

УДК 574:551. 58(574)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКТРИНА МОНИТОРИНГА  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАЗАХСТАНА В СВЕТЕ  
ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Доктор биол. наук	И.О. Байтулин
Доктор биол. наук	М.А. Проскуряков
Канд. геогр. наук	И.Б. Есеркепова

*Приводится обзор результатов исследований по изменению климата в Казахстане. Обосновывается необходимость разработки мониторинга растительного покрова Казахстана как наиболее приоритетной научной задачи в области ботанических и экологических исследований в условиях глобальных климатических изменений. Такие исследования послужат многоцелевым базовым материалом для мониторинга динамики растительных сообществ, связанной с изменениями климатических условий, а также для оценки углеродного баланса страны.*

В современных условиях интенсивного экономического развития, роста народонаселения в мире естественная природная среда испытывает небывалый по своим масштабам антропогенный прессинг. Прежде всего, это приводит к деградации растительного покрова – происходит исчезновение редких видов в фитоценозах, снижение численности ценных кормовых, лекарственно-технических, красиво цветущих декоративных видов, изреживание траво- и древостоя, уменьшение численности и проективного покрытия сообществ, проникновение в освободившуюся нишу чужеродных, часто ценотически агрессивных видов. В результате происходит нарушение исторически обусловленного естественного характера структурной организации и функционирования растительных сообществ. Этот процесс приводит к трансформированию естественного растительного сообщества в малопродуктивное и низкачественное рудеральное сообщество [1].

Деградация природных экосистем в Казахстане стала особенно сильно проявляться за последние тридцать – тридцать пять лет. Освоены огромные площади целинных и залежных земель не только на севере, но и во всех регионах страны. Зарегулированы стоки крупных рек и продолжается усыхание Аральского моря. Отводились огромные площади земель под военные базы и полигоны. Испытания ядерных вооружений, деятельность космодрома

Байконур, освоение недр, в том числе нефти и газа, широкомасштабное строительство газо- и нефтепроводов, теплоцентралей, линий электропередач и др., сильно изменили лик Земли, привели к значительным потерям биологического, в том числе и растительного разнообразия [1]. «В настоящее время опустыниванием охвачено около 179,9 млн. га площади Республики, что составляет 60 % её территории» [11]. К сожалению, не оправдались оптимистические высказывания В.И. Вернадского о том, что в наши дни наступает влияние на биосферу человеческого разума, его законов [3].

В отличие от других природных ресурсов (уголь, нефть, газ, уран и т.п.), растительный покров является главным, естественно возобновляемым ресурсом экономики Казахстана. От его состояния зависит продуктивность кормовой базы животноводства и запасы сырья деревообрабатывающей, фармацевтической, пищевой и парфюмерной промышленности. Растительный покров выполняет водорегулирующую, водоохранную, почвозащитную, бальнеологическую и рекреационную роль, определяет продуктивность и качество природных биологических угодий, жизнь и видовой состав населяющей их фауны. Наконец, даже наличие кислорода в воздухе, которым мы дышим, обеспечивает растительность.

Растительный покров является важнейшим компонентом природной среды, мощным поглотителем углекислого газа и создателем первичных органических веществ, выполняет особую, космическую роль в формировании и функционировании экосистем, является средой обитания, источником питания для всего населения планеты, чутким индикатором состояния природной среды.

По расчетам экспертов, в процессе фотосинтеза зелеными растениями образуется около 100 млрд. т органических веществ и запасается в них около  $450 \cdot 10^{15}$  ккал энергии солнечной радиации, преобразованной в потенциальную химическую энергию органических веществ. В этом процессе растения усваивают из атмосферы ежегодно 170 млрд. т углекислого газа, фотохимически разлагают около 130 млрд. т воды, выделяют из нее 115 млрд. т кислорода. Кроме того, растения ежегодно вовлекают в процесс первичного синтеза органических веществ около 2 млрд. т азота, 6 млрд. т фосфора, калия, кальция и других элементов минерального питания и расходуют на транспирацию около  $16 \cdot 10^{12}$  т воды [2].

Как видим, растительный покров является мощным биологическим фактором, осуществляющим создание и трансформацию энергии и веществ в глобальном масштабе, основным поглотителем углекислого газа и очистителем

телем воздушной среды. Состояние растительного покрова позволяет определить тенденцию изменения всего биологического разнообразия страны и принять упреждающие адекватные меры, чтобы не допустить дальнейшей деградации экосистем и генетической эрозии. Всестороннее и глубокое изучение растительного покрова в условиях меняющегося климата и мониторинг его состояния имеет многогранное значение. Растительный покров является многофункциональной основой рационального землепользования, осуществления крупных эколого-экономических проектов, обеспечения устойчивого развития и достоверной оценки углеродного баланса страны.

