

**ПОТРЕБНОСТИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА
АДАПТАЦИИ***А.А. Романовская*

Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,
Россия, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, 20Б; *an_roman@mail.ru*

Резюме. В статье на концептуальном уровне рассмотрено современное состояние системы государственного мониторинга климата и загрязнения окружающей среды в России. Показано, что международные климатические и инвайронментальные соглашения, в которых участвует Россия, требуют расширения существующей системы государственного мониторинга, а именно, развития направления мониторинга адаптации. Проанализирован комплекс основополагающих российских внутривполитических документов и сделано заключение, что в них в значительной мере заложены организационные основы мониторинга адаптации. Явным институциональным недостатком является отсутствие государственного органа, ответственного за оценку эффективности этого вида мониторинга. Предложены конкретные индикаторы для оценки эффективности адаптационных мер.

Ключевые слова. Мониторинг, адаптация, цели адаптации, индикаторы эффективности адаптации, экосистемы, запасы углерода.

NEEDS AND WAYS TO DEVELOP ADAPTATION MONITORING*A.A. Romanovskaya*

Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS
20B, Glebovskaya str., 107258, Moscow, Russia; *an_roman@mail.ru*

Abstract. The current status of the system of state climate and environmental pollution monitoring in Russia is evaluated. Number of international agreements on climate and environment signed by Russia requires developing of the existing state monitoring system further to include adaptation monitoring. The analysis of the current domestic policy in Russia shows that the set of fundamental documents largely laid the institutional framework for the adaptation monitoring. Currently, obvious institutional weakness is the absence of a single state entity responsible for assessment of the effectiveness of this type of monitoring. The set of specific indicators to assess the effectiveness of adaptation measures is proposed.

Keywords. Monitoring, adaptation, adaptation targets, indicators of adaptation efficiency, ecosystems, carbon stocks.

Введение

В настоящее время увеличивающийся масштаб антропогенного воздействия на земную систему показывает, что только мероприятий по регуляции этого воздействия может быть недостаточно для полноценного функционирования природных и социально-экономических систем. Необходимой становится их адаптация, соответствующее совершенствование комплексной системы мониторинга и создание блока мониторинга адаптации, включая наблюдение за индикаторами адаптации, оценку достигнутого состояния, его прогноз, а также создание системы управления с целью своевременной корректировки применяемых адаптационных мер. В России начинает формироваться основа для адаптации природных и социально-экономических систем как в рамках выполнения принятых международных обязательств (в частности, в контексте Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Парижского соглашения, Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, Конвенции ООН о биологическом разнообразии, Целей устойчивого развития на период до 2030), так и в рамках стратегических документов на национальном уровне (в частности, в рамках Климатической доктрины Российской Федерации, Комплексного плана ее реализации; Стратегии экологической безопасности на период до 2025 года и др.). В число таких индикаторов должны войти: площади посевов, лесов, деградированных земель; индикаторы биоразнообразия; продуктивность агроэкосистем (валовый сбор и урожайность); содержание гумуса в почвах и др. Одним из наиболее информативных показателей для оценки эффективности адаптации экосистем является изменение запасов углерода во всех пулах, включая надземную и подземную биомассы, мертвое органическое вещество, состояние подстилки и почвы. Целевым показателем эффективности внедряемых мероприятий по адаптации экосистем может стать сохранение или увеличение общего запаса углерода экосистем.

Цель данной статьи: систематизировать потребности и пути современного развития системы мониторинга окружающей среды, определить место в этой системе новому, зарождающемуся направлению мониторинга – мониторингу адаптации природных и социально-экономических систем к антропогенному воздействию – и сформулировать его основы.

Концептуальная схема

В системе мониторинга антропогенных изменений окружающей среды (Израэль, 1974) можно выделить два основных направления:

1) мониторинг антропогенных воздействий, не связанных с загрязнением (в том числе мониторинг глобального климата и его изменений; мониторинг потоков и концентраций парниковых газов и других климатически активных веществ; мониторинг последствий изменения климата для природных и социально-экономических систем, в том числе, для здоровья населения);

2) мониторинг загрязнения окружающей среды (в том числе химического, физического, биологического и радиоактивного загрязнения, включая фоно-

вое загрязнение экосистем); мониторинг последствий загрязнения окружающей среды для природных и социально-экономических систем, в том числе для здоровья населения.

Совершенствование и развитие этих направлений мониторинга продолжается на постоянной основе и в настоящее время. Сейчас в рамках первого направления мониторинга ключевой задачей для совершенствования становится атрибуция наблюдаемых явлений, в том числе выделение их антропогенной составляющей. Согласно публикации Ю.А. Израэля (1974) мониторинг антропогенных изменений предусматривает получение детальной информации по антропогенным изменениям природной среды на фоне естественных колебаний и изменений. Поэтому, несмотря на важность мониторинга последствий фактически наблюдаемого изменения климата, выявление именно антропогенной составляющей последствий для природных и социально-экономических систем позволит выработать обоснованные решения в системе государственного регулирования выбросов и поглощения парниковых газов.

Другими направлениями развития климатического мониторинга в будущем могут считаться: дальнейшее снижение неопределенностей оценок потоков парниковых газов и сведение глобального баланса углерода; уточнение прогнозных оценок как в отношении потоков и концентраций парниковых газов, так и для ожидаемого изменения климата и его последствий; получение региональных оценок изменений климата и его последствий; развитие биоиндикации изменений климата.

Развитие мониторинга загрязнения ожидается, в том числе, в следующих направлениях: улучшение полноты территориального охвата и перечня загрязняющих веществ, в частности, для импактного мониторинга загрязнения. Так, приказом Росгидромета от 02.02.2017 г. № 23 была утверждена «Концепция совершенствования системы мониторинга загрязнения окружающей среды с учетом конкретизации задач федерального, регионального и локального уровней на 2017-2025 годы», в которой отмечена необходимость улучшения доступности оперативной информации и разработаны рекомендуемые формы для ее стандартизации.

