Dzhavad, M. L. Ivleva // RUDN Journal of Philosophy. – 2025. – Vol. 29, No. 2. – P. 267–281. doi: 10.22363/2313-2302-2025-29-2-267-281

11. Telichenko, V. I. Adaptive Neuro-Fuzzy System for Estimation of Biopositivity of Built Environment / V. I. Telichenko, N. S. Rud // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2025. – Vol. 21, No. 2. – P. 138–148. doi: 10.22337/2587-9618-2025-21-2-138-148

12. Koshcheeva, E. S. The environmental legal narrative of renewable energy sources: legal regulation in the Russian Federation and Canada / E. S. Koshcheeva, M. A. Smirnov // Theoretical and Applied Ecology. – 2025. – No. 3. – P. 195–201. doi: 10.25750/1995-4301-2025-3-195-201

13. Vermitransformation of biodegradable disposable tableware / E. V. Antonova, I. V. Pashkova, A. B. Kupchinsky [et al.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2025. – Vol. 17, No. 2. – P. 140-153. doi: 10.12731/2658-6649-2025-17-2-1147

References

1. Levkina E.V., Gusev E.G., Shishkareva N.V. [Environmental Safety Management: Theoretical and Methodological Aspects], *Finansovyy menedzhment* [Financial Management], 2024, no. 10, pp. 113-122. (In Russ., abstract in Eng.)

2. Fedyuk R.S., Levkina E.V. [Historical Trajectory of Environmental Safety Concepts], *Oykumena. Regionovedcheskiye issledovaniya* [Oikumena. Regional Studies], 2026, vol. 20, no. 1, pp. 78-88. doi: 10.63973/1998-6785/2026-1/78-88 (In Russ., abstract in Eng.)

3. Nartsissova S.Yu. *Ekologicheskaya bezopasnost' i yuridicheskaya otvetstvennost' za narusheniye zakonodatel'stva v oblasti okhrany okruzhayushchey sredy: monografiya* [Environmental safety and legal liability for violation of legislation in the field of environmental protection: monograph], Moscow: Editus, 2026, 102 p. (In Russ.)

4. Fediuk R.S., Levkina E.V. [Ensuring environmental safety at the mesolevel (on the example of the regional construction industry)], *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura* [Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture], 2025, no. 3(100), pp. 157-168. doi: 10.35211/18154360_2025_3_157 (In Russ., abstract in Eng.)

5. Kurinaya N.V. [Development of recommendations for sustainable management of natural resources taking into account the principles of environmental safety], *Ekonomika stroitel'stva* [Construction Economics], 2026, no. 1, pp. 231-233. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Sunni R.I., Beskorovaynaya S.A. [Participatory planning of environmental safety: involving communities in sustainable development], *Ekologicheskaya bezopasnost' i ustoychivost' sotsial'nogo razvitiya: materialy Mezhdunarodnoy obrazovatel'noy konferentsii* [Environmental safety and sustainability of social

development: materials of the International. educational conf.], Moscow, March 22, 2024, Moscow, 2024, pp. 104-109. (In Russ., abstract in Eng.)

7. Balamutova A.A., Popov N.S., Andreev A.V. [Diagnostics of the States of Functioning of Regional Economy Objects in the Problem of Sustainable Development], *Transactions of the Tambov State Technical University*, 2023, vol. 29, no. 1, pp. 75-90. doi: 10.17277/vestnik.2023.01.pp.075-090 (In Russ., abstract in Eng.)

8. Ovsyanik A.I., Vishnyakova S.P., Vishnyakov Ya.D. [et al.]. *Tekhnologicheskaya bezopasnost', ustoychivost' ekonomiki i territoriy. Antiterroristicheskaya zashchita prirodno-tekhnogennykh kompleksov : uchebnoye posobiye* [Technological Security, Stability of the Economy and Territories. Anti-Terrorist Protection of Natural and Man-Made Complexes: A Study Guide], Moscow: KnoRus, 2026, 144 p. (In Russ.)

9. Yudaev I.V., Gamaga V.V., Seregina V.V., Udintsova N.M. [Digital Methods of Ensuring Industrial and Environmental Safety of Production Systems], *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [Bulletin of Tula State University. Earth Sciences], 2026, no. 1, pp. 223-228. (In Russ., abstract in Eng.)

10. Dzhavad O.V., Ivleva M.L. The Phenomenon of Security: Socio-Philosophical Context, *RUDN Journal of Philosophy*, 2025, vol. 29, no. 2, pp. 267-281. doi: 10.22363/2313-2302-2025-29-2-267-281

11. Telichenko V.I., Rud N.S. Adaptive Neuro-Fuzzy System for Estimation of Bi-opositivity of Built Environment, *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*, 2025, vol. 21, no. 2, pp. 138-148. doi: 10.22337/2587-9618-2025-21-2-138-148

12. Koshcheeva E.S., Smirnov M.A. The environmental legal narrative of renewable energy sources: legal regulation in the Russian Federation and Canada, *Theoretical and Applied Ecology*, 2025, no. 3, pp. 195-201. doi: 10.25750/1995-4301-2025-3-195-201

13. Antonova E.V., Pashkova I.V., Kupchinsky A.B. [et al.] Vermitransformation of biodegradable disposable tableware, *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2025, vol. 17, no. 2, pp. 140-153. doi: 10.12731/2658-6649-2025-17-2-1147

Сведения об авторах

Левкина Елена Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела по работе с диссертационными советами Департамента подготовки кадров высшей квалификации, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Российская Федерация; ORCID 0000-0001-7764-251X; e-mail: levkina.ev@dvfu.ru

About the authors

Elena V. Levkina – Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor, Head of the Department for Working with Dissertation Councils of the Department of Higher Qualification Training, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation; ORCID 0000-0001-7764-251X; e-mail: levkina.ev@dvfu.ru

Дата поступления 15.04.2026;
после рецензирования 29.05.2026;
дата принятия 15.07.2026

© Левкина Е. В., 2026. Данная статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/