

Климатические ресурсы

УДК 551.583: 57.033

Адаптация к изменениям климата для сохранения биоразнообразия

О.Н. Липка, к.г.н., А.О. Кокорин, к.ф.-м.н. WWF России

Представлен обзор основных понятий и характерных черт деятельности по адаптации к изменениям климата для сохранения биоразнообразия на глобальном, национальном, региональном и локальном уровнях. В адаптации для охраны природы новой является цель, но не методы: сохранение видов и предотвращение деградации экосистем в *аномально быстро меняющихся природных условиях*. При этом адаптироваться необходимо не столько к повышению температуры, сколько к опасным эффектам и метеорологическим явлениям, характерным для конкретной местности. Сформулированы выводы, показывающие, что адаптация для сохранения видов и экосистем не противоречит устойчивому развитию и потребностям людей в условиях изменяющегося климата.

Ключевые слова: адаптация, изменение климата, биологическое разнообразие, устойчивое развитие.

Согласно определению Межгосударственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), *адаптация* — приспособление естественных или антропогенных систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие климата или его последствий, которое позволяет уменьшить вред или использовать благоприятные возможности [1]. Адаптация может быть как естественной, так и включающей деятельность человека. Адаптационные мероприятия охватывают пять основных компонент: наблюдение; оценка воздействия климатических факторов и уязвимости; планирование; реализация; мониторинг и оценка результатов. В отличие от сокращения выбросов парниковых газов (предотвращения антропогенных изменений климата), где эффект в принципе глобален, но проявляется лишь через десятилетия, адаптация всегда четко привязана месту и направлена как на немедленный, так и на будущий результат.

Изменение климата — новый фактор, в последние десятилетия добавившийся к усиливающейся антропогенной нагрузке, повышающий уязвимость видов и экосистем [1]. Еще в начале 90-х XX в., когда разрабатывалась и принималась Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), полагали, что адаптация не пона-

добится. Считалось, что будет достаточно в течение нескольких десятков лет снизить выбросы парниковых газов до уровня, достаточного для естественной адаптации экосистем, сельского хозяйства и других секторов мировой экономики. Именно так была сформулирована цель РКИК в ее ст. 2. Продолжением реализации данной концепции стал Киотский протокол РКИК (1997 г.), где речь шла только о сокращении выбросов парниковых газов, причем лишь в развитых странах, на которые в те годы приходилась львиная доля выбросов.

Теперь ситуация кардинально изменилась. Во-первых, стало ясно, что естественной адаптации недостаточно уже сейчас, особенно в наиболее уязвимых странах и регионах. Во-вторых, этим странам и регионам срочно нужна помощь в адаптации здравоохранения, сельского, водного и лесного хозяйства. В ряде мест очень серьезно встал дефицит продовольствия. Поэтому в декабре 2015 г. в Париже было заключено новое Климатическое соглашение ООН о действиях после 2020 г., там же были приняты решения о работе в ближайшие годы, так как помощь нужна незамедлительно. Парижское соглашение включает адаптацию как тему, равнозначную выбросам по степени значимости и выделению финансирования.

Крупные международные и природоохранные организации пересмотрели свои стратегические цели и включили в них адаптацию.

Очень важно определить, к каким климатическим эффектам надо адаптироваться. Хотя Парижское соглашение ставит целью ограничить глобальное потепление уровнем «намного ниже 2°C» и стремиться к 1,5°C, но и экологические организации и просто здравый смысл говорят о необходимости ориентироваться на гораздо более негативные сценарии. Во-первых, траектория роста глобальных выбросов к 2015 г. значительно отклонилась вверх от «идеального» варианта — роста температуры в XXI в. менее чем на 2°C. Наиболее вероятен рост на 3-4°C, что влечет гораздо более сильное воздействие на экосистемы [2], рис. 1.

