

Формализация объектов исследования

и предпосылки для создания информационной многофакторной модели

Аннотация. В статье проработаны методы отраслевого управления, позволяющие обеспечить достоверное наполнение профильных баз знаний, которые служат источником информации, способной формировать модели, приближенные к человеческой логике, на базе опыта, фактов, правил (эвристик). Предложены основные постулаты по написанию сценария отраслевого прогнозирования для получения научно обоснованной оценки эффективности методик, призванных минимизировать негативное воздействие на экосистемы. Предпринята попытка создать алгоритм для проведения каких-либо определенных действий. Конкретный выбор критериев, метрических характеристик сводится к разработке отраслевых экоиндикаторов, где многофакторность позволяет отразить специфику и характеристику проектных объектов (рельеф изучаемых территорий, водные и наземные объекты, флора, фауна и т.д.).

Ключевые слова: база знаний, проектный объект, информационная модель, метод отраслевого прогнозирования, экоиндикаторы.

Для цитирования: Колесникович В. Формализация объектов исследования и предпосылки для создания информационной многофакторной модели // Наука и инновации. 2024. №6. С. 72–77.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-06-72-77>



Виктор Колесникович,
доцент экономико-правового
факультета Университета права
и социально-информационных
технологий, кандидат
географических наук;
ums_minsk@tut.by

УДК 504.03

Основная особенность современного этапа устойчивого развития перспективных объектов в сфере экологического туризма состоит в том, что из-за высокой динамики изменения внешней среды к ней требуется бережное и рациональное отношение. Разработка методов отраслевого прогнозирования развития экотуризма на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) направлена на минимизацию негативного воздействия на экосистемы. Правильная экологическая оценка туристско-рекреационного потенциала очень важна для достижения Республикой Беларусь целей устойчивого развития системы ООПТ [8].

Отраслевая база знаний (ОБЗ) традиционно содержит: институциональные знания, высококачественный опыт, возможность отраслевого прогнозирования и обучения [7]. Поэтому она служит источником информации, способной формировать модели, приближенные к человеческой логике, не только и не столько на основе формальных (математических) закономерностей, сколько на базе опыта, фактов, правил (эвристик).

В результате анализа существующих методов отраслевого управления, позволяющих обеспечить достоверное наполнение отраслевых баз знаний, направленных на соблюдение целей экологической безопасности Республики Беларусь [6], предпринята попытка создать в качестве некоего готового «рецепта» алгоритм для проведения каких-либо нацеленных действий – отраслевую методику. В указанном контексте она отличается конкретизацией приемов и задач, которые предлагается решать в ходе исследования проектных объектов. Например, статистический анализ данных эксперимента становится методом (предобработкой), а конкретный выбор критериев, метрических характеристик сводится к разработке отраслевых экоиндикаторов ООПТ [3, 4, 9, 12]. Они выступают в роли многофакторных комплексных характеристик, предполагающих количественную измеримость и доступность необходимой для их формирования отраслевой информации, содержащейся, как правило, в учете и отчетности.

Многофакторность позволяет отразить отраслевую специфику и характеристику проектных объектов ООПТ (рельеф изучаемых территорий, водные и назем-

ные объекты, флора, фауна и т.д.) [3–5].

Традиционно отраслевой многофакторный анализ состоит из нескольких этапов.

На первом с привлечением отраслевой экспертизы определяются факторы, которые оказывают воздействие на изучаемый показатель, и отбираются наиболее существенные для корреляционного анализа.

На втором используются технологии сбора и предобработки исходной информации.

На третьем изучается характер связи между факторами и результирующим показателем, осуществляется подбор и обоснование отраслевых информативных признаков, которые наиболее точно выражают сущность исследуемой зависимости.

На четвертом проводится оценка основных показателей корреляционной связи.

На пятом этапе происходит статистическая оценка результатов корреляционного анализа и выработка рекомендаций к практическому их использованию в моделировании процессов на объектах ООПТ.

