

Миронычева-Токарева Н.П.¹, Михайлова Е.В.^{1,2}, Вишнякова Е.К.¹

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия
E-mail: nina@issa.nsc.ru; zhenya1579@rambler.ru

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия
E-mail: milek123@mail.ru

ТРАНСФОРМАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА (НА ПРИМЕРЕ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Освоение территории нефтегазовыми предприятиями в последние годы обусловило острую необходимость более полного изучения этого региона, получения новой достоверной информации, отражающей современное состояние исследуемого объекта и позволяющей делать прогноз возможного изменения экологической ситуации под действием природных и антропогенных факторов. Рассмотрены изменения растительного покрова на подтоплениях разного возраста.

Связь между пространственной и временной организацией подтопленных болотных экосистем определяется изменением состава растительного покрова и его проективным покрытием, что служит индикатором изменения среды и может использоваться для мониторинга режима функционирования антропогенно-заболоченных территорий, вызванных строительством дорожного полотна во времени не происходит, так как нарушение стока остается. Преобразования проективного покрытия и видового состава растительных сообществ позволили выделить зоны трансформации видового состава, которые определяются изменением обилия видов кустарничкового яруса, внедрением видов осок и пушиц, характерных для нарушенных местообитаний и выпадением древесного яруса. В мохово-лишайниковом ярусе нарушенных экосистем отмечается выпадение мезофитных видов сфагнума и замена их гидрофитными.

Полученные временные и хронологические характеристики такого сопряженного ряда нарушенных линейными сооружениями лесо-болотных экосистем, степень их нарушенности и их реакцию на колебания гидрологического режима позволяют прогнозировать степень трансформации растительного покрова в условиях интенсивного техногенного воздействия.

Ключевые слова: подтопление, растительность, ареалы трансформации, гидрологический режим.

Западная Сибирь является крупнейшим регионом в мире по масштабу распространения болотных систем на ее территории. Освоение территории нефтегазовыми предприятиями в последние годы обусловило острую необходимость более полного изучения этого региона, получения новой достоверной информации, отражающей современное состояние исследуемого объекта и позволяющей делать прогноз возможного изменения экологической ситуации под действием природных и антропогенных факторов. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений, а также транспортировка нефти – мощный фактор трансформации природных ландшафтов. Самым масштабным проявлением гидролитогенных процессов, вызванных деятельностью человека, является формирование обширных зон подтопления и осушения территорий в результате изменения направления или нарушения поверхностного стока. Эти процессы активизируются при прокладке линейных объектов (автодорог) через болотные комплексы. В настоящее время одной из

важнейших задач природопользования является анализ влияния хозяйственной деятельности человека на окружающую среду на региональном и локальном уровнях. К числу недостаточно изученных вопросов относятся негативные последствия, вызываемые строительством линейных сооружений.

Широко распространены обширные зоны подтопления и осушения экосистем, вызванные нарушением поверхностного стока. Явление подтопления характеризуется повышением уровня подземных вод и увлажнением грунтов зоны аэрации и оказывает разрушающее воздействие на болотные комплексы. Изменение физических и физико-химических свойств подземных вод, преобразование почвогрунтов, видового состава, структуры и продуктивности растительного покрова вызывает трансформацию мест обитания животных [1], [6]. Растительность, является наиболее информативным признаком изменения экосистемы, поэтому оценка трансформации экосистем считается возможной на основе растительной индикации,

закрывающейся в определении уровня техногенного воздействия по изменению отдельных компонентов растительного покрова [2]–[4], [13], [14].

Связь между пространственной и временной организацией подтопленных болотных экосистем определяется изменением состава растительного покрова и его проективным покрытием, что служит индикатором изменения режима функционирования антропогенно-заболоченных территорий, вызванных строительством дорожного полотна. В данной статье представлены результаты анализа данных проективного покрытия различных ярусов растительности в зависимости от уровня антропогенной нарушенности экосистем и выявлены закономерности трансформации растительного покрова при подтоплении.

Объекты и методы исследования

Объектами являлись участки подтоплений, вызванных строительством дорог, пересекающие территории болотных комплексов в различных подзонах таежной зоны Западной Сибири (табл. 1). Степень трансформации растительности определялась методом сравнения фоновой (потенциальной) растительности природных экосистем с растительностью одноранговых экосистем, находящихся под воздействием подтоплений [8]–[9].

