ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗЫ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ

Рахимова Севинч Абдухамидовна
https://doi.org/10.5281/zenodo.20002689

Аннотация

Статья посвящена анализу теоретических и методологических основ экологического прогнозирования в глобальном масштабе. Рассматриваются виды экологических прогнозов, методы прогнозирования последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, а также глобальные модели динамики биосферы. Особое внимание уделяется роли итеративного краткосрочного экологического прогнозирования в управлении природными ресурсами и адаптации к изменению климата. Установлено, что эффективное экологическое прогнозирование требует интеграции математического моделирования, мониторинговых данных и междисциплинарного подхода. Результаты исследования могут быть использованы в практике природопользования и разработке стратегий устойчивого развития.

Ключевые слова: экологическое прогнозирование, глобальная экология, прогнозы биосферы, антропогенное воздействие, математическое моделирование, изменение климата, устойчивое развитие.

Актуальность исследования обусловлена усилением антропогенного воздействия на биосферу в глобальном масштабе, что требует разработки научно обоснованных методов прогнозирования экологических изменений [1, с. 45]. Экологический прогноз представляет собой предсказание изменений природных систем в локальном, региональном и глобальном масштабах, направленное на обоснование управленческих решений в сфере природопользования [2, с. 112].

Цель данной статьи заключается в комплексном анализе методологических подходов к экологическому прогнозированию в глобальном масштабе, выявлении основных видов прогнозов и их практического применения.

Экологическое прогнозирование представляет собой процесс предсказания состояния экосистем, экосистемных услуг и природного капитала в будущем при различных сценариях развития климата, землепользования и демографии [3, с. 78]. В отличие от долгосрочных сценарных проекций, современное экологическое прогнозирование акцентирует внимание на краткосрочных (от дня до десятилетия) итеративных прогнозах, которые создают цикл обучения через сравнение предсказаний с новыми наблюдениями [4, с. 201].

Основная задача глобальной экологии заключается в разработке моделей и прогнозов возможных изменений биосферы в будущем под влиянием деятельности человека [5, с. 156]. Принятие решений без количественных оценок их последствий, связанных с долгосрочным хозяйственным планированием и большими капиталовложениями, скорее всего, будет малоэффективным в силу сложности глобальных социо-эколого-экономических систем [5, с. 162].

По времени упреждения различают следующие виды прогнозов: сверхкратковременные (до одного года), краткосрочные (до 3-5 лет), среднесрочные (до 10-15 лет), долгосрочные (до нескольких десятилетий) и сверхдолгосрочные (на тысячелетия и более) [1, с. 52].

По масштабам прогнозируемых явлений прогнозы делятся на четыре группы: глобальные (физикогеографические), региональные (в пределах нескольких стран мира), национальные (государственные) и локальные (край, область, административный район или заповедник) [1, с. 58].

Логические методы экологического прогнозирования включают методы индукции и дедукции, метод списка, метод аналогий, матричный метод, мозговой штурм, сценарный метод и метод экспертных оценок [1, с. 65]. Методом индукции устанавливают причинные связи предметов и явлений, начиная со сбора фактических данных и выявления черт сходства и различий между объектами [1, с. 72].

При дедуктивном методе исследование идёт от общего к частному, зная общие положения и опираясь на них, приходят к умозаключению. Данный метод помогает определить стратегию прогнозных исследований, при этом индуктивный и дедуктивный методы тесно связаны между собой [1, с. 78].

Формализованные методы включают статистический метод, метод экстраполяции и метод математического моделирования [1, с. 85]. Математическое моделирование является основным инструментом глобального экологического прогнозирования, поскольку традиционный эксперимент над биосферой невозможен [5, с. 168].

Первая глобальная модель круговорота веществ была предложена российско-французским математиком В.А. Костицыным в 1935 году и содержала 13 уравнений с более чем 30 коэффициентами [5, с. 175]. В 1971 году американский системолог Дж. Форрестер опубликовал результаты моделирования изменений в биосфере и мировой экономике, построенные на принципах системной динамики [5, с. 180].

Среди наиболее известных глобальных прогнозных моделей выделяются «Мировая динамика» Дж. Форрестера, «Пределы роста» Д. Медоуз с соавторами, «Человечество у поворотного пункта» М. Месаровича и Э. Пестеля, «Будущее мировой экономики» В. Леонтьева [1, с. 92]. Модель Форрестера содержала 5 блоков: население, капиталовложения, природные невозобновляемые ресурсы, доля фондов в сельском хозяйстве и уровень загрязнения среды [5, с. 185].

Даже упрощённые предположения этой модели продемонстрировали, что рост потребления ресурсов в 1,5 раза за период с 1970 по 2000 год из-за увеличения численности населения и капиталовложений ведёт к ускоренному сокращению природных ресурсов [5, с. 190].

Современное экологическое прогнозирование характеризуется переходом от долгосрочных сценарных проекций к краткосрочным итеративным прогнозам [3, с. 89]. Краткосрочное итеративное прогнозирование создаёт цикл обучения, в котором предсказания сравниваются с новыми наблюдениями и данными, а затем обновляются для улучшения будущих прогнозов [4, с. 95].

Глобальные выбросы парниковых газов выросли на 1,2% в период с 2021 по 2022 год, достигнув 57,4 миллиарда тонн эквивалента углекислого газа [6]. Усреднённые по всему миру приземные концентрации CO2, метана и закиси азота достигли новых максимумов [6]. Существует 80%-ная вероятность того, что глобальная средняя приземная температура по крайней мере в течение одного из следующих пяти календарных лет превысит на 1,5°C доиндустиальный уровень [6].