Во-вторых, идет быстрый рост опасных гидрометеорологических явлений, причинивших значительный ущерб. За последние 20 лет их число на территории России возросло со 150-250 до 400-450 [3, 4]. Не для всех этих явлений прослеживается прямая связь с изменениями климата, однако для аномальных температур и осадков данная связь уже достаточно четко обоснована [2, 3]. Кроме того, для адаптации к изменениям климата

не столь существенна причина негативного воздействия, она может быть и естественного происхождения, но требовать принятия мер. Вероятно, нам было бы не нужно охранять экосистемы от естественных изменений климата, если бы наша Земля оставалась в доиндустриальном состоянии, но сейчас ситуация иная, площадь естественных экосистем кардинально меньше, а общий антропогенный стресс гораздо выше.

Для краткосрочных адаптационных мер не столь важно, каково соотношение антропогенной и естественной составляющих самого климатического эффекта, к которому надо адаптироваться, насколько это антропогенное изменение климата, а насколько его естественная изменчивость. Для долгосрочного планирования указанное соотношение, конечно, важно, но, как отмечается ниже — это более процесс, состоящий из последовательных стадий, чем завершённое действие.

Особенности адаптации на глобальном уровне

Как Пятый оценочный доклад МГЭИК [1, 2], так и его российский аналог [3] оперируют четырьмя глобальными сценариями воздействия человека на климатическую систему Земли в XXI веке.

Антропогенные выбросы парниковых газов в CO₂-экв.