Для фонового мониторинга актуальной задачей на сегодняшний день остается сохранение охвата системы мониторинга и числа действующих станций. Необходим также постоянный анализ и своевременный пересмотр точек пробоотбора при фоновом мониторинге для их соответствия понятию «фон».

Ключевым элементом комплексной системы мониторинга, ассимилирующей информацию обоих рассмотренных выше направлений, является мониторинг последствий антропогенных воздействий. Его результаты, а также концепция допустимых пределов такого воздействия, являются основанием для принятия соответствующих ответных мер по регулированию и дозированию антропогенной нагрузки на окружающую среду (Израэль, 1974).

Однако только мероприятий по регуляции антропогенного воздействия может быть недостаточно для поддержания полноценного функционирования природных и социально-экономических систем. Например, даже полное пре-

кращение выбросов парниковых газов в атмосферу мгновенно не приведет к снижению нагрузки на климатическую систему вследствие ее инерционности. Таким образом, в настоящее время одним из актуальных вопросов становится разработка и применение мер адаптации, включая соответствующее совершенствование комплексной системы мониторинга (см. рис. 1).



Рисунок 1. Комплексная система мониторинга окружающей среды

Под *адаптацией* природных и социально-экономических систем мы понимаем *мероприятия по обеспечению устойчивости систем и их нормального функционирования в изменяющихся условиях окружающей среды, в том числе климата*. Для хозяйственных систем и здоровья населения такие мероприятия призваны уменьшать отрицательные последствия изменений и усиливать положительные.

Разрабатывая и внедряя адаптационные меры, необходимо уметь оценивать их эффективность. Создание блока мониторинга адаптации потребует разработки всех его элементов, включая разработку собственно индикаторов адаптации, методов наблюдения за ними, оценку фактически достигнутого эффекта для состояния систем, его прогноз, а также создание системы управления (обратной связи) с целью своевременной корректировки применяемых адаптационных мер.

Международные соглашения и национальные действия

В рамках ряда современных международных соглашений в области окружающей среды и климата начинает формироваться основа для разработки адаптаций природных и социально-экономических систем в национальных масштабах, прежде всего в отношении сельского и лесного хозяйства. К таким соглашениям относятся Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН) (UNFCCC, 1992), заключенное в ее рамках Парижское соглашение, Конвенция по борьбе с опустыниванием ООН (КБО ООН), Конвенция о биологическом разнообразии ООН (КБР, 1992), Рамсарская конвен-

ция, а также принятые международным сообществом «Цели устойчивого развития на период до 2030» (Резолюция..., 2015).

Основными направлениями борьбы с нежелательными последствиями изменения глобального климата в соответствии с РКИК ООН являются следующие два: смягчение антропогенного воздействия на климат («mitigation of climate change») и адаптация (РКИК, 1992). Первая мера уменьшает воздействия, в частности, выбросы парниковых газов, а вторая – уменьшает негативные последствия для природных и хозяйственных систем (и/или увеличивает положительные). Хотя с момента своего принятия (открыта к подписанию в 1992 году) РКИК ООН уделяла больше внимания мерам по смягчению воздействий для предотвращения опасного антропогенного влияния на климатическую систему, была также сформирована и система поддержки глобальных действий в области адаптации. В рамках принятого в декабре 2015 года Парижского соглашения смягчение воздействий и адаптация получили одинаковую значимость. В соответствии с этим соглашением, определяемые на национальном уровне вклады (ОНУВ) сторон соглашения, самостоятельно ими устанавливаемые, должны включать, начиная с 2020 года, действия обоих типов – смягчение антропогенных воздействий на климат и меры адаптации на своей территории. Каждые 5 лет предполагается оценка выполнения этих обязательств и, возможно, их пересмотр.

Смягчение воздействия в рамках РКИК ООН определяется как «любое антропогенное вмешательство, которое может либо уменьшить выбросы парниковых газов источниками, либо повысить их абсорбцию поглотителями». В рамках последнего, Пятого оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), деятельность по смягчению воздействий включает не только технологии и практики по сокращению выбросов или увеличению поглощения парниковых газов, но и различные геоинженерные воздействия, включая прямое удаление углекислого газа (CO₂) из атмосферы («negative emission») и регулирование потока поступающей солнечной радиации («solar radiation management»).

Деятельность по адаптации в РКИК ООН определяется как «регулирование экологических, социальных или экономических систем в ответ на фактическое или ожидаемые воздействия климата и их последствий». Это относится к изменениям в процессах, практике и структурах с целью снижения потенциального ущерба или получения выгод от возможностей, связанных с изменением климата. Адаптация может носить и естественный характер – при приспособлении биотической составляющей природных экосистем к изменяющимся условиям внешней среды не только в пределах ее естественной изменчивости, но и в результате сдвига характерной нормы реакции видов.

В отношении лесного и сельского хозяйства в рамках международного процесса РКИК ООН особое внимание уделяется развивающимся странам и их вкладу сведения тропических лесов в выбросы парниковых газов и возможностям сокращения таких выбросов («reducing emissions from deforestation and forest degradation, REDD+»), а также возможностям адапта-

ции сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности в этих странах.

Для Российской Федерации, как полноправного участника РКИК ООН, важно определение национальных интересов и обязательств как в области сокращения антропогенных выбросов и увеличения поглощения парниковых газов, так и в области адаптации сельского и лесного хозяйства.