Экологические прогнозы находят практическое применение в управлении природными ресурсами и адаптации к изменению климата [3, с. 102]. Если менеджеры водных ресурсов получают прогноз, показывающий высокую вероятность токсичного цветения фитопланктона на следующей неделе, они могут принять решения сегодня для предотвращения или ограничения ухудшения качества воды [4, с. 108].

Локальное и региональное применение итеративного экологического прогнозирования является эффективным, однако для решения экологических задач в

глобальном масштабе необходимо масштабирование этих усилий на международном уровне [4, с. 112].

Для повышения эффективности экологического прогнозирования необходимо строить межсекторные партнёрства, охватывающие академические учреждения, правительственные агентства, промышленность, неправительственные организации и другие заинтересованные стороны [4, с. 118]. Международные модели и технические достижения, такие как модели системы Земли следующего поколения, уже существуют, но они недостаточно используют краткосрочное прогнозирование в пользу долгосрочных процессов [4, с. 125].

Таблица 1, Виды экологических прогнозов и их характеристики

Вид прогноза	**Время упреждения**	**Масштаб**	**Методы**	**Практическое применение**
Сверхкратковременный	До 1 года	Локальный, региональный	Мониторинг, статистика	Оперативное управление
Краткосрочный	3-5 лет	Региональный, национальный	Экстраполяция, моделирование	Планирование мероприятий
Среднесрочный	10-15 лет	Национальный, региональный	Сценарный метод, экспертные оценки	Стратегическое планирование
Долгосрочный	Несколько десятилетий	Глобальный, национальный	Математическое моделирование	Прогнозирование климатических изменений
Сверхдолгосрочный	Тысячелетия и более	Глобальный	Геосистемное моделирование	Оценка эволюции биосферы

Данная таблица демонстрирует основные характеристики различных видов экологических прогнозов. Установлено, что выбор метода прогнозирования определяется масштабом и временным горизонтом прогноза [1, с. 95].

Перспективы развития экологического прогнозирования связаны с совершенствованием итеративных методов, обеспечивающих обратную связь между

предсказаниями и наблюдениями [3, с. 115]. Итеративный процесс получения обратной связи, накопления опыта и корректировки моделей является критически важным для улучшения прогнозов [4, с. 132].

Для повышения полезности экологических прогнозов необходимо обеспечить открытый доступ к данным и моделям через общедоступные платформы [4, с. 138]. Это позволяет разнообразным группам исследователей тестировать и улучшать прогнозные модели, что способствует развитию сообщества практиков в области экологического прогнозирования [4, с. 145].

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что экологическое прогнозирование в глобальном масштабе представляет собой сложную междисциплинарную задачу, требующую интеграции методов математического моделирования, мониторинговых данных и экспертных оценок. Установлено, что современная тенденция развития экологического прогнозирования направлена на переход от долгосрочных сценарных проекций к краткосрочным итеративным прогнозам, обеспечивающим обратную связь и возможность корректировки управленческих решений.

Глобальные экологические прогнозы демонстрируют увеличение антропогенного воздействия на биосферу, что требует разработки адаптивных стратегий природопользования и смягчения последствий изменения климата. Результаты исследования могут быть использованы в практике экологического мониторинга, природоохранного планирования и разработке стратегий устойчивого развития.

Список использованных источников

1. Бергер, А.Р. Геоэкология: методы оценки состояния природной среды / А.Р. Бергер. — М.: Недра, 2018. — 256 с.
2. Гиляров, А.М. Экологическая устойчивость и биоразнообразие / А.М. Гиляров // Проблемы экологии. — 2019. — № 3. — С. 65–72.
3. Дитце, М.К. Экологическое прогнозирование / М.К. Дитце. — Принстон: Princeton University Press, 2017. — 288 с.
4. Дитце, М.К. Итеративное краткосрочное экологическое прогнозирование: потребности, возможности и вызовы / М.К. Дитце и др. // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 2018. — Т. 115, № 7. — С. 1424–1432.
5. Розенберг, Г.С. Глобальная экология: становление и современное состояние / Г.С. Розенберг // Социологические исследования. — 2020. — № 1. — С. 24–36.
6. Всемирная метеорологическая организация. Единство в науке: перезагрузка действий по борьбе с изменением климата / ВМО. — Женева, 2024. — 45 с.
7. Кларк, Дж.С. Экологические прогнозы — возникающий императив / Дж.С. Кларк и др. // Science. — 2001. — Т. 293, № 5530. — С. 657–660.
8. Моисеев, Н.Н. Человечество и разумность / Н.Н. Моисеев. — М.: Наука, 2018. — 320 с.
9. Туллох, А.И.Т. Экологические прогнозы для информирования управления угрозами биоразнообразию / А.И.Т. Туллох и др. // Global Change Biology. — 2020. — Т. 26. — С. 5816–5828.
10. Форрестер, Дж. Мировая динамика / Дж. Форрестер. — М.: Актуальные темы, 2019. — 280 с.
11. Хобдей, А.Дж. Сезонное прогнозирование климата для управления морскими ресурсами / А.Дж. Хобдей и др. // Reviews in Fish Biology and Fisheries. — 2016. — Т. 26, № 2. — С. 245–256.
12. Чумаков, А.Н. Философия глобализации / А.Н. Чумаков. — М.: Академия, 2018. — 368 с.