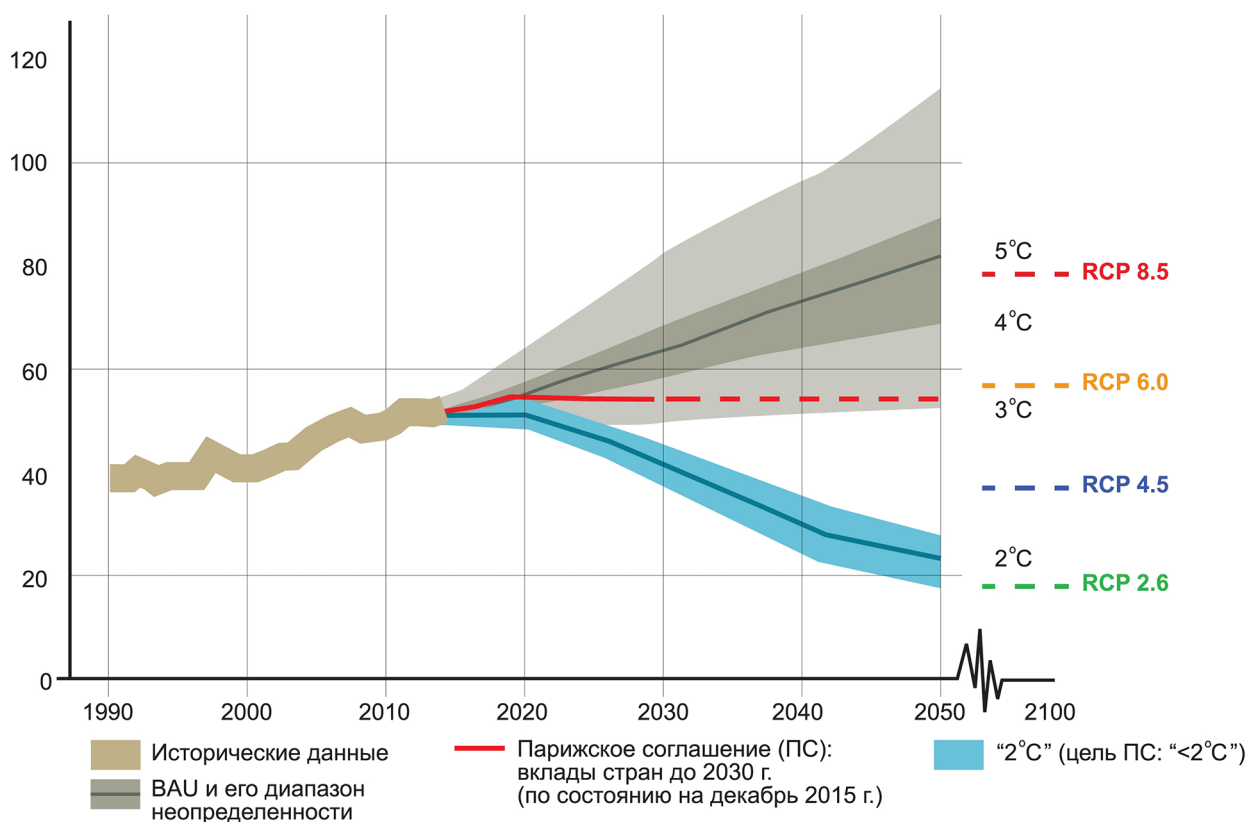


Рис. 1. Оценка динамики выбросов парниковых газов и глобального повышения приповерхностной температуры воздуха к концу XXI в. от доиндустриального уровня (по данным [11], RCP — прогностические сценарии, используемые в России и мировым сообществом [1, 9, 10])

Они получили название «репрезентативные траектории концентраций» (PTK) или Representative concentration path — RCP2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 и RCP 8.5 (численный показатель выражает энергобаланс на верхней границе тропосферы на конец столетия). Лучший сценарий примерно соответствует варианту «2°C», худший — «4-5°C», (см. рис. 1). Траектория, по которой в Париже страны договорились идти в ближайшие 10-15 лет, примерно соответствует пути «3°» [5]. Как показывает сопоставление сценариев RCP 8.5 и RCP 4.5-6.0, уход от худшего сценария уже дает очень много. При этом для ведущих мировых экономик в ближайшие 30 лет очень больших потерь не предвидится. Воздействие изменений климата на них может быть немалое, даже больше, чем на слабые страны, но их ресурсы и возможности адаптации гораздо выше, чем у небольших и бедных стран. С финансово-экономической точки зрения такой итог Парижа рассмотрен в [6].

Однако для более уязвимых развивающихся стран путь «3°C» чреват очень большими потерями. В самом широком смысле в проблеме воды. На обширных территориях, где и сейчас отмечается дефицит воды, ситуация сильно ухудшится. С другой стороны, низменные территории, малые островные государства сильно пострадают от наводнений, нагонных явлений, подъема уровня Мирового океана, который именно в тропической зоне будет гораздо больше, чем, например, в Арктике или в Финском заливе [2]. Ориентировочно можно сказать, что в случае движения по пути «3°C» от проблем воды в середине века в мире будет страдать около 3 млрд человек, а при более благоприятном выполнении цели Парижского соглашения («2°C») только 300-500 млн человек.

При значительной неопределенности будущих изменений климата адаптация является процессом, а не разовым набором мероприятий. Через несколько десятилетий вызовы и возможности для адаптации будут иными. То, что мы делаем сейчас, находится в пределах двух-трех десятилетий, т.е. совпадает с периодом стратегического планирования стран и регионов.

Если говорить о масштабах планеты и о возможностях саморегуляции глобальной климатической системы, то адаптация во всех сферах деятельности должна позволить «выиграть время» мировой экономике и перестроиться на низкоуглеродный путь

развития. Снижая негативное воздействие на экосистемы, мы даем мировой энергетике больше времени на сокращение выбросов, т.к. разработка и внедрение новых технологий развиваются и происходят постепенно.

Важную роль в снижении глобальных выбросов играют леса. В масштабе столетий они не могут внести большой вклад в компенсацию антропогенных выбросов CO₂ (баланс сформировавшихся устойчивых лесных экосистем близок к нулю), но в масштабе нескольких десятилетий посадки, грамотные рубки и противопожарные меры имеют большое значение, особенно в России, т.к. позволят увеличить поглощение CO₂ из атмосферы и предотвратить выбросы в результате лесных пожаров.