При движении по трансекту проводилось детальное ландшафтное описание элементов рельефа, макро– и микропонижений и повышений (гряды и мочажины), с морфологическими характеристиками растительного покрова. Границы подтоплений определялись по отмершим растениям. При движении по маршруту схематически зарисовывался рельеф, на него наносились границы участков подтопления, определялась степень

обводнения. Координаты фиксировались с помощью GPS [5], [7], [11]. Контрольные участки выбирались визуально на сходных элементах рельефа, со схожим строением подстилающих пород и растительностью в пределах одного болотного массива.

При изучении растительного покрова использовались общепринятые в геоботанике методические указания [10]. Проведено обследование 170 подтоплений. Материалом для анализа биоразнообразия служили геоботанические описания на площадках размером 100 м², на которых учитывалось обилие каждого вида в баллах и процентах.

Результаты и обсуждение

Самым масштабным проявлением гидроритогенных процессов является формирование обширных зон подтопления и осушения территорий в результате изменения направления или нарушения поверхностного стока. Эти процессы активизируются при прокладке линейных объектов (автодорог) через болотные комплексы [12].

По уровню вызванных изменений и преобразований растительных сообществ полоса влияния прослеживается на значительные площади, формируя четко выраженные зоны. По степени трансформации растительного покрова выделены ареалы трансформации растительности без учета зоны возможного влияния. Определены 4 варианта распределения ареалов трансформации растительности подтопленной территории (рис. 1 А, Б, В, Г).

Линейные варианты (А, Б) характерны для подтопленных рямовых и грядово-мочажинных комплексов. Радиальный вариант (В) встречается в рямах окруженных минеральными островами или суходолами с близким залеганием грунтовых вод. При перпендикулярном

Таблица 1 – Координаты и растительные сообщества экспериментальных площадок таежной зоны Западной Сибири

Зона и подзона	Координаты	Описание растительности контрольных участков
северная тайга	63,31101° с.ш. 75,51863° в.д.	Сосново-кустарничково-сфагновое сообщество
средняя тайга	61,08403° с.ш. 70,32331° в.д.	Сосново-багульниково-брусничный рям.
южная тайга	56,74583° с.ш. 78,74194° в.д.	Сосново-березово-кустарничковый рослый рям

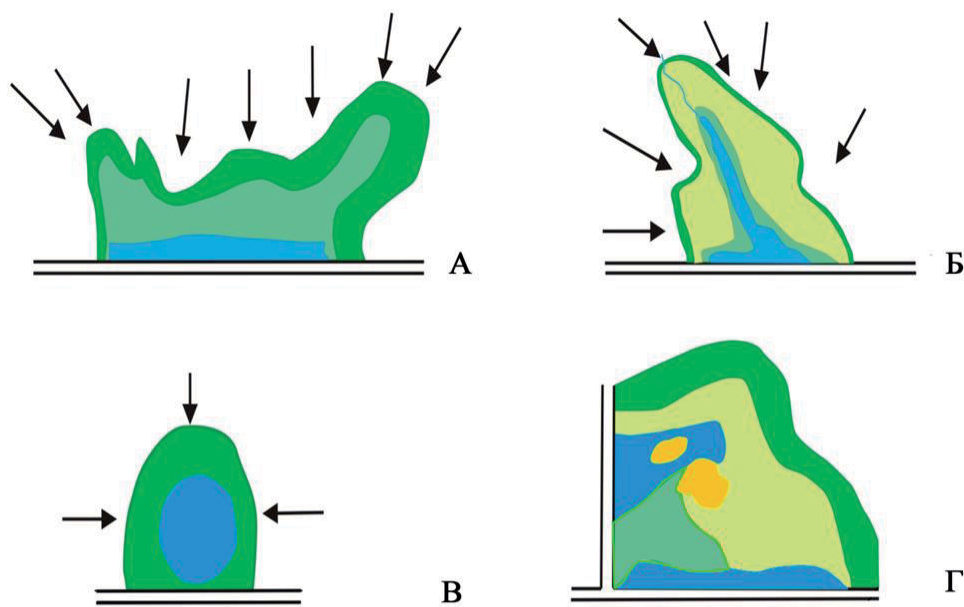
пересечении дорог и неясном стоке образуется неупорядоченное распределение ареалов трансформации (Г).