Отбор информативных признаков является важным моментом биоэкологического анализа в связи с тем, что допущенные ошибки могут оказывать значительное негативное влияние на биоэкосистему. Результаты такой аналитики предназначены для разработки плановых заданий при создании информационной модели с соблюдением отраслевых принципов:

- **системности**, предполагающей взаимосвязанность объекта прогнозирования с прогнозным фоном и их элементами;
- **непрерывности**, учитывающей корректировку про-

гнозов по мере поступления новых данных об объекте прогнозирования;

- **согласованности**, требующей координации нормативных и поисковых прогнозов различной природы и временного периода;
 - **вариантности**, основанной на разработке версий отраслевого прогноза, исходя из особенностей рабочей гипотезы, постановки цели и разнообразного прогнозного фона;
 - **верифицируемости**, заключающейся в определении обоснованности, точности и достоверности отраслевых прогнозов;
 - **рентабельности**, предполагающей повышение экологического и экономического эффекта от пользования отраслевыми прогнозными рекомендациями.
- Соблюдение приведенных принципов позволяет обеспечить достаточную достоверность и точность отраслевого прогнозирования (ОП) [3, 4, 7], для которого предлагается получать информацию на основе трех взаимодополняющих вариантов:
- **оценки перспектив развития, будущего состояния прогнозируемого явления с учетом накопленного опыта в рассматриваемой предметной области (биоэкологии) по аналогии с изученными сходными процессами;**
 - **экстраполяции в будущее тенденций, закономерностей развития систем, сведения о которых достаточно хорошо известны;**
 - **моделирования возможных состояний систем и процессов в соответствии с ожидаемыми изменениями ряда заданных условий.**

Приведенным вариантам получения информации об ОП могут соответствовать три способа разработки отраслевых прогнозов:

- *анкетирование, заключающееся в опросе экспертов с целью упорядочения возможных состояний базы знаний, согласования объективных и субъективных оценок прогнозного характера;*
- *построение динамических рядов развития показателей предполагаемого явления на интервале прогноза в прошлом и в будущем;*
- *создание поисковых информативных моделей, базирующихся на данных прошлого периода, и прогноза по имеющимся прямым или косвенным данным о масштабах и направлении изменений [7].*

Далее рационально применить один из основных фактографических (формализованных) методов прогнозирования – статистический. Однако при этом следует учитывать его основной недостаток – неприменимость в нестабильных условиях, когда, к примеру, из-за существенных перемен, связанных с пандемией COVID-19, гипотеза о возможности экстраполяции прошлых тенденций на будущее не выполняется, а требуемый уровень точности отраслевых прогнозных оценок можно получить только с помощью моделей адаптивного прогнозирования [4]. Их развитие осуществляется в двух направлениях: усложнение структурных характеристик и совершенствование адаптивного механизма отраслевых прогнозных моделей [4].

Предлагается одновременно с оптимальной настройкой параметров адаптации осуществлять выбор такой структуры из неко-

торого множества вариантов адаптивного механизма, которая для моделируемого процесса обеспечивает самые точные экс-пост-прогнозные расчеты.

На первом этапе реализации процедуры комплексного ОП следует применить метод прогнозного сценария, составляемого на тему, непосредственно связанную с целевым предназначением отраслевой прогнозируемой системы. Это упорядоченное во времени описание последовательности ее будущих состояний, обусловленных причинно-следственными связями типа «состояние – состояние» и «внешние факторы – состояние».

Таким образом, сценарий может рассматриваться как словесная (вербальная) логико-эвристическая динамическая модель системы. Он в связи с наличием различных вариантов принятия промежуточных решений и воздействий отраслевого прогнозного фона (среды) во многих случаях имеет многовариантный характер, то есть описывает несколько логически обоснованных последовательностей состояний (событий) отраслевой базы знаний.

Единые правила по написанию отраслевых сценариев не приняты, но в общем случае они включают следующие разделы: вводную часть, основное содержание и заключение [4].

Вводная часть содержит обоснование темы, общий анализ рассматриваемой области, описание генеральной цели, имеющих людских, финансовых и технических ресурсов, совокупности внешних по отношению к отраслевой базе знаний условий (факторов), существенных для решения поставленных задач.