Наряду с антропогенным фактором, на быстро ухудшающееся состояние растительности республики начинает влиять новый, не менее грозный фактор – глобальное изменение климата. В Казахстане по исследованиям изменения климата за столетний период температура воздуха, осредненная по 11 длиннорядным метеорологическим станциям, возросла на 1,54 °С, что примерно в два раза превышает среднеглобальное потепление. В то же время суммы осадков уменьшились незначительно, что свидетельствует о повышении засушливости климата на большей части территории Казахстана [7].

По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата, за последние сто лет (1906...2005 годы) линейный тренд глобальной приземной температуры воздуха составил 0,74 °С [10]. Это значение больше тренда температуры воздуха, 0,6 °С, полученного за 1901...2000 годы [9]. Тенденция к повышению температуры воздуха отмечена во всех регионах мира и особенно сильно проявляется в высоких широтах Северного полушария. С 1850 года наиболее теплыми были одиннадцать лет из двенадцатилетнего периода 1995...2006 гг. Вторая половина прошлого столетия была самой теплой за последние 1300 лет. Наблюдаемое повышение уровня моря и уменьшение площади снежного и ледового покрова согласуется с прогнозируемым потеплением.

Общепризнано, что при существующих темпах потепления арктические льды растают полностью. Температура океана уже на полтора градуса выше, чем сто лет назад, увеличивается испарение, облака быстрее охлаждаются и моментально переходят в осадки. Если не будет строгих ограничений на выбросы парниковых газов, то к середине следующего столетия, когда ожидается удвоение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере, среднеглобальная температура воздуха будет выше, чем она наблюдалась за последние 150 000 лет [10].

На всех континентах с 1970 года многие экосистемы испытывали влияние изменения климата. Так, в Таджикистане уже 40 процентов ледников растаяло, и, соответственно, идет изменение флоры и фауны – деревья отступают, снижается наполняемость рек, водохранилищ. Отмечаются изменения и в экосистемах суши, проявляющиеся в более раннем наступлении весенних явлений и сдвигах ареалов распространения многих видов растений и животных к полюсам на равнинах и вверх в горных регионах. Этот процесс будет продолжаться.

Некоторые последствия изменений в экосистемах вследствие климатических режимов сложно отделить от воздействия неклиматических факторов и естественной динамики. Рост концентрации парниковых газов и изменения почвенно-растительного покрова меняют энергетический баланс климатической системы. Человечество осознает, что продолжение выбросов даже на современном уровне может привести к необратимым последствиям.

Аномальные погодные изменения наблюдаются уже во всех климатических зонах мира. Каждый год поступают сообщения о небывалой жаре и наводнениях в Европе, Америке, небывалых штормах, цунами и землетрясениях в Юго-Восточной Азии. Масштабы засухи и экстремально жаркое лето 2010 года в соседней России никто не мог предсказать.

На юго-востоке Казахстана (по данным метеостанции Мынжилки, 3017 м н.у.м.) средняя годовая температура возросла на 1,1 °С. В результате, по прогнозам гляциологов, в таких условиях к концу 21 века полностью исчезнут высокогорные ледники Северного Тянь-Шаня, возрастет риск паводков и селевых потоков. Потери воды в речных бассейнах достигнут 60 %. Сократится поступление воды в озеро Балхаш – вплоть до повторения судьбы Аральского моря. С учетом прогнозов изменения климата можно ожидать продолжения интенсивной деградации оледенения региона и в обозримом будущем. Так, авторы работы [4] предполагают, что оледенение на северном склоне Илейского Алатау может практически исчезнуть к концу 21 века, а в Жетысуйском Алатау – уже через 40 лет.

Казахстан занимает огромную территорию, включающую различные климатические и ландшафтные зоны, причем две трети территории это пустынная и полупустынная ландшафтные зоны с засушливым климатом. Поэтому глобальное потепление приведет к сильной степени деградации растительного покрова, биологического разнообразия в целом, к ухудшению хозяйственной деятельности и жизнеспособности населения. Для выявления закономерностей динамического состояния растительного покрова

в связи с глобальными изменениями климатических условий требуются долговременные биосферные стационарные исследования, осуществление постоянного мониторинга состояния растительного покрова с синхронно проводимыми наблюдениями за климатологическими изменениями.

Принципиальное значение приобретает выбор территорий для организации биосферных стационаров. Более подходящим районом для организации биосферных стационарных участков являются пределы природного экологического профиля – от северного побережья оз. Балхаш и до вершины Туйыксу в Иле Алатау. В этом районе представлены растительные сообщества репрезентативно отражающие характерные свойства основных природных зон и горных поясов Казахстана [1].