В рамках статьи 4, пункт 19, Парижского соглашения предусмотрена необходимость разработки долгосрочной национальной стратегии низкоуглеродного развития: «Все Сторонам следует стремиться формулировать и сообщать долгосрочные стратегии развития с низким уровнем выбросов парниковых газов с учетом статьи 2, принимая во внимание свою общую, но дифференцированную ответственность и соответствующие возможности, в свете различных национальных условий». Большинство стран разрабатываются долгосрочные стратегии на период до 2050 года. Такая задача стоит и перед Российской Федерацией. Стратегия должна предусматривать определение национальной цели по смягчению воздействия к 2050 году на основе анализа потенциала возможных мероприятий по сокращению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов во всех секторах экономики, включая сельское и лесное хозяйство, а также основные этапы достижения поставленной цели («дорожная карта»). основополагающим принципом долгосрочной стратегии для Российской Федерации должна стать экономическая целесообразность внедрения предлагаемых мер по сокращению выбросов и увеличению поглощения парниковых газов, позволяющая устойчиво развивать экономику сельского и лесного хозяйства и наращивать производство в этих отраслях. В этом контексте адаптационные мероприятия должны рассматриваться как неотъемлемая часть низкоуглеродной стратегии, в том числе, с целью обеспечения национальной продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата.

В рамках Парижского соглашения устанавливается «глобальная цель по адаптации», которая заключается в укреплении адаптационных возможностей, повышении сопротивляемости и снижении уязвимости к изменениям климата в целях содействия устойчивому развитию и обеспечения адекватного адаптационного реагирования в контексте температурной цели, упомянутой в статье 2 Парижского соглашения. В статье 7.10 Соглашения также отмечено следующее: «каждая Сторона надлежащим образом участвует в процессах планирования и осуществлении действий в области адаптации, включая разработку или укрепление соответствующих планов, политики и/или вкладов, которые могут включать:

- а) осуществление действий, обещаний и/или усилий по адаптации;
 - б) процесс формулирования и осуществления национальных планов в области адаптации;
 - в) оценку воздействий изменения климата и уязвимости в целях формулирования определяемых на национальном уровне приоритетных действий, принимая во внимание потребности наиболее уязвимых людей, мест и экосистем;
 - г) мониторинг и оценку планов, политики, программ и действий в области адаптации и обучение на их основе;
-

д) повышение сопротивляемости социально-экономических и экологических систем, в том числе путем диверсификации экономики и устойчивого управления природными ресурсами».

С момента принятия Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) в 1994 г. (UNCCD, 1994) фокус ее деятельности значительно расширился и в настоящее время охватывает не только проблемы опустынивания в засушливых регионах, но и деградацию почв и земель по всему Земному шару (Решение 3/СОР.8, 2007). В контексте принятых в 2015 г. «Целей устойчивого развития на период до 2030» (ЦУР) акцент в рамках КБО ООН ставится на достижение «нейтральной деградации земель» («land degradation neutrality») и экосистемного подхода к деградации («land-based adaptation»). Последняя подразумевает наращивание практики устойчивого управления земельными ресурсами, включая почвенные, водные ресурсы, инфраструктуру и т.д.

Нейтральная деградация земель определяется в рамках КБО ООН как «состояние, в котором количество и качество земельных ресурсов, необходимых для поддержки экосистемных функций и услуг и повышения продовольственной безопасности остаются стабильными или растут в заданном временном и пространственном масштабе и экосистеме» (UNCCD, 2016).

Деятельность КБО ООН построена по принципу «снизу-вверх» и основывается на национальных целях, программах и планах. Также достижение «нейтральной деградации земель» подразумевает разработку специфичных национальных индикаторов для мониторинга деградации, которые могут включать, например, площадь деградированных и восстановленных земель в стране за определенный период. В литературе предлагаются также более сложные подходы: по оценке постоянства состава растительного покрова по данным распределения разных типов экосистем или на основе баланса компонентов как основного фактора устойчивой системы (Kust et al., 2016). Деятельность по поддержке количества и качества земельных ресурсов тесно взаимосвязана с необходимостью адаптации экосистем к антропогенному воздействию с целью предотвращения их деградации. Таким образом, очевидна необходимость взаимосвязи национальной деятельности по адаптации и ее мониторингу в рамках РКИК ООН и КБО ООН.

Три основные цели Конвенции ООН о биологическом разнообразии (КБР, 1992) заключаются в «сохранении биоразнообразия, устойчивом использовании биоразнообразия и совместном получении на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов» (КБР, 1992). В задачу этого международного договора входит стимулирование деятельности по устойчивому использованию биологических ресурсов. Статья 14 КБО ООН предусматривает деятельность стран по восстановлению нанесенного ущерба биологическому разнообразию. Деятельность по охране и восстановлению биоразнообразия могут быть классифицированы как адаптационные мероприятия для любых типов экосистем с целью повышения их устойчивости к внешним, в том числе, антропогенным, воздействиям.

Концепция устойчивого развития относится к интегральным и появилась в процессе объединения трех основных направлений развития: экономического, социального и экологического. Под ним подразумевается принятие мер, направленных на оптимальное использование ограниченных ресурсов, использование экологичных (природо-, энерго-, и материало-сберегающих) технологий, на сохранение стабильности социальных и культурных систем, на обеспечение сохранения целостности и функций экосистем.

ЦУР, принятые ООН 25 сентября 2015 года, не носят юридически обязательного характера (Резолюция..., 2015). Предполагается, что страны самостоятельно возьмут на себя ответственность и создадут национальные механизмы, содействующие достижению этих целей. Страны также несут основную ответственность за проведение последующей деятельности и обзора прогресса в реализации целей. Для проведения глобального мониторинга реализации ЦУР должен использоваться набор глобальных показателей. На национальном уровне предлагается странам самостоятельно разработать и принять собственные показатели достижения той или иной цели.