Основная часть отраслевого сценария связана с разработ-

кой различных альтернативных вариантов достижения глобальной (генеральной) цели, стоящей перед ОБЗ, с учетом воздействия прогнозного фона. При этом на содержательном уровне проводится последовательный анализ возможных состояний системы (организации) на период упреждения ОП с указанием различных вариантов выдачи управляющих воздействий при возникновении конфликтных и критических ситуаций.

Чаще всего специалисты-аналитики совместно с учеными-исследователями, реализуя общую схему построения отраслевого сценария, исходят из трех вариантов развития будущего: оптимистического, пессимистического и наиболее ожидаемого.

Достоверность реализации неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды выявляется в ходе анализа причин возможного их проявления и путей ликвидации, затем на основе данных оценок определяется состояние, которое можно считать наиболее вероятным.

В заключительной части отраслевого сценария должны содержаться выводы о реальности достижения глобальной цели, а также о тех результатах, которые могут быть получены в процессе воздействия на ОБЗ. При этом перечисляются основные мероприятия, которые необходимо провести.

Последние могут быть составлены на основе стратегической или операционной игры специалистов (экспертов), что наиболее актуально для современных измененных условий социального дистанцирования. Для проведения игры, в свою очередь, пишется предварительный сценарий, в котором распределяются роли, отведенные участни-

кам, исходные данные, правила. Запись ходов игроков и соответствующий их анализ позволяет построить основной сценарий. На его основании выполняется построение дерева целей и задач, стоящих в будущем перед исследуемой системой.

Данное дерево представляет собой древесный граф, созданный по правилам исследовательского логического расчленения генеральной цели на подцели первого уровня, подцелей второго уровня и т.д. [7]. Такой метод в ряде случаев еще называют таксономией целей. Элементы каждого их уровня рассматриваются по отношению к связанным с ними элементам нижестоящего

уровня как цели, а по отношению к вышестоящему уровню – как задачи, которые должны быть решены для обеспечения достижения целей.

Основные методы, используемые в современной отраслевой прогностике, разбиты на три группы (*таблица*).

Первую составляют методы, предназначенные для оценивания будущих тенденций (трендов) и выявления наиболее существенных возможных (вероятных) значений показателей при использовании анализа отраслевой конкурентоспособности и событий. Это наиболее оптимальный вариант при проведении стратегического отраслевого планирования, где весьма популярны методы фор-

мирования отраслевого сценария, анализа возможных перемен и отраслевой конкурентоспособности [4].

Во вторую группу входят методы моделирования внешней среды, позволяющие построить такую модель действительности, которая дает возможность специалисту по отраслевому планированию получать различные варианты будущего, изменяя входные параметры и функции переменных, но для этого необходимо разработать и внедрить систему отраслевых экоиных индикаторов [2].

Оценить последствия влияния возможных трендов и событий на результаты деятельности, провести анализ перекрестного воздействия событий можно с помощью

Методы отраслевого прогнозирования	Уровень динамизма внешней среды		
	1–2	3–4	4–5
	Экстраполяция	Жизненный цикл	Дискретное отклонение
Прогнозирование конъюнктуры, темпов экономического роста, демографической ситуации, научно-технического прогресса, социологическое прогнозирование: <ul style="list-style-type: none"> ■ экстраполяция ■ множественная регрессия ■ выбор кривой тренда ■ отраслевые сценарии с использованием экологических декораций ■ анализ отраслевой конкурентоспособности ■ асимптотический анализ ■ анализ угроз и возможностей 	+		
	+		
	+		
	+	+	+
	+	+	+
		+	
Моделирование внешней среды: <ul style="list-style-type: none"> ■ модель «давление – состояние – реакция» (ДРС) ■ эконометрическое (региональной отраслевой инфраструктуры) ■ кибернетическое ■ стохастическое: прогнозирование условий для разных ситуаций 	+		
	+		
	+	+	+
		+	
Оценка последствий решений: <ul style="list-style-type: none"> ■ анализ воздействий ■ анализ перекрестного воздействия ■ дедуктивный анализ (оценка точек притяжения нового аттрактивного отраслевого продукта) ■ анализ баланса сил заинтересованных отраслевых групп 			+
			+
		+	+
		+	+

Таблица. Методы отраслевого прогнозирования

третьей группы методов. Они позволяют достичь социально-экономических показателей при приемлемом (научно обоснованном) влиянии на окружающую среду (биотоп), где размещается отраслевое предприятие [4].