Говоря об адаптации к изменениям климата, необходимо учитывать не только повышение температуры и изменение осадков, но, прежде всего, опасные гидрометеорологические явления, минимизировать их последствия. Так, мировая статистика говорит, что наибольший ущерб ежегодно наносят не экстремально высокие температуры или таяние вечной мерзлоты, а наводнения, тайфуны и засухи [6-8].

Во многих случаях адаптационные возможности видов и экосистем очень велики и в принципе покрывают ожидаемый диапазон изменений. Однако изменения происходят слишком быстро для полноценной естественной адаптации, следовательно, требуется помощь человека, чтобы «выиграть время» и приспособиться к новым условиям или мигрировать, *рис. 2*.

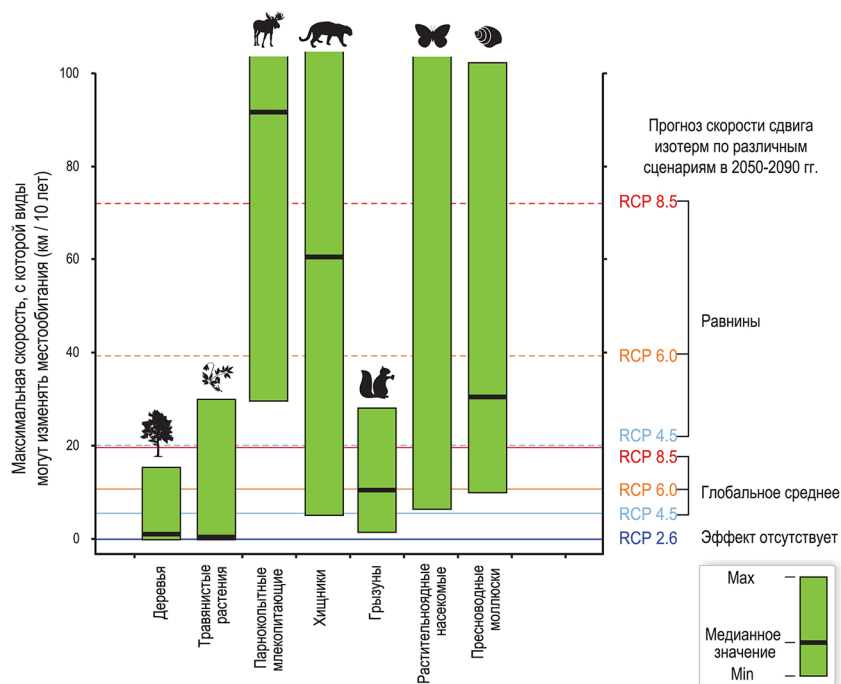


Рис. 2. Оценка скорости перемещения видов в сопоставлении с прогнозами скорости сдвига изотерм [10]

Кроме того, существует предел адаптации: площадь тропических островов сокращается в результате повышения уровня океана, коралловые рифы отмирают гораздо быстрее, чем прирастают в связи с повысившейся кислотностью океана и т.п., многие экосистемы не имеют возможности приспособиться к изменениям.

Как правило, методы адаптации для сохранения видов и экосистем не являются новыми. Во-первых, к ним относится снижение «обычных» факторов воздействия: браконьерства, беспокойства, нефтяных разливов и т.п. Говоря о ближайших десятилетиях мы не можем изменить пресс опасных метеорологических явлений, но мы можем снизить другие виды антропогенного давления на экосистемы. Во-вторых, создание миграционных коридоров для естественного переселения видов на более благоприятные по природным условиям территории в связи со смещением природных зон и сдвигом высотных поясов растительности. В-третьих, контроль за распространением «южных» видов и болезней. В-четвертых, прямая помощь охраняемым видам при неблагоприятных условиях: подкормка, создание климатических убежищ, создание размножающихся популяций в зоопарках для видов, которые из-за изменения климата оказываются под угрозой исчезновения. Новой в данном случае является цель, но не методы: сохранение видов и предотвращение деградации экосистем **в аномально быстро меняющихся природных условиях**, (см. рис. 2).