Проанализировав данные по таежной зоне в целом можно сделать следующие выводы:

Анализ данных по видовому составу растительных сообществ показал, что древесный ярус ненарушенных экосистем в таежной зоне представлен *Bétula péndula* Roth, *Pínus sylvéstris* L., *Pínus sibírica* L., *Pícea obováta* Ledeb и *Lárix sibírica* Ledeb. в угнетенном состоянии и их подростом. При нарушении гидрологического режима на придорожных территориях в северной тайге полностью исчезает *Pícea obováta* Ledeb и *Lárix sibírica* Ledeb., в средней тайге – *Pínus sibírica* L. и *Pícea obováta* Ledeb., в южной – *Pínus sibírica* L. На обводненных участках древесный ярус выпадает полностью и только на периферии при переходе подтопление – контрольный участок встречается подрост березы повислой, сосны сибирской и обыкновенной.

Для всей таежной зоны характерно присутствие в кустарничковом ярусе *Chamaedaphne calyculata* (L) Moench., *Oxycoccus palustris* Pers., *Vaccínium vítis-idaéa* L., *Bétula nána* L., *Andromeda polifolia*. В северной тайге все виды характерные для данного местообитания встречаются на подтоплениях, но в очень угнетенном состоянии. В средней тайге *Vaccínium myrtillus* L. и *Andromeda polifolia* L. погибают при поднятии уровня болотных вод, а в южной исчезает *Vaccínium uliginosum* L. и *Lédum palústre* L.

Травяной ярус очень хорошо развит в околородной части и уменьшается к периферии подтопления. *Carex globularis* L., морошка *Rubus chamaemorus* L. и *Eriophorum vaginatum* L. пушица влагалищная контрольных участков замещаются пушицами *Eriophorum polystachion* L., *E.russeolum* Fries. , *E.gracile* (Koch.) и *E.Scheuchzeri* Норре., а также осоками *Carex cineria* Pall., *C.limosa* L. и *C.vesicaria* L..



Условные обозначения:

Ареалы трансформации растительности:

- - линия стока ■ (blue) - ареал 1 ■ (light green) - ареал 3 ■ (yellow) - ареал 5
- ≡ - дорога ■ (medium green) - ареал 2 ■ (dark green) - ареал 4

Рисунок 1 – Варианты распределения ареалов трансформации растительности при подтоплении болотных экосистем в таежной зоне

Таблица 2 – Сравнительное проективное покрытие растительности по ярусам на исследуемых площадках (%)

Наименование	северная тайга		средняя тайга		южная тайга	
	Ест.	Наруш.	Ест.	Наруш.	Ест.	Наруш.
Деревья	19	4	40	6	42	2
Кустарники	59	20	57	8	81	6
Травы	17	62	44	67	7	48
Мхи	100	85	83	99	100	91
Σ покрытие	195	171	224	180	230	147

В моховом ярусе северотаежной подзоны лишайники, зеленые лесные и сфагновые мхи характерные для рямовых комплексов сменяют мочажинные виды сфагновых мхов – *Sphagnum majus*, *Sphagnum balticum* и *Sphagnum fallax* Klinggr. В средней тайге зеленые и сфагновые рямовые мхи сменяются на *Sphagnum riparium* и *Sphagnum squarrosum*, в южной – сфагны рямового комплекса – *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr и *Sphagnum magellanicum* Brig. сменяются на *Sphagnum balticum*.

Проективное покрытие растительных сообществ по трансекту нарушенных и ненарушенных экосистем имеет следующую структуру (табл. 2).

Суммарное проективное покрытие в естественных экосистемах увеличивается с севера на юг. В северной тайге оно составляет 195%, увеличиваясь в средней тайге до 224%, в южной тайге данная величина составляет 230%. В нарушенных экосистемах такая закономерность не выявляется. В нарушенных экосистемах наибольшая величина проективного покрытия отмечается для экосистем средней тайги (180%), наименьшее – наблюдается на площадках южной тайги (147%).

Наибольшую долю проективного покрытия в естественных экосистемах всех трех подзон составляют мхи (37–51%), второе место занимают кустарнички (25–35%) и наименьшее покрытие регистрируется для травяного яруса, колеблясь в пределах 3–20% в зависимости от подзоны.

В структуру проективного покрытия нарушенных экосистем наибольший вклад, как и в естественных экосистемах, вносят мхи (50–62%). Причем доля этой экологической

группы в структуре проективного покрытия нарушенных экосистем возрастает в сравнении с естественными экосистемами. На втором по значимости месте в структуре занимают травы (33–37%). Вклад остальных биологических групп значительно меньше. Так проективное покрытие кустарничков колеблется в пределах 4–12%, а деревьев вовсе 1–3%.