Этот район признается как модельный объект, позволяющий проследить и понять также зональные закономерности формирования растительного покрова [17]. Установлено, что на каждом участке территории региона емкость экологической ниши для доминирующих видов растений тесно коррелирует с климатическим фоном местности. Естественное возобновление видов растений – выживание ювенильных особей, размеры и приуроченность участков, пригодных для сохранения ювенильных особей растений, также тесно коррелируют с климатическим фоном местности. Эта корреляция достоверна на 95 % уровне значимости, что подтвердил большой опыт моделирования горизонтальной структуры растительных сообществ. Она сохраняется до тех пор, пока климат остается неизменным. Притом в зависимости от благоприятности климатического режима конкретного участка территории емкость экологической ниши для каждого доминирующего вида растений может меняться от нулевых значений до стопроцентной заселенности территории. Данная закономерность подтвердилась при исследованиях горизонтальной структуры фитоценозов, формируемых хвойными и лиственными видами древесных растений, доказана простроенными и апробированными эмпирическими моделями горизонтальной структуры растительного покрова [15]. Эти модели теперь могут использоваться для контроля изменений, обусловленных трансформацией климата в пределах предлагаемого биосферного полигона на природном экологическом профиле мониторинговых исследований [1].

С разнообразием климатического режима местности в пределах рассматриваемого природного экологического профиля будущих мониторинговых исследований связаны не только обилие и биомасса видов растений, участвующих в каждом конкретном биогеоценозе, но и состав формовой струк-

туры их ценопопуляций. В наиболее благоприятных климатических условиях присутствует самый богатый состав внутривидовых форм, а их биологическая продуктивность – наивысшая. Эти закономерности также подтверждаются статистически на 95 %-ом доверительном уровне. Наличие четкой ординации формовой структуры ценопопуляций в зависимости от климатического режима местности было установлено при исследованиях распределения и изменчивости растений в очень широком диапазоне условий обитания, на примере хвойных и лиственных древесных растений [20].

Было установлено, что в пределах рекомендуемого природного экологического профиля для мониторинговых исследований высокие летние температуры и, как следствие этого, дефицит влажности, предшествующие закладке цветочных почек у растений, могут угнетающе действовать на обмен веществ. Это приводит к сокращению периода роста и развития растений, снижает количество закладываемых цветочных почек будущего урожая, отрицательно влияет на протекание фазы бутонизации [14]. В результате происходит ухудшение естественного возобновления растений. У насекомоопыляемых видов растений именно температурный режим воздуха регулирует нектаровыделение и связанное с этим оплодотворение. В данной связи построенная для части рассматриваемого экологического профиля эмпирическая модель зависимости нектаровыделения от температурного режима воздуха может использоваться для контроля будущих изменений при мониторинге [18].

Рассмотренные выше закономерности свидетельствуют о том, что при изменении климата самым уязвимым звеном в жизни растений станет их репродукция. С этим будут связаны изменение состава флоры, разрушение структуры ранее сложившихся фитоценозов, их деградация. С другой стороны, наличие в растительных сообществах даже небольших количеств видов и форм, приспособленных к крайним погодным условиям прежнего климата, приведет к развитию процессов смены, они будут занимать доминирующее положение.

Первые материалы хронобиологического анализа, выполненного в пределах рассматриваемого природного экологического профиля, позволили констатировать начавшиеся очень существенные изменения в биологии растений даже за сравнительно короткий период их жизни, приуроченный к началу трансформации климата Земли [19]. По результатам хронобиологического анализа аборигенных и интродуцированных видов растений удалось выяснить, что за период трансформации климата после 1990 г. здесь проявилась различная стратегия поведения растений.

Часть видов пока не испытывает угнетения. Наоборот, дата начала цветения таких растений смещается на ранние сроки, что способствует более полной реализации цикла репродукции. При этом средняя дата начала цветения у некоторых видов статистически достоверно на 95 % уровне стала раньше на 25 дней. Она менялась со средней скоростью 2,5 дня за год. Выяснилось также, что чем раньше наступала дата начала цветения, тем раньше наступала фаза начала плодоношения. При более ранних сроках наступления фазы цветения высота растений и масса 1000 семян увеличиваются. Продолжительность периода вегетации с годами также увеличивается. Следовательно, условия для роста и развития для данной части видов растений становятся более благоприятными. Поэтому в охваченный период времени наблюдений высота их в некоторых случаях увеличилась даже в два раза (достоверно на 95 %-ом уровне). Соответственно росла биомасса. Такие виды растений будут перспективными в новом климатическом режиме. Установленная теснота этих связей статистически достоверна, близка к функциональной, достигает 85...95 % от полной неразрывной.