Цели по ликвидации голода, обеспечению продовольственной безопасности и улучшению питания и содействию устойчивому развитию сельского хозяйства (№ 2 согласно (Резолюция..., 2015)), по принятию срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями (№ 13) и по защите, восстановлению экосистем суши и содействию их рациональному использованию, рациональному управлению лесами, борьбе с опустыниванием, прекращению и обращению вспять процесса деградации земель и прекращению процесса утраты биологического разнообразия (№ 15) тесно взаимосвязаны с проблемами изменения климата, смягчения антропогенных воздействий на него и адаптации к его изменениям. Многие меры по устойчивому развитию предполагают сокращение выбросов и увеличение поглощения парниковых газов, а также адаптацию природных и социально-экономических систем к неблагоприятным последствиям изменения климата и прямому антропогенному воздействию.

Следует также отметить деятельность в рамках Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местобитаний водоплавающих птиц (Convention..., 1994). Данное международное соглашение не имеет статуса Конвенции ООН и посвящено только одному типу экосистем. Однако в силу значимости водно-болотных угодий в контексте проблемы изменения климата как с точки зрения хранилища наибольших запасов углерода, так и уязвимости этих экосистем, Рамсарская конвенция в настоящее время приобретает все большую актуальность. Миссией Конвенции является “сохранение и разумное использование всех водно-болотных угодий на основе местных и национальных действий и международного сотрудничества как вклад в достижение устойчивого развития во всем мире”.

Из приведенного выше анализа следует, что адаптация природных и социально-экономических систем к разным видам антропогенных воздействий является сквозной проблемой и находится в той или иной степени в рамках

компетенции нескольких ключевых международных соглашений. Многие мероприятия по адаптации имеют сопутствующие выгоды в виде сокращения выбросов или увеличения поглощения парниковых газов, увеличения биоразнообразия, способствуют устойчивому землепользованию и сокращению деградации земель, и наоборот – мероприятия, посвященные другим целям, могут повышать устойчивость экосистем к внешним воздействиям.

Таким образом, имея в виду обязательства страны по выполнению множества международных соглашений, целесообразно скоординировать национальную деятельность по созданию мониторинга адаптации на государственном уровне. Такая координация позволит усилить взаимодействие ведомств, отвечающих за реализацию положений разных международных соглашений, а также оптимизировать использование человеческих, финансовых и иных ресурсов. В качестве приоритетных мероприятий следует выбирать наиболее эффективные меры по всем взаимосвязанным направлениям, включая изменение климата, деградацию земель и устойчивое развитие.

Особое внимание следует уделить разработке комплексных индикаторов для мониторинга адаптации, каждый из которых должен обеспечивать количественной информацией по достигнутому эффекту проведенных мероприятий максимально возможное число целевых показателей по разным направлениям деятельности. Предложения по возможным индикаторам будут рассмотрены ниже.

Национальный уровень

Предпосылки для создания в России направления мониторинга адаптации в системе государственного мониторинга уже имеются. Это отражено в ряде документов и программ. Прежде всего, они заложены в тексте Климатической доктрины Российской Федерации (Климатическая доктрина..., 2009) и Комплексном плане ее реализации на период до 2020 г. (Комплексный план..., 2011), Плана реализации комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования выбросов парниковых газов и подготовки к ратификации Парижского соглашения (План..., 2016), а также в Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. (Стратегия..., 2017).

Целью Климатической доктрины РФ является осуществление скоординированных действий, направленных на обеспечение безопасного и устойчивого развития Российской Федерации в условиях изменяющегося климата (Климатическая доктрина..., 2009). Она предоставляет основу для формирования и реализации политики страны в области климата, а ее принципы во многом могут стать основополагающими и при разработке стратегии деятельности в рамках реализации ЦУР и выполнения других международных соглашений, в которых участвует Россия.

Доктрина определяет порядок получения предварительной информации для разработки и планирования мер по адаптации, включая оценки:

– уязвимости к неблагоприятным последствиям изменений климата и рисков связанных с ними потерь;

- возможностей получения выгод, связанных с благоприятными последствиями изменений климата;
- затратности, эффективности (в том числе экономической) и практической реализуемости соответствующих мер по адаптации;
- потенциала адаптации с учетом экономических, социальных и других значимых факторов для государства, секторов экономики, населения и отдельных социальных групп.

Комплекс мер по адаптации к изменениям климата предусматривается решениями органов государственной власти с учетом отраслевых, региональных и местных особенностей, а также долгосрочного характера этих мер, их масштабности и глубины воздействия на различные стороны жизни общества, экономики и государства. В доктрине предлагается различать оперативные, долгосрочные, а также упреждающие меры по адаптации к ожидаемым последствиям изменения климата, осуществляемые различными ведомствами в рамках своей компетенции (Рослесхоз, Минсельхоз России, Минстрой и другие).

Комплексный план реализации Климатической доктрины определяет набор ответственных ведомств по планированию и реализации конкретных оперативных и долгосрочных мер по адаптации (Комплексный план..., 2011). Органам государственной власти субъектов рекомендовано использовать результаты выполнения этого плана при формировании региональных программ социально-экономического развития.

В Плане подготовки к ратификации Парижского соглашения (План..., 2016) предполагается разработка проекта национального плана адаптации к неблагоприятным изменениям климата до июля 2018 г. Ответственным ведомством за разработку проекта является Минэкономразвития России.