Национальный уровень адаптации

Наличие и рост ущерба от изменений климата в России уже не оспариваются. Минприроды России на уровне министра подтвердило оценку климатического ущерба на 2030 г. как 1-2% ВВП, а в наиболее уязвимых регионах страны — 4-5% [9]. Представители России не раз подчеркивали необходимость адаптации, ее безусловную целесообразность (т.е. не зависящую от причин изменений климата и от политико-экономического контекста мер по снижению выбросов). Адаптация — ключевая часть Климатической доктрины РФ, которая определяет содержание — список разделов будущей национальной концепции и плана адаптации, где охрана природы один из них.

Россия продвинулась в деле адаптационных мер в рамках действий по Конвенции по биоразнообразию на период до 2020 г. Однако адаптация очень специфична для каждого региона страны и даже на локальном уровне. Национальная стратегия по адаптации важна, многие страны уже имеют опыт разработки подобных документов и их реализации. Сейчас идет новый этап, разрабатываются Национальные адаптационные планы и Россия включается в данный проект. После Конференции в Париже представители Минприроды России не-

однократно подчеркивали, что нужно разработать национальный план адаптации РФ, а также внести необходимые правки в план реализации Климатической доктрины России. Особо отмечалась важность региональных планов и мер адаптации в особо уязвимых регионах Арктики, Дальнего Востока, горных районов [10].

Региональный уровень адаптации

Отсутствие стратегии или плана не является непреодолимым барьером для региональных действий, которые уже реализуются и должны расширяться. Для охраняемых видов необходимо уже сейчас проводить оценку уязвимости, учитывая в том числе уязвимость к изменениям климата их кормовой базы и местообитаний. В результате будут определены меры, необходимые для сохранения видов в изменяющихся природных условиях, а также предел возможности их сохранения в естественных условиях на территории страны.

Меры по адаптации к изменению климата, включая снижение ущерба от опасных гидрометеорологических явлений, во всем мире хорошо ложатся в комплексные действия, такие как стратегическая экологическая оценка для крупных бассейнов рек или регионов, комплексное управление морским природопользованием, климатические планы регионов и т.д. Они включают в себя всю цепочку действий, начиная от выявления угроз, их степени и частоты проявления, оценки уязвимости территории и отдельных объектов к различным видам неблагоприятных явлений, адаптационных ресурсов и возможностей до разработки и реализации конкретных мероприятий. Для реализации необходимо выделение крупных бюджетных средств, как, например, на минимизацию рисков наводнений, предотвращение лесных пожаров, приведение системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и экологических сетей (эконетов) в соответствие с изменившимися маршрутами миграций. Речь может идти как о мигрирующих видах, так и о переселении из неблагоприятных районов в более подходящие, например, копытных, из-за аридизации. Конфигурации ареалов многих видов, в том числе редких, сейчас изменяются, к чему нужно быть готовыми.

Хорошим индикатором сдвига природных зон являются бабочки. Данная группа является мобильной, быстро размножающейся и адаптирующейся к новым условиям. Кроме того, имеется множество репрезентативных коллекций, говорящих о наличии того или иного вида на конкретной территории в прошлом. Активное продвижение многих видов чешуекрылых на север говорит о создании для них приемлемых условий там, где ранее было слишком холодно.

Необходимо создавать экологические коридоры, по которым животные смогут перекаче-

вывать в более подходящие для них условия при сдвиге природных зон на север, а высотной поясности вверх по склонам. В горах, при недостаточной высоте, верхние пояса растительности могут исчезнуть, как сейчас исчезают небольшие ледники в Хибирах. В ряде стран подобные программы уже реализуются и нашли свое отражение в официальных национальных документах, в частности, в докладах, направляемых в РКИК ООН.

Локальные меры адаптации

Большинство мер по адаптации предельно конкретны и реализуются на локальном уровне. Например, восстановление естественной растительности в горной местности для предотвращения размыва конкретного склона, который грозит образованием селей. Легче не допустить прокладки дороги через оползневой и селеопасный склон в районе с экстремальными осадками, чем пытаться потом закрепить обнажившийся после оползня/селя участок. Нарушение растительности и целостности опасных склонов в условиях участвовавших экстремальных погодных явлений в разы увеличивает риск и масштаб бедствий.

