

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Национальный исследовательский
Томский государственный университет
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
Институт мониторинга климатических и экологических
систем СО РАН
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева**

**ОТРАЖЕНИЕ
БИО-, ГЕО-, АНТРОПОСФЕРНЫХ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ПОЧВАХ
И ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ**

**Сборник материалов
VII Международной научной конференции,
посвященной 90-летию кафедры
почвоведения и экологии почв ТГУ**

*14–19 сентября 2020 г.,
г. Томск, Россия*

Томск
Издательский дом Томского государственного университета
2020

состав и залегающих на покровных и моренных суглинках, а наименьшие – в горизонте D, сформированном песчаной флювиогляциальной подстилающей породой.

Работа частично выполнена при поддержке РФФИ (грант № 18-04-00584 А).

Литература

1. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 2000. 336 с.
2. Sources and effects of ionizing radiation. Vol. 1: Sources. United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation (UNSCEAR). New York, USA: United Nations Publication, 2000. 654 p.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2017 году. Ежегодник. Обнинск, 2018. 360 с.
4. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Distribution of Ra-226 and Th-232 in soddy podzolic and soddy podzolic gley soils on various soil-forming rocks

D.N. Lipatov, D.V. Manakhov

The levels of specific activity of Ra-226 and Th-232 in the studied profiles of soddy podzolic and soddy podzolic gley soils of the Solnechnogorsky district of the Moscow region were inherited from the soil-forming and underlying rock. In the upper soil horizons, the distribution of these radionuclides is associated with different severity of eluvial-illuvial processes. In the lower horizons of the profiles, an increase in the specific activity of natural radionuclides is typical for soddy podzolic soils on cover loams underlain by morainic loams, and a decrease – for sandy fluvio-glacial deposits.

УДК 631.4

Разнообразие высокопродуктивных экосистем Ямало-Ненецкого автономного округа

С.В. Лойко^{1,2}, С.П. Кулижский¹, А.Г. Лим¹, Д.М. Кузьмина¹,
И.В. Крицков¹, Г.И. Истигечев¹

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, s.loiko@yandex.ru*

² *Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск*

Потепление климата сказывается на продуктивности экосистем Субарктики, как напрямую, влияя на рост растений, так и косвенно, через активизацию биогенного круговорота. Ландшафты Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) в полной мере подвержены этим процессам. Для оценки потенциала продуктивности в Субарктике необходимо изучение уже существующих экосистем с повышенной продуктивностью. Нами проведена типизация таких экосистем. Выявлено, что наибольшие площади приходятся на рипариан зоны временных и постоянных водотоков, поймы и котловины оренчированных озёр (хасыреи). Дальнейшее изучение таких экосистем даст необходи-

мую информацию для принятия решений в области управления природными процессами, протекающими на территории ЯНАО.

Ключевые слова: *продуктивность, плодородие почв, Субарктика, Ямало-Ненецкий автономный округ.*

Современные изменения климата севера Западной Сибири заключаются в росте среднегодовых температур и количества осадков. Особенно выражено потепление в зимний период, так, например, зимой 2019–2020 гг. эпицентр зимней положительной температурной аномалии приходился на ЯНАО и смежные районы. Потепление ведёт к удлинению вегетационного периода и изменению биогеохимических процессов, что приводит к увеличению первичной продуктивности экосистем Севера. Этот эффект известен как «позеленение» растительного покрова и хорошо фиксируется по данным дистанционного зондирования. Позеленение крайне неравномерно в пространстве. Так только 18% всей территории северной части Западной Сибири имеют статистически значимые изменения продуктивности, при этом в пределах 8,4% территории произошло увеличение продуктивности (позеленение), а 9,6% территории характеризовались её уменьшением (побурение) [1]. Процессы «позеленения» и «побурения» экосистем в пределах Субарктики России разобщены в пространстве, поэтому необходимо проведение наземных исследований, с целью полного учёта экосистем, испытывающих значимый рост продуктивности. Ниже рассмотрим такие экосистемы, что были выявлены в ходе наших экспедиционных работ в северной тайге и низкоарктической тундре Западно-Сибирской равнины.

При потеплении климата растут среднегодовые температуры многолетнемерзлых пород, увеличивается мощность активного слоя [2]. Многолетнемерзлые породы на территории ЯНАО реагируют на это ростом частоты возникновения геокриологических событий [3], связанных с термокарстом, например, растёт число случаев полного или частичного дренажа термокарстовых озёр [4]. Последние явления являются одним из самых ярких примеров проявления термокарста. Рост частоты спуска термокарстовых озёр отмечен и в других районах Арктики [5].

В зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород осушение озёр, вызванное потеплением климата, происходит из-за оттаивания многолетней мерзлоты в ложбинах, через которые из озера стекает вода. Оттаявший грунт размывается ручьём, что приводит к снижению уровня воды озера. В зоне прерывистого и островного распространения мерзлоты, когда под прибрежной зоной ручья, дренирующего озеро, существует талик, большую роль играет динамика сезонно-мерзлого слоя. Весной, после тёплых зим, весенний сток быстро растапливает сезонную мерзлоту и сброс паводковых вод проходит по талой почве, что благоприятствует её активному размыву и снижению уровня воды в озере. Нашей группой проведены исследования на территории полуострова Ямал, в районе пос. Сё-Яха, в Тазовской тундре на Пур-Газовском междуречье и в пределах плоских заозёрных междуречий верхней части бассейна Пура (Ханымейское плоскогорье). На этих территориях отмечена активизация дренажа озёр в последние 30 лет. Особенно выражено этот процесс протекал в последние 15 лет в Тазовской тундре и Ханымейском плоскогорье.

В результате дренажа озера и снижения уровня воды обнажаются фертильные озерные седименты, обогащенные доступными формами элементов минерального питания растений. На них поселяются пионерные виды растений и начинается первичная сукцессия растительности и почв. Измерения в Тазовской тундре показали, что годовая чистая первичная продуктивность растительности первых стадий постдренажной сукцессии колебалась от 1134 до 660 г/м²·год, что в 2–9 раз выше, чем в окружающей тундре. В Ханымейском плоскоместье продуктивность постдренажных сообществ не всегда выше окружающих болот. В более низких частях котловины, где седимент с поверхности сложен переотложенным торфом и гиттией, формируются продуктивные сообщества. На повышениях ряби волнения дна, сложенной среднезернистыми отмытыми песками, формируются сообщества с разреженным травянистым покровом, поселяются ивы и березы. Постдренажная растительность в хасырях Сеяхинской тундры сходна с той, что описана в хасырях Тазовской тундры [4], только в силу более суровых климатических условий происходит существенно более быстрое внедрение сфагновых мхов в сообщества. Основными движущими факторами постдренажной сукцессии растительности в хасырях являются накопление торфа и агрегация многолетней мерзлоты, одновременно с чем наблюдается снижение запасов питательных веществ в почвах.

Хасыреи являются местом суперпозиции двух основных факторов «позеленения» Арктики. Потепление климата активизирует как процессы их образования и дренажа, так и увеличивает приток нутриентов с водосборов. После дренажа озёр на богатых питательными веществами отложениях развиваются очень продуктивные растительные сообщества. Это сообщества демонстрируют потенциал биологической продуктивности экосистем на высоких широтах, который может быть достигнут в условиях эдафического оптимума.

Другими широко распространенными высокопродуктивными экосистемами ЯНАО являются поймы рек, рипариан зоны ручьев и тундровые ложбины. Во всех случаях продуктивность растительных сообществ в них выше, это относится даже к мельчайшим тундровым ложбинам (ватер треки) и проточным топям полигональных и бугристых болот. Выше и фертильность почвенных вод данных объектов, за исключением проточных топей. Однако в последних, в силу на порядок большей скорости инфильтрации, растения имеют больше возможностей к поглощению нутриентов, в силу более активного подтока веществ. По поймам рек далеко на север заходят многие виды, широко распространенные в более южных регионах, например виды высокотравной эколого-ценотической группы. Так, например, в пойме Вэсакояхи (вблизи Тазовского) встречена *Cacalia hastata* L., а *Veratrum lobelianum* Bernh. распространена в ложбинах Тазовской и Сеяхинской тундр.

В ЯНАО встречаются и другие высокопродуктивные экосистемы. Среди естественных автономных экосистем это ольховники, площади которых активно расширяются последние десятилетия [6], что связано как с потеплением климата, так и снижением антропогенной нагрузки (заготовка на дрова оленеводами). Ивовые кусты на склонах [7], норы животных (песцовые и др.). Среди автономных антропогенных – газоны и заросли кустарников северных городов [8], насы-

пи дорог, брошенные буровые, зарастающие части свалок поселений. Гетерономные высокопродуктивные экосистемы встречены в конусах выноса оврагов, на зарастающих осыпях берегов, по кромкам берегов осушенных озёр, в понижениях микрорельефа заброшенных карьеров. К гетерономным антропогенным можно отнести: шламовые амбары, подтопленные дороги, зоны вдоль трубопроводов. Во всех перечисленных случаях важным фактором роста первичной продуктивности является разрушение подстилок, торфяных горизонтов и мохово-лишайникового покрова, а также замена фоновой растительности на травянистые эксплеренты, кустарники, либо граминоиды, произрастанию которых способствует возросшее плодородие почв и снятие конкуренции со стороны мхов и лишайников.