Цель, обозначенная в Стратегии экологической безопасности, сформулирована как «сохранение и восстановление природной среды, обеспечение качества окружающей среды, необходимого для благоприятной жизни человека и устойчивого развития экономики, ликвидация накопленного вреда окружающей среде вследствие хозяйственной и иной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата» (Стратегия..., 2017). В Стратегию экологической безопасности включены следующие задачи:

- а) предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод, повышение качества воды в загрязненных водных объектах, восстановление водных экосистем;
 - б) предотвращение дальнейшего загрязнения и уменьшение уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах и иных населенных пунктах;
 - в) эффективное использование природных ресурсов, повышение уровня утилизации отходов производства и потребления;
 - г) ликвидация накопленного вреда окружающей среде;
 - д) предотвращение деградации земель и почв;
 - е) сохранение биологического разнообразия, экосистем суши и моря;
 - ж) смягчение негативных последствий воздействия изменений климата на компоненты природной среды.
-

К сожалению, Стратегия экологической безопасности не содержит понятия «адаптация». Последняя задача (ж) может быть соотнесена с адаптацией к изменениям климата, однако среди индикаторов для оценки реализации Стратегии в рамках задачи (ж) значится только «соотношение объема выбросов парниковых газов в текущем году с объемом указанных выбросов в 1990 году».

В настоящее время проблема адаптации к климатическим изменениям учтена также в ряде стратегических документов социально-экономического развития Российской Федерации. Например, в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р; в Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменений климата), утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 сентября 2010 г. № 1458-р; в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120.

Проблемы адаптации отражены и в ряде государственных и федеральных целевых программ. Среди них: Государственная программа Российской Федерации «Охрана окружающей среды на 2012-2020 годы», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 326; Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 366; Федеральная целевая программа «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2013 г. № 922.

Следует отметить деятельность в направлении создания национального сегмента Глобальной рамочной основы климатического обслуживания (ГРОКО), учрежденной III Всемирной климатической конференцией Всемирной метеорологической организации (ВМО) в 2009 г. Эта работа проводится в России с 2013 г. при координирующей роли Росгидромета. Общая задача ГРОКО – обеспечить лучшее управление рисками, связанными с изменчивостью и изменением климата, и адаптацию к изменению климата путем увеличения объема научно-обоснованной фактической и прогнозной климатической информации, ее использования при осуществлении планирования, политики и практических мер на глобальном, региональном и национальном уровнях (см. <http://www.gfcs-climate.org/>).

Приоритетными отраслями для климатического обслуживания ВМО определены здоровье населения, сельское хозяйство и продовольственная безопасность, уменьшение рисков бедствий, энергия, водные ресурсы (Катцов, 2011). На международной арене эта инициатива призвана объединить усилия мирового сообщества в наращивании потенциала всех стран в климатологическом обслуживании, а также в обеспечении кооперации и координации усилий и действий международных организаций системы ООН, других международ-

ных организаций, осуществляющих работы в области адаптации. Для Российской Федерации ГРОКО представляется той системой, которая способна обеспечить научное обоснование в области адаптации к изменениям климата в стране.

Таким образом, некоторые основы для планирования и реализации мер по адаптации в России уже заложены. Мониторинг эффективности внедряемых мер адаптации должен, по-видимому, выполняться ведомством, ответственным за их реализацию в рамках своей компетенции. Однако явным недостатком сложившейся ситуации является отсутствие государственного органа, выполняющего мониторинг эффективности адаптации природных и социально-экономических систем в целом на территории России и координирующего эту деятельность в рамках ряда международных соглашений. Кроме того, очевидна несбалансированность подхода к адаптации экосистем, который в настоящее время включает только адаптацию к последствиям изменения климата, в то время как необходимость адаптационных мер к сочетанному воздействию изменения климата, загрязнения окружающей среды и другого антропогенного воздействия не предусматривается ни одним из рассмотренных выше документов.

Индикаторы мониторинга адаптации

Мониторинг адаптации предполагает разработку некоторых индикаторов, наблюдение за которыми позволит количественно оценить достигнутый прогресс в адаптации природных и социально-экономических систем, эффективность внедряемых мер. Определенные значения этих индикаторов могут стать количественными целевыми показателями, которые могли бы быть предусмотрены в соответствующих государственных программах. Поэтому индикаторы должны быть:

- измеримыми;
- максимально точными;
- согласованными в течение временного ряда;
- чувствительными к изменению оцениваемого свойства природной или социально-экономической системы.

Прогресс в адаптации может трактоваться в широком диапазоне, подразделяться по отраслям хозяйственной деятельности или природным системам, по видам антропогенной нагрузки или их сочетанному эффекту, по разным этапам оценки уязвимости к антропогенному и климатическому воздействию, климатических и других рисков и стадий внедрения адаптационных мероприятий. Выбор конкретного индикатора зависит от специфики адаптационной меры и ожидаемого результата от ее внедрения.

Существует около ста количественных индикаторов, которые используются странами в разных аспектах адаптации (см., например, <https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/me/me-guides-manuals-reports/giz2014-en-climate-adaptation-indicator-repository.pdf>).

Все составляющие комплексной системы мониторинга (см. рис. 1) характеризуются собственными индикаторами. Однако, для мониторинга адаптации природных и социально-экономических систем к последствиям антропогенной нагрузки и изменениям климата важна как информация о фактических условиях, в которых реализуются те или иные стратегии адаптации, так и значения собственно индикаторов адаптации.

В отношении фактических условий, в которых реализуются мероприятия по адаптации, можно выделить два крупных блока индикаторов мониторинга (см. рис. 1):

1. Информация о наблюдаемых условиях, т.е. количественные оценки изменения климата (мониторинг климата), загрязнения окружающей среды (мониторинг загрязнения) и других видов антропогенной нагрузки; к таким видам информации относятся, в том числе:

- изменения среднегодовых/среднемесячных температур;
- изменения годового количества осадков;
- изменения аномалий среднегодовых температур и осадков;
- число жарких дней;
- выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность;
- концентрации загрязняющих веществ в почве, водах, атмосферном воздухе, биологических объектах;
- уровень радиоактивного загрязнения территорий;
- рекреационная нагрузка территории.