Другая часть видов растений тоже пока не испытывает угнетения в период трансформации климата. Но они слабо реагируют на происходящие изменения климатического режима в изучаемый период времени. Адаптационные возможности их оказались довольно широкими. Данные виды также являются перспективными. Наконец, определенная часть видов растений уже испытывает сильное угнетение в условиях рассматриваемого региона. Дата начала их цветения сдвинулась на более поздние сроки. Статистически достоверно сократился период вегетации, снизилась (иногда в два раза) высота растений. Падает биологическая продуктивность. Происходящие изменения режима среды обитания не отвечают их биологическим требованиям, угнетающе действуют на репродукцию, рост и развитие. Эти виды трудно адаптируются к изменениям климата.

Предвестником назревающей деградации растительного покрова в пределах рассматриваемого природного экологического профиля являются полученные нами результаты хронобиологического анализа режима нектаровыделения в растительных сообществах [12, 16]. Например, в Южном Прибалхашье за наблюдаемый период у энтомофильных растений число дней без нектаровыделения начало быстро возрастать и с 1995 по 2008 год увеличилось более чем вдвое. Это привело к снижению и даже прекращению репродукции у ряда видов растений аборигенной флоры, т.е. к началу развития процессов разрушения исторически сложившегося растительного покрова и опустынивания местности.

Рассмотренные выше факты свидетельствуют о том, что в пределах рекомендуемого биосферного полигона намечаемого для мониторинговых исследований уже происходит закономерная трансформация режима среды и связанных с нею показателей жизнеспособности растений. Причем с большой скоростью и в значительной степени именно в области их репродуктивного процесса.

Последствия антропогенного воздействия и развивающийся процесс глобального изменения климата ставят под угрозу не только ведение сельского хозяйства, сохранность естественной растительности, но и саму среду обитания человека, что еще опаснее. Притом губительное действие обоих этих разрушительных факторов нарастает в столь короткий срок, что имеющийся генофонд растений не успевает приспособиться к новой среде обитания, и это приведет к изменениям целых ландшафтов, структуры растительных сообществ, ускорению процессов трансформации растительного покрова и опустынивания.

Все происходящее можно констатировать как быстро развивающуюся катастрофу. Но страна не готова принять меры к спасению, т.к. в нужном объеме закономерности происходящих изменений не изучены и мониторинг их отсутствует. Это обусловлено рядом причин, включая и кадровую, материальную, финансовую обеспеченность научно-исследовательских работ, их поддержку на уровне государственного планирования и т.д. Вместе с тем еще не разработана и научная доктрина государства, определяющая направление и стратегию работ, связанных с глобальным изменением климата. С учетом вышеизложенного, авторы считают, что в настоящее время главной, приоритетной, стратегической целью ботанической науки Казахстана является не-терпящее отлагательств развитие фундаментальных исследований в направлении мониторинга растительного покрова. Это позволит выяснить закономерности трансформации растительного покрова Казахстана в связи с антропогенными воздействиями и глобальным изменением климата и даст возможность принять необходимые меры по сохранению и поддержанию биологической устойчивости республики.

Учитывая двоякую причину изменений растительного покрова (антропогенный и климатический факторы), мониторинговые исследования нужно проводить также по двум направлениям. С одной стороны, – слежение за процессом антропогенной деградации растительного покрова, а с другой стороны, – мониторинг трансформации растительного покрова под влиянием изменяющегося климата. Оба эти основные направления работы



объединяет общий методологический подход. Как в том, так и другом случае необходима исходная контрольная база данных, по которой можно будет судить о характере происходящих изменений. Создание, апробация и публикация такой контрольной базы данных является первоочередной задачей в деле организации мониторинга растительного покрова Казахстана.

Нужная контрольная база данных для анализа антропогенных изменений в растительном покрове и изменений, связанных с режимом трансформирующегося климата, может быть создана на основе результатов ранее выполненных наблюдений за биологическими свойствами видов растений и растительного покрова в природе и в культуре. В этом аспекте большую ценность представляют исследования, которые проводились коллективами институтов ботаники, лесного хозяйства и агролесомелиорации, земледелия, лугопастбищного хозяйства, почвоведения, физиологии растений, Казахского сельскохозяйственного института, КазНУ им. аль-Фараби, ботанических садов, заповедников и др.

К сожалению, в настоящее время мы не располагаем надежными методическими приемами оценки влияния изменения климата на растительный покров. Следовательно, прежде всего, необходимо разработать методические подходы к оценке влияния климатических факторов на динамику растительного покрова и на биоту в целом.