В *таблице* наряду с методами отраслевой прогностики, наиболее часто используемыми в отраслевом управлении, содержатся границы их целесообразного применения. Так, методы экстраполяции и близкие к ним по содержанию методы множественной регрессии и выбора кривых тренда позволяют достаточно точно описать среду (уровень динамизма внешней среды 1–2), в которой аналитические (цель) и диагностические (функция) прогнозы, значимые «в прошлом», и соответствующие закономерности и зависимости сохраняются и в будущем. Однако методы экстраполяции дадут неверное представление о внешней среде при изменении уровня возмущающих воздействий (2-я и 3-я колонка *таблицы*, где отсутствуют знаки «+»). При этом экологические критерии в биоэкологическом анализе, изучаемые с целью создания предметной отраслевой модели базы знаний, рассматриваются как мера антропогенного воздействия на экосистемы и ландшафты, при которой их основные функционально-структурные характеристики (продуктивность, интенсивность биотического круговорота, видовое разнообразие, устойчивость и др.) в идеале не выходят за пределы естественных измерений.

Предложенные автором методы могут применяться для долгосрочного и точного прогноза основных составляющих экологической политики Республики Беларусь, которые сформу-

лированы в Национальной стратегии устойчивого развития до 2030 г. [4, 8]:

- обеспечения экобезопасности и благоприятной окружающей среды;
- рационального использования природно-ресурсного потенциала;
- сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;
- эффективного обращения с отходами.

При прогнозировании наряду с полимодельным описанием биоэкологических аспектов следует задействовать многометодный ситуационный подход, при котором в зависимости от складывающейся на момент формирования прогноза внутренней и внешней обстановки выбирается соответствующая совокупность методов [4].

Для того чтобы создать функциональную модель действительности, необходимо составить логическую последовательность испытаний, изменяя входные параметры и функции переменных, которые вносятся программой посредством автоматизированного анализа отраслевой базы знаний. На промежуточной стадии на основе полученного массива данных и характерных признаков нужно сделать выборку наиболее надежных и информативных сведений. Именно на их базе проводят построение требуемой модели отраслевых экоиндикаторов.

Одна из самых полных по охвату систем разработана Комиссией по устойчивому развитию ООН и содержит четыре основные группы индикаторов, определяющих:

- социальные аспекты устойчивого развития;
- экономические;
- экологические, включающие характеристики

воды, суши, атмосферы, других природных ресурсов, а также отходов;

- институциональные (прогнозирование и планирование политики, научные разработки, международные правовые инструменты, информационное обеспечение, усиление роли основных групп населения) [2, 10].

Система показателей ОЭСР объясняет взаимосвязи между экономикой и защитой окружающей среды, выявляет экономико- и социально-экологические взаимосвязи, представляющие собой модель «давление – состояние – реакция». Она работает следующим образом: человек своей деятельностью оказывает «давление» на окружающую среду и изменяет количество и качество природных ресурсов («состояние»), общество реагирует на это путем изменения государственной политики, общественного сознания и поведения («реакция») [2, 13].

Предложенные ОЭСР индикаторы могут использоваться с учетом конкретных условий отдельных стран, для чего иногда требуются их преобразования и трансформация.

Экопоказатели для ОБЗ в сфере биоэкологии предлагается разбить на две категории с учетом их целевой направленности:

- индикаторы как движущая сила, характеризующие человеческую деятельность, процессы и характеристики, которые влияют на устойчивое развитие при работе с ненарушенными экосистемами;
- индикаторы состояния, отражающие текущие условия в уже пострадавших экосистемах [9].

Очевидно, что такие показатели, имея количественное выра-

жение, могут использоваться для обоснования принимаемого решения и выявления недостатков в природопользовании, а также обеспечения контроля достоверности отраслевых баз знаний [9].