Подкормка копытных в многоснежные зимы, работа «медвежьего патруля» (из-за уменьшения количества льда белые медведи ищут пищу вблизи поселений, что требует создания бригад быстрого реагирования), оснащение ООПТ противопожарной техникой из-за участвовавших волн жары и засух, закрепление песков при нарастающей аридизации климата, биотехнические мероприятия по борьбе с древесными вредителями, активно развивающимися и продвигающимися на север в более мягких климатических условиях, борьба с эпизоотиями и массовой гибелью животных в результате неблагоприятных погодных условий — все перечисленные меры и многие другие являются адаптационными.

Адаптация к изменению климата в деле охраны природы может иметь и значительный социальный аспект. Там, где новые условия неблагоприятны для сельского хозяйства, растениеводства и животноводства, традиционным «выходом» считается увеличение площадей сельхозугодий, что приводит к сокращению и фрагментации местообитаний редких видов. Так в Кыргызстане успешно идет проект по изменению системы животноводства и созданию рабочих мест для местных жителей в других отраслях экономики, чтобы сохранить местообитания снежного барса.

Адаптационные мероприятия могут одновременно обеспечивать увеличение поглощения CO₂ из атмосферы: восстановление прибрежных лесов будет не только стабилизировать гидрологический режим рек и предотвращать размыв берегов, но и депонировать органический углерод на десятки лет. Одновременно создается экологиче-

ский коридор для многих видов.

Таким образом, можно видеть, что адаптация нужна на всех уровнях, дополняющих друг друга, *табл.*

Таблица

Уровни и масштабы мер адаптации

Уровень	Масштаб
Международный	Конвенции, международные соглашения и проекты, выделение средств для помощи в осуществлении адаптационных мер
Национальный	Климатическая доктрина, Национальный адаптационный план, Национальная концепция и План действий по сохранению биоразнообразия, планирование системы ООПТ с учетом меняющихся природных условий, секторальные адаптационные концепции и программы (лесное хозяйство, сельское хозяйство и т.д.)
Региональный	Концепции и планы развития регионов, планы комплексного управления морским природопользованием, создание экологических коридоров для обеспечения путей миграции видов и т.д.
Локальный	Меры по предотвращению лесных пожаров, сохранение и восстановление защитных лесов, обводнение торфяников, подкормка копытных в многоснежные зимы, посадка и поддержание ветрозащитных лесополос и т.д.

Адаптация и устойчивое развитие

Не всегда и не все адаптационные мероприятия благоприятны с точки зрения охраны природы. Как правило, они разрабатываются в первую очередь для защиты жизни и благосостояния людей. Строительство водохранилищ не всегда является лучшей защитой от участвовавших наводнений в результате выпадения экстремальных количеств осадков. В любом случае, при достижении технологического предела будет необходимо открыть створы для сброса воды, что усилит наводнение ниже по течению многократно, как наблюдалось в г. Крымске в 2012 г. Сохранение лесов в речном бассейне значительно замедляет подъем воды, является хорошим регулятором и мерой адаптации к изменениям климата. Кроме того, леса замедляют процесс таяния снега весной, делая половодья менее сильными и сохраняя высокий уровень воды в реке более продолжительное время, сокращая период межени и дефицита воды.

Изменение температурного режима и осадков вынуждает использовать новые сельскохозяйственные культуры и сорта, в том числе в лесном хозяйстве, озеленении городов. Интродуцирован-

ные виды лучше приспособлены к новым условиям, чем местные. В случае если восстановление лесов породами, произрастающими здесь ранее, невозможно, необходимо использовать породы, произрастающие в том же регионе южнее. Таким образом, будет ускоряться изменение породного состава, но оно будет соответствовать аналогичному естественному процессу постепенного сдвига природных зон.