2. Информация о наблюдаемых последствиях антропогенного и климатического воздействия на природные и социально-экологические системы (мониторинг последствий воздействия), например:

- площадь земель, подверженных эрозии;
- число ферм и хозяйств, пострадавших от засухи;
- процент от общего поголовья скота, который погиб от засухи либо других экстремальных погодных явлений;
- количество поверхностных вод на определенной территории, доля источников питьевой воды;
- доля площади экосистем, которая была нарушена или повреждена, или подверглась деградации;
- площадь территории, покрытой растительностью, пострадавшей от бедствия или пожаров;
- временной сдвиг фенологических фаз растений;
- потери дохода (ВВП) в процентах за год из-за экстремальных погодных явлений.

В отношении собственно мониторинга адаптации также можно рассмотреть два вида индикаторов:

1. Индикаторы действий по адаптации и объема их внедрения для отслеживания хода осуществления стратегии адаптации, в том числе:

- число организованных информационно-просветительских семинаров по теме адаптации;
-

- процент устойчивых видов растений к изменению климата, загрязнению или другим видам антропогенной нагрузки;
- общая сумма инвестиций в программы по адаптации природных и социально-экономических систем;
- число ферм, участвующих в программе агрострахования;
- число проведенных инвентаризаций биоразнообразия в природных экосистемах;
- число проведенных мероприятий по охране почв;
- процент земель сельскохозяйственного назначения с улучшенными системами орошения;
- протяженность противопожарных рвов.

2. Для оценки достигнутых результатов от проведения отдельных мероприятий в аспекте повышения адаптивной способности природных и социально-экономических систем, снижения чувствительности к климатическому стрессу, сочетанным эффектам антропогенного воздействия, индикаторами эффективности адаптации могут служить, в том числе:

- процент увеличения урожайности в засушливых регионах;
- валовый сбор урожая культурных растений;
- площадь посевов;
- площадь лесов;
- площади облесения;
- процент площади посевов или лесов, погибших в результате пожара или экстремальных погодных явлений;
- число видов растений в природных экосистемах на единицу площади (биоразнообразие);
- мозаичность природного ландшафта;
- число местных видов растений и животных, находящихся на грани исчезновения;
- число инвазивных видов растений и животных;
- запасы биомассы экосистем.

Безусловно, обычные статистические показатели, собираемые в рамках официальной отчетности Росстата, могут и должны быть внесены в перечень индикаторов эффективности адаптации природных и социально-экономических систем и обеспечения устойчивого развития в России. Рассматриваться эти показатели должны все вместе, в комплексе. При достаточной эффективности адаптационных мероприятий значения приведенных ниже показателей (за исключением площади пожаров и деградированных земель) не должны уменьшаться:

- площадь посевных площадей;
 - валовый сбор культурных растений;
 - урожайность культурных растений;
 - число видов культурных растений;
 - площадь лесов;
 - площадь лесных пожаров;
 - площадь облесения;
 - площадь деградированных земель.
-

Однако эти индикаторы могут быть недостаточны для мониторинга прогресса в реализации целей адаптации в природных и социально-экономических системах. В контексте комплекса рассматриваемых в настоящей статье проблем, включающих также низкоуглеродную стратегию, цели устойчивого развития и сокращение деградации земель в России, следует сосредоточиться на выборе (или разработке) такого индикатора, который также характеризовался бы комплексным характером и оценивал эффективность внедряемого мероприятия по адаптации для всех упомянутых направлений деятельности.

Если индикатором эффективности адаптации экономических систем может служить любая количественная мера соответствующего производства, то для оценки эффективности адаптации природных экосистем комплексным показателем может служить значение изменения общего запаса углерода в расчете на единицу площади (включая углерод надземной и подземной биомассы, почвы, а также подстилки и мертвого органического вещества).

В настоящее время расчет изменений общего запаса углерода экосистем выполняется при оценке вклада антропогенно-нарушенных экосистем в выбросы и поглощение парниковых газов при составлении ежегодного Национального кадастра выбросов источниками и абсорбции поглотителями парниковых газов (Национальный ..., 2017). Эти оценки выполняются на основе уже разработанных методик (МГЭИК, 2006; Романовская и др., 2014), апробированных и верифицированных для территории Российской Федерации.

Значение ежегодных потерь и накопления углерода в экосистемах является также индикатором низкоуглеродного развития. При сокращении запаса углерода экосистем можно сделать вывод об увеличении выбросов CO₂ в атмосферу. Очевидно, что при деградации земель общие запасы углерода экосистемы также будут сокращаться, поэтому данный индикатор позволит количественно оценивать как площади, так и степень деградации экосистем.

Целевым показателем достаточной эффективности внедряемых мероприятий по адаптации должно стать сохранение или увеличение общего запаса углерода экосистем. Предполагается оценивать его в среднем за период (5 или 10 лет). Таким образом, при достижении целей адаптации экосистем среднее значение изменения общего запаса углерода экосистемы не должно быть отрицательным.

Вероятно, следует предусмотреть исключение из расчета тех лет, в которые произошли существенные потери биомассы и углерода в результате неконтролируемых экстремальных природных явлений, например, природных пожаров в лесах.

Следует отметить, что в зависимости от масштаба реализации мероприятий по адаптации и их оценки, индикаторы следует рассчитывать на разном уровне: национальном, региональном, по субъектам Российской Федерации, районам, отдельным хозяйствам, отдельным экосистемам. В условиях реализации того или иного проекта расчет значения индикаторов также должен относиться к площади экосистем, охваченных конкретным проектом.