Еще отсутствуют надежные методы прогнозирования будущего климата. Трудно выделить в чистом виде и частную составляющую влияния каждого климатического фактора на растительность. Не всегда удается интерпретировать биологическую сущность процессов изменения растительного покрова под действием человека. Однако мониторинг позволит уже теперь реально судить о скорости, направлении и величине изменений в растительном покрове. В данной связи, как представляется, очень важно разработать и принять единое методическое пособие для мониторинговых наблюдений и обработки их материалов, имеющихся в республике, что позволит добиться сравнимости и достоверности полученных результатов. Мониторинг должен проводиться на репрезентативных, экологически орденированных стационарах, системно организованных, хорошо обеспеченных квалифицированными кадрами, финансами и приборной базой. Эти результаты будут ценны как научная основа для понимания путей трансформации растительного покрова.

Для оценки возможных изменений естественного растительного покрова необходимо выполнять параллельное моделирование будущего

климатического состояния и структурной трансформации растительного сообщества. На основе модели климата (температура воздуха, атмосферные осадки, солнечная радиация) можно создать модель растительного сообщества (доминанты и субдоминанты, флористический состав, ярусность, фенология, проективное покрытие, динамика сезонного прироста фитомассы). Оценка изменений растительного покрова под влиянием возможных изменений климата должна проводиться с учетом характера и нагрузки текущей хозяйственной деятельности.

Обобщение и анализ результатов этих наблюдений и исследований, выполненных совместными усилиями коллективов ведущих научных организаций и групп страны, позволят своевременно подготовиться к назревающей катастрофе. Они дают возможность определить важнейшие направления работы для смягчения ее последствий и перестройки хозяйства, социальной политики, занятости населения, сохранения жизнеспособности страны и ее экологической безопасности в целом.

Проблема изучения изменений климата занимает одно из центральных мест в современной климатологии. Выполнение ряда обязательств Республики Казахстан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), тесно связано с осуществлением мониторинга и исследованием изменения регионального климата. Связано это, прежде всего, с необходимостью учета изменчивости климата в хозяйственной деятельности, а также с реальной угрозой необратимости процесса глобального потепления климата в случае неконтролируемых выбросов техногенных парниковых газов. Работы в этом направлении ведутся во многих странах в рамках Всемирной климатической программы, осуществляемой под руководством Всемирной метеорологической организации при активной поддержке со стороны Программы ООН по окружающей среде. Присоединение более чем 190 стран к РКИК ООН активизировало сотрудничество в этой области исследований. Полученные результаты уменьшили неопределенности относительно поведения глобальной климатической системы, в оценке причин и величины глобального потепления. В целом, результаты исследований указывают на то, что наблюдаемые тенденции невозможно объяснить только естественной изменчивостью климатической системы.

Исследователям из Университета штата Колорадо совместно с NASA удалось обнаружить, что большая часть старого арктического льда погибла: сейчас в зимнее время только 10 % ледяного покрова состоит из льда, возраст которого более двух лет. Наблюдается общее уменьшение

средней толщины ледяного покрова. По данным Американской лаборатории исследования полярных регионов, Северный Ледовитый Океан становится все теплее, а его границы отодвигаются вглубь континента. Из-за активного таяния ледников снижается соленость океанов.

В мае 1995 г. Казахстан ратифицировал Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. В марте 2009 г. Президент РК подписал Закон «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата».

С 1994 г., в рамках Казахстанско-Американского Проекта «Парниковые газы и изменение климата Казахстана» Программы поддержки национальных исследований США, при технической и финансовой поддержке американской стороны, началось изучение изменений регионального климата и получили развитие новые для Казахстана направления исследований, напрямую связанные с выполнением Казахстаном обязательств по Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

В результате выполнения этого проекта был составлен кадастр выбросов парниковых газов с территории Казахстана в 1990 году, построены три варианта сценариев изменения климата Казахстана на момент удвоения концентрации CO<sub>2</sub> к 2050 г. и на ближайшие 10...20 лет, а также получены оценки уязвимости урожайности яровой пшеницы в Северном Казахстане, водных ресурсов на примере отдельных речных бассейнов, пастбищ, овцеводства и лесов. Определены предварительные меры по адаптации сельского хозяйства и водных ресурсов к возможным изменениям климата. Определены потенциальные меры по ограничению выбросов парниковых газов в энергетическом секторе и сельском хозяйстве Казахстана. В 1998 г. на Четвертой Конференции Сторон Рамочной Конвенции по Изменению Климата был представлен первый национальный доклад о ходе выполнения исследований по изменению климата в Казахстане [20].