В случае замены древесных пород на аналогичные из дальних регионов и других континентов, возможно, их активное распространение с вытеснением естественной растительности, как менее приспособленной. Если процесс будет сопровождаться «случайным» заносом вредителей, ситуация усугубится многократно. Так, например, занос самшитовой огневки при озеленении Сочи в 2012 г. повлек за собой массовую гибель реликтовых самшитовых лесов. Местные растения не были адаптированы к инвазивному вредителю, который прекрасно акклиматизировался в новых условиях и не имеет естественных врагов [11].

Можно заключить, что в итоге, при более внимательном изучении вопроса адаптации на конкретной территории, оптимальными для людей оказываются те же методы, что и для охраны природы.

Адаптация видов

В настоящее время Международный союз охраны природы проводит переоценку степени уязвимости многих видов. Наряду с сокращением размеров популяций и местообитаний, в процесс включен новый фактор — изменение климата. При оценке уязвимости видов необходимо принимать во внимание несколько параметров.

Толерантность — находятся ли изменения климата в пределах, которые вид способен переносить и эффективно размножаться? При этом необходимо учитывать не только изменение среднегодовой температуры, а минимумов и максимумов в данном регионе, количества и интенсивности осадков, волны жары и холода, засухи. Например, на Алтае среднегодовая температура за последние 30 лет почти не изменилась, т.к. растут одновременно летние и понижаются зимние температуры, что говорит о росте экстремальности климата.

Состояние кормовой базы. При хорошей переносимости видом высоких температур участвовавшие засухи летом могут стать серьезной угрозой для выживания копытных. Аналогичный процесс возможен в тундровой зоне, где в результате таяния многолетней мерзлоты и просадки грунтов местами будет активизироваться заболачивание, в результате которого лишайниковые тундры будут сменяться мохово-травяно-кустарничковыми, т.е. количество зимних кормов для северных оленей будет сокращаться. К этой же категории проблем

относится пересыхание водоемов из-за нарастающей аридизации климата.

Способность к миграции. Наиболее уязвимы стенотопные виды, неспособные к переселению естественным образом (например, некоторые насекомые, растения). Уязвимость растений в данном случае зависит от эффективности их размножения и способности выдерживать неблагоприятные условия: максимальный разнос семян на большие расстояния позволяет эффективно использовать благоприятные условия в новых местообитаниях.

Адаптация экосистем

В быстро меняющихся природных условиях идут естественные сукцессии, направленные на «подстраивание» экосистем и достижение равновесия в новой ситуации. При этом часть видов выпадает из биогеоценозов, другие занимают их место. До определенного предела воздействия видовой состав и структура сообщества будет сохраняться.

При наличии дополнительной антропогенной нагрузки (выпас, рубки, пожары и т.д.) изменение видового состава идет быстрее. Снятие антропогенной нагрузки позволяет уменьшить пресс на экосистемы и помочь им сохраниться в виде, максимально близком к исходному (т.е. до начала быстрых изменений климатических условий на данной территории). Особенно важно снижение антропогенной нагрузки на экосистемы, включающие редкие и эндемичные виды, которые легко выпадают из состава сообществ, сменяясь космополитными и рудеральными. Увеличение биоразнообразия в данном случае не всегда будет являться показателем благополучия экосистем.

При нарастающей экстремальности климата возрастает важность защитной и стабилизирующей функций экосистем. В данном случае речь идет не о сохранении экосистем в условиях изменяющегося климата, а об использовании естественной растительности для защиты от опасных гидрометеорологических явлений. Примеров можно привести множество:

- защитные леса вдоль рек особенно важны для поддержания гидрологического режима, когда на одной и той же территории вероятны и засухи, и экстремальные осадки, приводящие к наводнениям;

- ненарушенная растительность в таежной и тундровой зоне замедляет таяние вечной мерзлоты;

- ненарушенная растительность предохраняет склоны от деградации в результате экстремальных ливней;

- ненарушенная растительность предохраняет почвы от деградации, в том числе от ветровой и водной эрозии, и т.д.