Заключение

Современный уровень сочетанной нагрузки климатических факторов, факторов загрязнения и иных антропогенных факторов на природные и социально-экономические системы ставит вопрос не только о нормировании этой нагрузки, но и об адаптации экосистем к ней. Проведение мероприятий по адаптации требует регулярной оценки их эффективности, т.е. развития мониторинга адаптации, включая все его составляющие: наблюдение, оценку состояния, прогноз и управление.

В Российской Федерации организационные основы для государственного мониторинга адаптации природных и социально-экономических систем уже в значительной мере заложены. Они предусмотрены в той или иной степени при выполнении Россией обязательств по ряду международных соглашений, таких как РКИК ООН, Парижское соглашение, КБО ООН, КБР, ЦУР. Поэтому, целесообразно скоординировать национальную деятельность по развитию мониторинга адаптации на государственном уровне при выполнении этих соглашений.

В настоящее время вопросы адаптации к климатическим изменениям учтены также в ряде стратегических документов социально-экономического развития Российской Федерации. Прежде всего, следует отметить Климатическую доктрину Российской Федерации, Комплексный план ее реализации; План реализации комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования выбросов парниковых газов и подготовки к ратификации Парижского соглашения, Стратегию экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г., Стратегию деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата); Водную стратегию Российской Федерации на период до 2020 г.; Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации.

Недостатком сложившейся ситуации является отсутствие государственного органа, выполняющего мониторинг эффективности адаптации природных и социально-экономических систем в целом на территории России и координирующего эту деятельность в рамках ряда международных соглашений, в которых участвует Россия. Кроме того, очевидна несбалансированность подхода к адаптации экосистем, который в настоящее время включает только адаптацию к последствиям изменения климата, в то время как адаптационные меры в ответ на сочетанное воздействие изменения климата, загрязнения и другого антропогенного воздействия пока никакими государственными документами не предусматриваются.

Для проведения мониторинга достигнутых результатов адаптации природных и социально-экономических систем требуется разработка комплекса количественных индикаторов, в число которых должны войти площади посевов, лесов, деградированных земель; индикаторы биоразнообразия; продуктивность агроэкосистем (валовый сбор и урожайность); содержание гумуса почв и др. Одним из наиболее информативных показателей для адаптации экосистем явля-

ется интегральное изменение запасов углерода во всех пулах, включая надземную и подземную биомассы, мертвое органическое вещество, подстилку и почву. Достаточная эффективность внедряемых мероприятий по адаптации экосистем отражается в сохранении или увеличении общего запаса углерода.

Список литературы

Израэль Ю.А. 1974. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменения состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга. – Метеорология и гидрология, вып. 7, с. 5-14.

Катцов В.М. 2011. Последствия регионального изменения климата: вопросы адаптации. – Труды конгресса 12-го Международного научно-промышленного форума «Великие реки 2010». – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, с. 208-210.

КБР. 1992. Конвенция о биологическом разнообразии ООН. – Электронный ресурс. URL: <https://www.cbd.int/convention/default.shtml>. – ООН, 32 с.

Климатическая доктрина Российской Федерации. 2009. – Утверждена Распоряжением Президента 17 декабря 2009 г., № 86-рп.

Комплексный план реализации Климатической доктрины на период до 2020 г. 2011. – Утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации 25 апреля 2011 г., № 730-р.

МГЭИК. 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Том 4. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и другие виды землепользования. – Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Программа МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов.

Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990-2015 гг. 2017. – М., 468 с.

План реализации комплекса мер по совершенствованию государственного регулирования выбросов парниковых газов и подготовки к ратификации Парижского соглашения, принятого 12 декабря 2015 г. 21-й сессией Конференции Сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. 2016. – Утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 ноября 2016 г., № 2344-р.

Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. 70/1. Преобразование мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. 2015. – Электронный ресурс. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement> – ООН, A/RES/70/1, 44 с.

Решение 3/COP.8. 2007. Десятилетний стратегический план и рамки деятельности по активизации осуществления Конвенции (2008-2018 годы). –

Доклад Конференции Сторон о работе ее восьмой сессии, состоявшейся в Мадриде 3-14 сентября 2007 года. – ICCD/COP(8)/16/Add.1 2007, КБО ООН, с. 10-39.

Романовская А.А., Коротков В.Н., Смирнов Н.С., Карабань Р.Т., Трунов А.А. 2014. Оценка вклада землепользования в России в антропогенную эмиссию парниковых газов. – *Метеорология и гидрология*, № 3, с. 5-18.

Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. 2017. – Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 года, № 176.

Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. 1994. Ramsar, Iran, 2.2.1971 as amended by the Protocol of 3.12.1982 and the Amendments of 28.5.1987. – Paris. Office of International Standards and Legal Affairs. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 6 p. Available at: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_e.pdf.

Kust G., Andreeva O., Cowie A. 2017. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment. – *Journal of Environmental Management*, vol. 195, part 1, pp. 16-24. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043>.

UNCCD. 2016. Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. Part two: Actions. ICCD/COP(12)/20/Add.1. – United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. Decision 3/COP.12, p. 8: Integration of the Sustainable Development Goals and targets into the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification and the Intergovernmental Working Group report on land degradation neutrality.

UNCCD. 1994. United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. – UN, 56 p. Available at: <http://www2.unccd.int/convention/about-convention>.

UNFCCC. 1992. United Nation Framework Convention on Climate Change. – UNEP/IUC, 29 p.

References

Izrael' Ju.A. 1974. Global'naja sistema nabljudenij. Prognoz i ocenka izmenenija sostojanija okruzhajushhej prirodnoj sredy. Osnovy monitoringa [The global observing system. Prediction and assessment of changes in the state of the natural environment. The monitoring framework]. *Meteorologija i gidrologija – Meteorology and hydrology*, no. 7, pp. 5-14.