По расчетам казахстанских исследователей [6] вследствие повышения температуры воздуха на территории Казахстана зона недостаточного увлажнения в республике может исчезнуть. На юге Казахстана появится засушливая зона, которая займет 38 % площади. В среднем по юго-востоку Казахстана продолжительность устойчивого жаркого периода увеличится на 40 %. Сократится кормовая база животноводства и площадь под зерновыми культурами (до 23 %). Не менее утешительны будут и перспективы сохранения природного растительного покрова республики в целом. Тяжелые последствия, связанные с аридизацией климата Казахста-

на, определяются тем, что значительная часть территории страны находится в неблагоприятных для жизнедеятельности пустынной и степной крайне жарких и засушливых зонах. Уязвимость сельского хозяйства, водных ресурсов и других климатозависимых отраслей экономики Казахстана к ожидаемым потенциальным изменениям регионального климата, наличие таких экологических катастроф как усыхание Аральского моря, делают эту проблему весьма актуальной [9, 21].

В рамках научно-исследовательских работ в Казахском научно-исследовательском институте экологии и климата (КазНИИЭК) и Казгидромете в последнее десятилетие активно проводились исследования изменения температурно-влажностного режима в Казахстане. На основе данных наблюдений оценивались многолетние (порядка 100 лет) тенденции изменения температуры приземного воздуха и атмосферных осадков. Выявлено, что в течение последних 100 лет происходил рост среднего уровня сезонных и годовых температур воздуха практически на всей территории страны, за исключением небольшого района на северо-востоке, в котором во все сезоны года, кроме весны, тенденция отрицательна. Рост осредненной по региону годовой температуры воздуха был в два раза выше среднего глобального потепления. Трендовая составляющая в вековом ходе сумм атмосферных осадков выражена очень слабо: 0,1...0,3 мм/10 лет [7]. Некоторые результаты исследований позволяют предположить, что распашка целинных и залежных земель сказалась на тепловом и водном балансе данных территорий, в результате чего здесь произошло более значительное повышение температуры воздуха по сравнению с соседними, не подвергшимися изменениям, районами [8].

Аэрозольное загрязнение атмосферы городов за счет промышленных выбросов предприятий, автотранспорта привели к уменьшению прозрачности атмосферы и к возникновению «локальных климатических эффектов». Так, в некоторых крупных промышленных центрах Казахстана (Алматы, Кызыл-Орда, Петропавловск) наблюдается рост количества осадков на фоне отрицательных трендов, имеющих место в близлежащих районах.

Последующие исследования изменения климата в Казахстане, проведенные в рамках подготовки Второго Национального Сообщения по РКИК ООН [21] подтвердили, что за последнее столетие потепление наблюдалось практически повсеместно во все сезоны года. По данным более чем 90 метеорологических станций были рассчитаны линейные тренды в рядах средних значений температуры приземного воздуха и сумм атмо-

сферных осадков в Казахстане за период 1936...2005 гг. Среднегодовая температура воздуха возрастала за этот период в среднем на 0,31 °С каждые 10 лет. Наиболее быстро потепление происходило в зимние месяцы – в среднем по Казахстану на 0,44 °С/10 лет и на 0,60...0,65 °С/10 лет на западе, в отдельных районах северной и центральной частей республики. Наименее существенный положительный тренд наблюдался в рядах весенних температур, а также во все сезоны года в горных районах юга Казахстана. Сокращалось число дней с морозом, но увеличивалось количество жарких дней, когда суточный максимум температуры превышал 25 °С, увеличивалась продолжительность волн тепла, сокращалась продолжительность волн холода, значительно уменьшилась суточная амплитуда температуры воздуха. Сочетание глобального потепления с другими экологическими стрессами может привести к быстрой гибели существующих экосистем, особенно в засушливых регионах, к которым относится большая часть территории Казахстана. При этом, увеличение осадков даже на 20...25 % на фоне ожидаемого дальнейшего повышения температуры воздуха не сможет оказать благоприятного воздействия на экосистемы, сельское хозяйство и водные ресурсы.

Оледенение гор Казахстана и сопредельных стран Центральной Азии с начала 1970-х годов находится в состоянии деградации. При этом скорость таяния ледников Центральной Азии была самой высокой в мире. На северном склоне Илейского Алатау за 1955...2004 гг. площадь ледников сократилась на 41 %. С учетом прогнозов изменения климата можно ожидать продолжения интенсивной деградации оледенения региона и в обозримом будущем.

В результате деградации горного оледенения сток горных рек северного склона Заилийского Алатау сократится примерно на 16 %. Изменится его внутригодовое распределение: он уменьшится в летние месяцы и увеличится в весенне-летние, что негативно отразится на орошаемом земледелии. Повышение глобальной температуры воздуха и продолжение деградации горного оледенения приведет к снижению стока рек в бассейне оз. Балхаш. Для компенсации этой напряженности необходимо проектирование и строительство водохранилищ на горных реках, а также противопаводковых и селевых гидротехнических сооружений.