Решающим критерием для принятия модели за основу выступает испытание ее адекватности в реальных экосистемах. Верификация как одно из направлений исследования включает цели их сохранения и восстановления. Инструментами достижения этой цели становятся функциональное отраслевое моделирование и отраслевая информационная многофакторная модель [10, 13].

Отсутствие универсальной схемы связано с проведением исследований в естественных условиях, исходя из необходимости решения какой-либо конкретной проблемы их воздействия на окружающую среду [3, 5, 6, 8]. Для решения подобных задач предполагается использовать систему отраслевых экоиндикаторов, которая становится частью процесса формализации проектных объектов, позволяет построить аналитическую модель для прогнозирования и как итог – создать информационную модель отраслевой базы знаний [4].

Статья поступила в редакцию
14.01.2023 г.

■ **Summary.** The article elaborates the methods of industry management, allowing to ensure reliable filling of industry knowledge bases that serve as a source of information capable of forming models close to human logic, based on experience, facts, rules (heuristics). For this purpose, the study of methods of industry forecasting is proposed to obtain a scientifically based assessment of the effectiveness of methods designed to minimize the negative impact on ecosystems. In this regard, an attempt has been made to create as a kind of ready-made «recipe», an algorithm for carrying out any targeted actions, and the specific choice of criteria, metric characteristics, is reduced to the development of sectoral eco-indicators, where multifactoriality allows reflecting the industry specifics and characteristics of «project objects» (relief of the studied territories, water and land objects, flora, fauna, etc.).

■ **Keywords:** knowledge base, project object, information model, method of industry forecasting, eco indicators.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-06-72-77>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Душин В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем / В.К. Душин. – 5-е изд. – М., 2014.
2. Индикаторы устойчивого развития // <http://urboecol.muctr.ru/wp-content/uploads/2009/05/tarasova.pdf>.
3. Колесникович В.П. Анализ природно-ресурсного комплекса республиканского ландшафтного заказника «Выгонощанское» с целью биоэкологической оценки природно-ресурсного потенциала // Вестник Полесского государственного университета / Сер. естественных наук. 2020. №1. С 62–70.
4. Колесникович В.П. Закономерности формирования, состояние, динамика развития туристско-рекреационного потенциала Республики Беларусь / В.П. Колесникович // Весці БДПУ. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. 2019. Сер. 3, №1(95). С. 45–51.
5. Колесникович В.П., Зима М.А. Стратегия сохранения и рационального использования туристско-рекреационного потенциала водных и наземных экосистем // Вестник Полесского государственного университета. Сер. природоведческих наук. 2019. №2. С. 51–60.
6. Предпосылки развития туристско-рекреационных ресурсов Республики Беларусь в условиях информационной трансформации / В.П. Колесникович [и др.] // Весці БДПУ. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. 2018. Сер. 3, №1. С. 28–35.
7. Колесникович В.П. База знаний как основа эффективного управления туристическими потоками на особо охраняемых природных территориях. Сборник статей III Междунар. науч.-техн. конф. «Минские научные чтения 2020». Т. 1. – Минск, 2021.
8. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. // <https://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>.
9. Озина А.М., Сергеева Ю.В. Концептуальные аспекты обоснования индикаторов устойчивого развития территорий // Региональная экономика. 2015. №10. С. 22–31.
10. Стратегическое планирование и хозяйственная политика // <https://sites.google.com/site/ekonomikarb/38-sistema-planirovania-i-prognozirovania-nacionalnoj-ekonomiki-belarusi>.
11. Стратегическое управление // <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/strategicheskoe-upravlenie.html>.
12. Тарасова Н.П., Кручина Е.Б. Индексы и индикаторы устойчивого развития // http://www.cawater-info.net/eoindicators/pdf/tarasova_kruchina.pdf.
13. Указ Президента Республики Беларусь «Об экологической сети» от 13.03.2018 г. №108 // <https://president.gov.by/ru/events/kommentarij-k-ukazu-108-ot-13-marta-2018-g-18317>.