Katcov V.M. 2011. Posledstvija regional'nogo izmenenija klimata: voprosy adaptacii [The effects of regional climate change: adaptation]. «*Velikie reki 2010*». *Trudy "kongressa 12-go Mezhdunarodnogo nauchno-promyshlennogo foruma"* [Proceedings of the Congress of the 12th International Scientific and Industrial

Forum "Great Rivers 2010"]. Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering Publ., pp. 208-210.

KBR OON. 1992. *Konvencii o biologicheskom raznoobrazii OON* [The Convention on biological diversity UN]. OON Publ., 32 p. Available at: <https://www.cbd.int/convention/default.shtml>.

Klimaticheskaja doktrina Rossijskoj Federacii [Climate doctrine of the Russian Federation]. 2009. Utverzhdena Rasporjazheniem Prezidenta 17 dekabrja 2009 [Approved by the Decree of the President December 17, 2009]. No. 861-rp.

Kompleksnyj plan realizacii Klimaticheskoi doktrini na period do 2020 [A comprehensive plan for implementing the Climate doctrine for the period until 2020]. 2011. Utverzhden Rasporjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii 25 aprelja 2011 [Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation April 25, 2011]. No. 730-r.

Rukovodjashhie principy nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov. Tom 4. Sel'skoe hozjajstvo, lesnoe hozjajstvo i drugie vidy zemlepol'zovanija [Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volume 4. Agriculture, forestry and other land use]. 2006. Mezhpavitel'stvennaja gruppa jekspertov po izmeneniju klimata (MGJeIK). Programma MGJeIK po nacional'nym kadastram parnikovyh gazov [The intergovernmental panel on climate change (IPCC). Programme IPCC on the national greenhouse gas inventories].

Nacional'nyj doklad Rossijskoj Federacii o kadastrе antropogennyh vybrosov iz istochnikov i absorbcii poglotiteljami parnikovyh gazov, ne reguliruemyh Monreal'skim protokolom za 1990-2015 [National report of the Russian Federation on the inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for 1990-2015]. 2017. Moscow, 468 p.

Plan realizacii kompleksa mer po sovershenstvovaniju gosudarstvennogo regulirovanija vybrosov parnikovyh gazov i podgotovki k ratifikacii Parizhskogo soglashenija, prinjatogo 12 dekabrja 2015 g. 21-j sessiej Konferencii Storon Ramochnoj konvencii Organizacii Ob#edinennyh Nacij ob izmenenii klimata [Plan for the implementation of complex of measures on perfection of state regulation of greenhouse gas emissions and to prepare for the ratification of the Paris agreement, adopted December 12, 2015, the 21st session of the Conference of Parties to the framework Convention United Nations on climate change]. 2016. Utverzhden rasporjazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 3 nojabrja 2016 [Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation November 3, 2016]. No. 2344-r.

Rezoljucija, prinjataja General'noj Assambleej 25 sentjabrja 2015 goda. 70/1. Preobrazovanie nashego mira: Povestka dnja v oblasti ustojchivogo razvitija na period do 2030 goda [The resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. The transformation of our world: an Agenda for sustainable development for the period until 2030]. 2015. OON [UN] Publ., A/RES/70/1, 44 p. Available at: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement>.

Reshenie 3/COP.8. Desjatiletnij strategicheskij plan i ramki dejatel'nosti po aktivizacii osushhestvlenija Konvencii (2008-2018 gody) [Decision 3/COP.8. 2007. Ten-year strategic plan and framework to enhance the implementation of the Convention (2008-2018)]. 2007. Doklad Konferencii Storon o rabote ee vos'moj sessii, sostojavshejsja v Madride 3-14 sentjabrja 2007 goda [Report of the Conference of the Parties on its eighth session, held in Madrid from 3 to 14 September 2007]. ICCD/COP(8)/16/Add.1, KBO OON Publ., pp. 10-39.

Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Smirnov N.S., Karaban' R.T., Trunov A.A. 2014. Ocenka vklada zemlepol'zovanija v Rossii v antropogennuju jemissiju parnikovyh gazov [Evaluation of the contribution of land use in Russia in the anthropogenic emissions of greenhouse gases]. *Meteorologija i gidrologija – Meteorology and hydrology*, no. 3, pp. 5-18.

Strategija jekologicheskoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda [The strategy of ecological safety of the Russian Federation for the period up to 2025]. 2017. Utverzhdena Ukazom Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 19 aprelja 2017 goda [Approved by the Decree of the President of the Russian Federation of 19 April 2017]. No. 176.

Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. 1994. Ramsar, Iran, 2.2.1971 as amended by the Protocol of 3.12.1982 and the Amendments of 28.5.1987. – Paris. Office of International Standards and Legal Affairs. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 6 p. Available at: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_e.pdf.

Kust G., Andreeva O., Cowie A. 2017. Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment. – *Journal of Environmental Management*, vol. 195, part 1, pp. 16-24. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.043>.

UNCCD. 2016. Report of the Conference of the Parties on its twelfth session, held in Ankara from 12 to 23 October 2015. Part two: Actions. ICCD/COP(12)/20/Add.1. – United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), Bonn. Decision 3/COP.12, p. 8: Integration of the Sustainable Development Goals and targets into the implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification and the Intergovernmental Working Group report on land degradation neutrality.

UNCCD. 1994. United Nations Convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. – UN, 56 p. Available at: <http://www2.unccd.int/convention/about-convention>.

UNFCCC. 1992. United Nation Framework Convention on Climate Change. – UNEP/IUC, 29 p.