В горах и предгорьях изменение климата приведет к возникновению ряда катастрофических явлений, среди которых следует отметить сели, лавины и оползни. При потеплении на 2...3 °С селевая активность возрастет в десятки раз. В результате могут быть разрушены города и объек-

ты их жизнеобеспечения, расположенные в предгорной зоне, а наиболее экономически и социально развитая территория Казахстана превратится в зону экологического бедствия.

Изменение климата может привести к нарушению равновесия системы климат – водные ресурсы – сельскохозяйственное производство, что неминуемо скажется на урожайности сельскохозяйственных культур. Дальнейшее повышение температуры будет отрицательно влиять на условия формирования и налива зерна, так как температура воздуха поднимется на 2...4 °С выше ее оптимальных значений. Всходы посевов яровой пшеницы будут появляться на две-три недели раньше средних многолетних сроков. Ожидаемые погодные условия станут неблагоприятными для возделывания яровой пшеницы в Костанайской, Акмолинской, Павлодарской и Северо-Казахстанской областях.

На равнинных территориях незначительные изменения температуры воздуха и увлажнения могут создать условия, невозможные для существования сосны, пихты, лиственницы и кедра и, таким образом, к смене ценных лесных насаждений на менее ценные – лиственные и кустарниковые. Пихтовые насаждения могут исчезнуть с территории Жетысуйского Алатау и останутся на небольшой площади в Восточно-Казахстанской области.

В докладе [5] сделан вывод о том, что предотвратить надвигающуюся экологическую катастрофу можно, но для этого уже сейчас необходимо разрабатывать меры по адаптации к изменению климата. Они включают замену одних сортов зерновых другими, более засухоустойчивыми, изменение сроков и районов посадки сельскохозяйственных культур, проведение защитных мероприятий в животноводстве и лесном хозяйстве.

Помимо адаптационных мер также планируется сократить выбросы парниковых газов (ПГ), прежде всего в энергетике. Анализ возможностей сокращения выбросов ПГ в Казахстане до 2020 года показал, что потенциал снижения эмиссий ПГ за счет внедрения энергоэффективных технологий, альтернативных источников энергии, модернизации ТЭЦ и других мер, как технического, так и политического характера, может составить около 50 % от уровня 1992 г.

Последующие задачи по выполнению Казахстаном обязательств по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу можно разделить на три основные части. Первая включает в себя дальнейшее развитие научных исследований по всем вышеперечисленным направлениям, ежегодное проведение национальной инвентаризации парниковых газов для международной отчетности и подготовку национальных

сообщений по РКИК ООН на постоянной основе. Вторая предполагает разработку и внедрение мер по адаптации к изменению климата. Третья – реализацию конкретных проектов в области сокращения эмиссий парниковых газов с использованием различных экономических механизмов в энергетике, промышленности, сельском хозяйстве, направленных на низкоэмисионное развитие экономики.

Климат земли меняется. В соответствие с изменением климата будет дифференцироваться и ее растительный покров. Тем самым диктуются новые цели и направления научных исследований. Нужно предвидеть последствия изменения растительного покрова и вовремя принять меры по сохранению природных экосистем. Однако, несмотря на это, вопросу изучения динамики растительного покрова под влиянием такого первичного образующего его фактора, как климат, не уделяется должного внимания. Между тем, материалы по изучению влияния климата на растительный покров, особенно его длиннопериодных колебаний, послужат принятию упреждающих мер по реорганизации хозяйственной деятельности и разработке новой климатической политики в целях сохранения социально – экономической стабильности Казахстана.

### **Выводы**

1. Растительный покров является важнейшим средообразующим компонентом биосферы, обуславливающим жизнеобеспечение всего живого населения планеты, а также чутким индикатором состояния природной среды и климата.

2. Происходящие глобальные климатические изменения и сопровождаемые ими сдвиги природных объектов, настоятельно требуют считать разработку мониторинга растительного покрова Казахстана наиболее приоритетной научной задачей в области ботанических и экологических исследований.

3. Для осуществления мониторинга растительного покрова, прежде всего, необходимо четко определить современное его состояние, обобщить все имеющиеся публикации и архивные материалы на основе унифицированного методологического подхода, провести обстоятельные натурные обследования и осуществить выпуск многотомной, капитальной монографии «Растительный покров Казахстана».

4. Научно достоверно зафиксированная в монографических изданиях о растительном покрове страны полная сводка результатов исследований, послужит многоцелевым базовым материалом для рационального земле- и природопользования, мониторинга динамики растительных сообществ на биосферных стационарах, связанного с изменениями климатических условий, а также для оценки углеродного баланса страны.