Дальнейшее развитие территории Ямало-Ненецкого автономного округа, создание программ арктического земледелия и животноводства, озеленение городов и природоохранная деятельность потребует представлений о почвенном разнообразии, а также роли почв в регулировании продукционного процесса растительности и её видового состава. Данный проект призван получить систематическую информацию в первом приближении не только о разнообразии, генезисе и классификации почв, но и об их плодородии, а также устойчивости во времени.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-44-890013-р_а) и Департамента внешних связей Ямало-Ненецкого автономного округа.

Литература

1. Miles V.V., Esau I. Spatial heterogeneity of greening and browning between and within bioclimatic zones in northern West Siberia // Environ. Res. Lett. 2016. Vol. 11, № 11. P. 115002.
2. Biskaborn B.K. et al. Permafrost is warming at a global scale // Nature Communications. 2019. Vol. 10, № 1. P. 264.
3. Babkina E.A. et al. Activation of cryogenic processes in central yamal as a result of regional and local change in climate and thermal state of permafrost // Russian Meteorology and Hydrology. Springer, 2019. Vol. 44, № 4. P. 283–290.
4. Loiko S. et al. Lake Drainage in Permafrost Regions Produces Variable Plant Communities of High Biomass and Productivity: 7 // Plants. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2020. Vol. 9, № 7. P. 867.
5. Nitze I. et al. The catastrophic thermokarst lake drainage events of 2018 in northwestern Alaska: Fast-forward into the future // The Cryosphere Discussions. 2020. P. 1–33.
6. Frost G.V. et al. Patterned-ground facilitates shrub expansion in Low Arctic tundra // Environmental Research Letters. IOP Publishing. 2013. Vol. 8, № 1. P. 015035.
7. Ukraintseva N. et al. Study of Plant-Soil-Permafrost System on Landslide-Affected Slopes Using Geochemical Methods on Yamal, Russia // Landslide Science for a Safer Geoenvironment / ed. K. Sassa, P. Canuti, Y. Yin. Cham: Springer International Publishing, 2014. P. 523–528.
8. Esau I. et al. Trends in normalized difference vegetation index (NDVI) associated with urban development in northern West Siberia // Atmospheric Chemistry and Physics. 2016. Vol. 16, № 15. P. 9563–9577.

Diversity of high productivity ecosystems in the Yamalo-Nenets Autonomous District

S.V. Loiko, S.P. Kulizhsky, A.G. Lim, D.M. Kuzmina, I.V. Kritskov, G.I. Istigichev

Warming of the climate of the Subarctic improves plant growth by increasing temperatures and the availability of nutrients. The Yamal-Nenets District is locat-

ed in the north of Western Siberia. Greening of the vegetation cover associated with warming is observed in many parts of the district. The study of highly productive ecosystems will allow assessing the maximum level of the greening process. We searched for such ecosystems within the district and typed them. It has been established that the largest areas of highly productive ecosystems are located in the riparian zone of streams, river floodplains and depressions of drained thermokarst lakes. Further research on highly productive ecosystems is needed to provide information to experts in natural resource management technologies.

УДК 631.4

Почвенно-продукционный потенциал и эколого-функциональные особенности фосфоритных геосферно-биосферных экосистем Байкальской рифтовой зоны

Н.А. Мартынова

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, natamart-irk@yandex.ru

Рассмотрены экология, функциональные особенности и почвенно-продукционный потенциал уникальных фосфоритоносных геосферно-биосферных экосистем юго-западного Прихубсугулья горной Монголии в аспекте сохранения естественно-исторической биосферы и оптимизации стратегии рационального природопользования в бассейне озера Хубсугул Байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Показано, что на сегодня в исследуемых геосистемах с аномальным содержанием фосфора заметных качественных и количественных отклонений в растительном ярусе не обнаружено. Предотвращение зафосфачивания вод озера и роста ареала рассеивания фосфатных дисперсий, несмотря на сильный боковой сток веществ обеспечивается как карбонатным геохимический барьером вокруг месторождения, так и биогеохимическим барьером – благодаря высокой биологической активности, плодородию и продуктивности биогеоценозов фосфатоносных ландшафтов.

Ключевые слова: *экология почв, фосфоритные ландшафты, биоразнообразие, Хубсугул.*

Северо-западный горный район Монголии (Прихубсугулье) расположен на стыке бореально-таежного и бореально-степного планетарных типов среды Азии. Необходимость оценки экологического состояния геосистем Байкало-Хубсугульского бассейна (БРЗ), как территорий международного наследия, выявления возможных факторов выведения их из состояния природного равновесия при неумеренном антропогенном вмешательстве – заставляют определять функциональные особенности, почвенно-продукционный потенциал, выявлять пределы экологической устойчивости эталонных типов природной среды и экстраполировать их на другие ландшафты. Особый интерес в аспекте сохранения естественного состояния ландшафтов Хубсугульского национального парка и не «зафосфачивания» вод озера Хубсугул при возможности открытой разработки ме-