

ДИНАМИКА БИОТИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Попова Е.Н.^{1,2}, Попов И.О.², Кухта А.Е.^{1,2}

¹ – *Институт географии РАН, г. Москва, Россия, ep_porova@mail.ru; anna_koukhata@mail.ru*

² – *Институт глобального климата и экологии им. акад. Ю.А. Израэля, г. Москва, Россия, ig-or_o_porov@mail.ru*

Климат Земли не постоянен и, как показали современные палеоклиматические реконструкции, менялся на протяжении всей её истории. Периоды потепления сменялись периодами похолодания. Современное изменение климата происходит как по естественным причинам, так и вследствие антропогенного воздействия на климатическую систему. Последняя составляющая стала доминировать с развитием промышленности в т.н. индустриальный период (который принято начинать с 1900 года), характеризующийся высокой антропогенной эмиссией парниковых газов. Вследствие этого в последние десятилетия наблюдается устойчивый тренд повышения средней глобальной температуры приземного воздуха Земли [1]. В свою очередь, наблюдаемые климатические изменения оказывают значительное влияние как на биосферу в целом, так и на отдельные экосистемы. Воздействующие на них изменения климата и их последствия многообразны. Они включают в себя изменение температуры и осадков, режима увлажнения почвы, частоты таких экстремальных явлений как лесные пожары, засухи и наводнения, таяние вечной мерзлоты, а также другие процессы и явления.

Экосистемы, или биогеоценозы, состоят из отдельных биотических и абиотических компонентов, связанных между собой многообразными взаимодействиями, образующими единый многоуровневый и многофакторный комплекс. Изменение экосистемы в целом – достаточно сложный процесс, который может происходить со значительным сдвигом во времени относительно какого-либо внешнего воздействия, в том числе, изменения климата. Однако отдельные ее компоненты способны реагировать на это воздействие достаточно быстро. Наиболее уязвима в отношении климатических изменений биотическая составляющая экосистем, особенно т.н. эктотермные виды, которые существенно зависят от температуры окружающей среды, и различные влагозависимые виды [2]. Влияние изменения климата на биологические объекты довольно многообразно. Многие виды животных и растений, особенно обитающие в регионах с меняющимися в течение года погодными условиями, имеют сложные фенологические жизненные циклы, зависящие от сезонных изменений метеорологических условий окружающей среды. Например, при более раннем установлении теплого безморозного периода и достаточном количестве осадков весной сроки распускания и облиствения растений также наступают раньше. То же относится и к климатозависимым животным, особенно насекомым, личинки которых раньше выходят из состояния зимней диапаузы. С увеличением длины вегетационного периода у поливольтинных видов увеличивается количество генераций, которые они могут воспроизводить за сезон. В случае с опасными насекомыми – вредителями сельскохозяйственных культур – это может приводить к негативным последствиям и требовать дополнительных затрат и усилий на защиту растений [1, 2]. Другой тип экологических последствий изменения климата – это смещение границ ареалов живых организмов в районы с более благоприятными для них условиями. Большинство видов растений и животных имеют определенные нижние и верхние пороги развития и жизнедеятельности, внутри которых только и может происходить их существование, за пределами этих порогов наступает угнетение и гибель особей данного вида или же невозможность воспроизведения его популяций [2]. Наблюдаемое потепление климата уже привело к смещению границ многих климатозависимых видов к

северу и северо-востоку на территории Северного полушария [2, 3]. Возможность инвазии в новые регионы опасных вредителей и возбудителей болезней растений, животных и человека требует постоянного мониторинга на границах их ареалов и проведения различных профилактических мероприятий. В частности, это касается таких опасных переносчиков болезней человека и животных как иксодовые клещи, которые способны распространять возбудителей клещевого энцефалита и клещевых боррелиозов.

Одним из ключевых звеньев лесных экосистем Северного полушария являются древостой сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), которая, в силу своей экологической пластичности, занимает широкий спектр местообитаний – от сухих (скальные биотопы) до влажных (сфагновые болота). Благодаря эврибионтности эта порода является репрезентативным индикатором состояния лесных биоценозов. Мониторинг откликов сосны на воздействие климатических факторов позволяет осуществлять оценку степени устойчивости фито-ассоциаций, а также проводить моделирование и прогнозы динамики экосистем России при вероятных изменениях климатической системы Земли. Неотъемлемой составляющей методологии выявления и оценки откликов древостоев сосны на изменение климата является изучение параметров variability радиальных и линейных (в высоту) приростов деревьев под воздействием метеорологических факторов. Анализ мониторинговых данных отклика бореальных древостоев на климатические изменения показал, что приросты в высоту сосны обыкновенной на севере Европейской части России в значительной степени зависят от межгодовых вариаций температуры и осадков. Подобные закономерности следует учитывать при выявлении и анализе трендов состояния лесных экосистем севера ЕЧР в условиях наблюдаемых изменений климата [4].

Таким образом, изучение роли изменения климатических факторов в динамике биотической компоненты различных наземных экосистем необходимо для успешного развития методологии оценки их состояния и выявления связанных с наблюдаемыми изменениями рисков для человека и окружающей его среды обитания.

Литература

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Под ред. В.М. Катцова и С.М.Семенова. М., Росгидромет, 2014. 1008 с.
2. Попова Е. Н., Попов И. О. Климатические факторы, определяющие границы ареалов вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, и расчетные методы оценки изменения ареалов при изменении климата / В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. М., ИГКЭ, т. 25, 2013, с. 175–204.
3. Попов И. О., Титкина С. Н., Семенов С. М., Ясюкевич В. В. Модельные оценки распространения переносчиков некоторых болезней человека в XXI веке в России и соседних странах. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, М.: ИГКЭ, т. 25, 2013, с. 395-427.
4. Chernogaeva G.M., Kukhta A.E. The Response of Boreal Forest Stands to Recent Climate Change in the North of the European Part of Russia // Russian Meteorology and Hydrology. Allerton Press Inc. (United States), v. 43, N 6. 2018. 418-424 pp.

DYNAMICS OF THE BIOTIC COMPONENTS OF TERRESTRIAL ECOSYSTEMS UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES

Popova E.N.^{1, 2}, Popov I.O.², Kuchta A.E.^{1, 2}

¹ - Institute of geography RAS, Moscow, Russia, en_popova@mail.ru; anna_koukhta@mail.ru

² - Izrael' Institute of global climate and ecology, Moscow, Russia, igor_o_popov@mail.ru

Abstract. Principal aspects of the impact of the observed climate change on the dynamics of the biotic component of various terrestrial ecosystems are revealed. The risks associated with this phenomenon for humans and their environment are estimated. The need for continuous monitoring and development of the methodology for assessing existing risks was stated.