Планирование любой деятельности должно тщательно взвешивать последствия сочетания экстремальности климата и размер необходимой защиты, которую предоставляют естественные нарушенные экосистемы. Например: какая часть территории должна оставаться покрытой лесом для снижения риска и минимизации последствий наводнений в данном конкретном районе? Какие склоны должны оставаться покрытыми лесом для предотвращения опасности селей?

Выводы

Адаптация — объективно необходимый глобальный тренд, имеющий прямое отношение к сохранению видов и экосистем. В адаптации для охраны природы новой является цель, но не методы: сохранение видов и предотвращение деградации экосистем *в аномально быстро меняющихся природных условиях*. При этом адаптироваться необходимо не столько к глобальному повышению температуры, сколько к опасным метеорологическим явлениям, специфичным для каждой конкретной местности.

Адаптация для сохранения видов и экосистем не противоречит устойчивому развитию и потребностям людей в условиях изменяющегося климата. Снятие антропогенной нагрузки дает возмож-

ность видам и экосистемам либо сохраниться в нынешнем состоянии за счет запаса естественной устойчивости, либо приспособиться к новым условиям. Необходимо обеспечивать наличие экологических коридоров для миграции видов на север и вверх по склонам гор.

Применять адаптивные меры и готовиться к негативным событиям важно до того, как они произошли. Например, запастись корма для копытных в преддверии снежных зим; выявлять места наименее подверженные негативным изменениям климата и создавать на них ООПТ; идентифицировать погодные условия, приводящие к вспышкам заболеваний, и быть готовыми проводить вакцинацию или др. необходимые меры и т.д.

В случае невозможности сохранения редких видов в местах их обитания необходимо переселять их в «климатические убежища» с подходящими природными условиями или проводить биотехнические мероприятия. Сохранение видов в зоопарках является крайней мерой, к которой также нужно быть готовыми. В адаптации к изменению климата справедливы слова Питера Скотта о том, что мы, конечно, не сможем сохранить все, что нам бы хотелось, но мы сохраним гораздо больше, чем, если бы не пытались.

Литература

1. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.). — Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2014. — 1132 pp.
2. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). — Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2013. — 1535 pp.
3. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: Росгидромет, 2014. — 1008 с.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. — М., 2015. — 107 с.
5. The emissions gap report 2014. — Nairobi: UNEP, 2014. — 88 pp.
6. Farid M., Keen M., Papaioannou M., Parry I., Pattillo C., Ter-Martirosyan A. After Paris: Fiscal, Macroeconomic, and Financial Implications of Climate Change // IMF SDN, January 2016. — 46 pp.
7. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы / Резолюция Генассамблеи ООН, 03.06.2015 г.
8. Birkmann J. Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies and to enhance adaptation / Discussion of conceptual frameworks and definitions Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies. — United Nations University Press, 2013.
9. Донской С.Е. Выступление на Петербургском международном экономическом форуме. 19 июня 2015 г. <http://kommersant.ru/doc/2751818>.
10. Корепанова Л.Н. Выступление на конференции «Климат и энергетика» (11 февраля 2016 г., Москва). — М.: ИМЭМО РАН, 2016.
11. Гниненко Ю.И., Ширяева Н.В., Щуров В.И. Самшитовая огневка — новый инвазивный организм в лесах российского Кавказа // Карантин растений. Наука и практика, 2014. № 1 (7). — С. 32-39.

Сведения об авторах:

Липка Оксана Николаевна, к.г.н., координатор программы «Климат и энергетика» WWF России (WWF Russia), olipka@wwf.ru, тел.: 8 (495) 727 09 39, факс 8 (495) 727 09 38.

Кокорин Алексей Олегович, к.ф.-м.н., руководитель программы «Климат и энергетика» WWF России (WWF Russia), akokorin@wwf.ru, тел.: 8 (495) 727 09 39, факс 8 (495) 727 09 38.