Заключение

Преобразования проективного покрытия и видового состава растительных сообществ позволили выделить зоны трансформации растительного покрова, которые представлены четырьмя вариантами распределения ареалов растительного покрова подтопленной территории. В целом для таежной зоны выявились общие признаки изменения в растительном покрове болотных экосистем, вызванных подтоплением при строительстве дорог. Выделение зон определялось изменением видового состава растительных сообществ каждого из слагающих его ярусов. Это отмирание древесного яруса, изменение обилия видов кустарничкового яруса, внедрение видов осок и пушиц, характерных для нарушенных местообитаний. В мохово-лишайниковом ярусе нарушенных экосистем отмечается выпадение мезофитных видов сфагнума и замена их гидрофитными.

Полученные характеристики сопряженного ряда нарушенных линейными сооружениями лесо-болотных экосистем, степень их нарушенности и их реакцию на колебания гидрологического режима позволяют прогнозировать степень трансформации растительного покрова в условиях интенсивного техногенного воздействия.

12.09.2017

**Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-55-16007
НЦНИЛа, №16-05-00797 НЦНИЛа).**

Список литературы:

1. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск: Наука. Сиб., 1998. 136 с.
2. Белов А.В., Безрукова Е.В., Соколова Л.П. Эволюционно-динамическое картографирование растительности Сибири для целей прогнозирования методов // География и природ. ресурсы. 2008. № 1. С. 10–21.
3. Гусев А.П. Ландшафтно-экологическая индикация техногенных нарушений лесных геосистем. Гомель, 2000.
4. Канцерова Л.В. Разнообразие и динамика сообществ трансформированных гидроморфных биотопов среднетаежной Карелии : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2012. 23 с.
5. Кузьменко Е.И., Динамическая классификация геосистем для картографирования Ханты-Мансийского округа и прогнозирования экологических рисков в его нефтегазоносных районах, методов // География и природ. ресурсы. 2006. № 4. С. 115–123.
6. Лукин В.Н., Гидрогеология и инженерная геология: Учеб. Пособие. Часть 2. Инженерная геология. М.: Изд-во МГОУ, 2008. С. 156.
7. Миляева Е.В., Махатков И.Д., Ермолов Ю.В., Кирпотин С.Н. Развитие подтоплений вдоль насыпных дорог в условиях лесотундры Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 365. – С. 206–219. – 0,71 / 0,3 п. л.
8. Миляева Е.В., Вишнякова Е.К. Сукцессии растительности болотных экосистем при изменении гидрологического режима. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. Т. 2. Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология: Материалы X Международного научного конгресса. (Новосибирск, 8-18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 161-165.
9. Михайлова Е.В., Махатков И.Д., Миронычева-Токарева Н.П., Коронатова Н.Г. Антропогенная нагрузка на тундровые экосистемы при прокладке линейных сооружений / Интерэкспо Гео-Сибирь-2017 : XIII Междунар. науч. конгр., 17-21 апр. 2017 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Дистанц. методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. - Т. 2. – С. 175-179 .
10. Прокопьев Е.П. Экология растительных сообществ (Фитоценология): Учеб. Томск, 2003. 456 с.
11. Пучкин А.В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов // География и природные ресурсы. 2007. № 4. С. 130–135.
12. Соромотин А.В. Экологические проблемы нефтегазодобычи в Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. 2005. № 3. С. 137–145.
13. Шишконова Е. А., Аветов Н. А., Алексеев Ю. Е., Шведчикова Н. К. Экология представителей семейства Осоковые (Surgaceae) в нарушенных местообитаниях нефтяных месторождений Среднего Приобья / Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2014. - Т. 119, вып. 4. – С. 70-80.
14. Шишконова Е. А., Аветов Н. А., Березина Н. А., Толпышева Т. Ю., Шведчикова Н. К. Проявления регрессивных процессов на болотах южной части природного парка Нумто (Ханты-Мансийский автономный округ – Югра) / Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2016. - Т. 121, вып. 3. – С. 39-50.

Сведения об авторах:

Миронычева-Токарева Нина Петровна, заведующий лаборатории биогеоценологии
Института почвоведения и агрохимии СО РАН, кандидат биологических наук, доцент
E-mail: nina@lssa.nsc.ru

630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 8/2,

Михайлова Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования
Сибирского государственного университета геосистем и технологий,
младший научный сотрудник Института почвоведения и агрохимии СО РАН, кандидат географических наук

E-mail: milekl23@mail.ru

630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10

Вишнякова Евгения Константиновна, младший научный сотрудник лаборатории биогеоценологии
Института почвоведения и агрохимии СО РАН, кандидат биологических наук

E-mail: zhenyal579@rairbler.ru

630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 8/2