5. Для достоверной оценки тенденции и степени динамики растительного покрова в связи с изменениями климата, необходима разработка методов параллельного моделирования климатических сдвигов и структурной трансформации основных типов растительности страны.

6. Наиболее репрезентативным в отношении охвата основных типов растительности Казахстана стационарными участками для биосферных исследований является природный экологически профиль от северного побережья оз. Балхаш и до вершины Туюксу в Иле-Алатауской горной системе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байтулин И.О. Развитие биосферных исследований как научной основы стабилизации экологической ситуации Казахстана. // Изв. МН\_АН РК. – 1996. – № 1. – С. 3-9.
2. Байтулин И.О., Рубаник В.Г., Рахимбаев И.Р., Ситникова А.С. Зеленая «фабрика» чистого воздуха. – Алма-Ата: 1979. – 112 с.
3. Вернадский В.И. Биосфера. – М.: Наука, 1967. – 374 с.
4. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в 20 веке. – Алматы: 2001. – 252 с.
5. Второе Национальное Сообщение Республики Казахстан Конференции Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Астана, 2009. – 192 с.
6. Долгих С.А., Есеркепова И.Б., Шамен А.М. Оценка вклада ожидаемого потепления глобального климата в развитие процессов опустынивания в Казахстане. // Гидрометеорология и экология. – 1997. – № 3. – С. 43-49.
7. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период. // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. – С. 6-23.
8. Есеркепова И.Б. Оценка изменений температуры воздуха в Северном Казахстане в результате освоения целинных и залежных земель. // Вопросы гидрологии суши. – Л. – 1988. – С. 235-239.
9. МГЭИК: Изменение климата, 2001 г. Научные аспекты. Вклад Рабочей группы I в Третий доклад об оценке. WMO/UNEP, Cambridge, University press.
10. МГЭИК: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури Р.К., Райзингер А., и основная группа авторов (ред.)]. – Женева. – 2007. – 104 с.
11. Национальная программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан. – Алматы, 1997. – 166 с.
12. Новый глобальный экологический обзор нашей планеты рисует мрачную картину. 26 октября 2007. Источник: пресс-служба CARNet по материалам Радио ООН. (<http://caresd.net>)



13. *Первое Национальное Сообщение Республики Казахстан по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата.* – Алматы, 1998. – 74 с.
14. Проскуряков М.А. Биология цветения и плодоношения ели тянь-шанской. – Алма-Ата: Кайнар, 1965. – 125 с.
15. Проскуряков М.А. Горизонтальная структура горных темнохвойных лесов. – Алма-Ата: Изд. Наука КазССР, 1983. – 215 с.
16. Проскуряков М.А. Методика хронобиологического анализа медоносной базы. // Пчеловодство. – 2009. – № 3. – С. 20-22.
17. Проскуряков М.А. Проблема восстановления растительных ресурсов при изменении климата. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2005. – № 1. – С. 10-17.
18. Проскуряков М.А. Роль температурного режима в значимости медоносной базы Южного Прибалхашья. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2005. – № 1.
19. Проскуряков М.А. Хронобиология растений в период изменения климата. // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – Алматы. – 2009. – № 3. – С. 69-74.
20. Проскуряков М.А., Пусурманов Е.Т., Кокорева И.И. Изменчивость древесных стений в горах (методические вопросы исследования). – Алма-Ата: Наука, 1986. – 130 с.
21. Семенов О.Е. О расходе массы песка при песчаных бурях на осушенной части Арала. // Гидрометеорология и экология. – 2007. – № 4. – С. 7-22.

Институт ботаники и фитоинтродукции, г. Алматы  
КазНИИЭК, г. Алматы

### **КЛИМАТТЫҢ ҒАЛАМДЫҚ ӨЗГЕРУ ТҮРҒЫСЫНАН ҚАЗАҚСТАН ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫ МОНИТОРИНГІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ДОКТОРИНАСЫ**

Биол. ғылымд. докторы	И.О. Байтулин
Биол. ғылымд. докторы	М.А. Проскуряков
Геогр. ғылымд. канд.	И.Б. Есеркепова

*Қазақстандағы климаттың өзгеруін зерттеу нәтижелеріне шолу келтірілген. Климаттың ғаламдық өзгеру жағдайындағы ботаника және экологиялық зерттеулер саласындағы ғылыми мақсаттардың маңыздысы болып табылатын Қазақстан өсімдік жамылғысының мониторингісін жетілдіру екені дәлелденген. Климаттың өзгеру жағдайына байланысты осындай зерттеулер өсімдік бірлестіктер динамикасы мониторингісіне, сонымен қатар еліміздің көміртегі балансын бағалауда көп мақсатты негізгі мәлімет болып табылады.*