



УДК 911.52 (292.511.2)

## **Гидроморфная трансформация лесоболотных экотонов ложбин древнего стока Обь-Томского междуречья**

А. А. Беленко, А. А. Синюткина

*Сибирский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства и торфа (филиал Сибирского федерального  
научного центра агробиотехнологий РАН)  
Национальный исследовательский Томский государственный университет*

**Аннотация.** Представлены результаты изучения гидроморфной трансформации геосистем в зоне влияния болотного массива в пределах ложбины древнего стока Обь-Томского междуречья. Объектом исследования является ключевой участок, расположенный в пределах ложбины древнего стока, освоенной р. Кисловкой (левый приток р. Томи), включающей травяное переходное болото площадью 0,2 км<sup>2</sup> и окружающий его лесоболотный экотон. Определение степени гидроморфной трансформации геосистем лесоболотных экотонов выполнено на основе анализа характеристик почвенного профиля, уровня залегания грунтовых вод, видового состава растительных сообществ с использованием метода ландшафтного профилирования. На основании полученных данных полевых исследований на территории ключевого участка выделены зоны потенциального заболачивания, каждой из которых соответствует начальная, средняя и сильная степень гидроморфной трансформации геосистем. Выявлены закономерности изменения свойств почвенного и растительного покрова от уровня грунтовых вод и уклона поверхности. Зона интенсивного заболачивания протяженностью 10 м, соответствующая нижней части склона гривы с уклоном поверхности около 3 %, характеризуется высоким уровнем грунтовых вод (0,2 м ниже поверхности) и началом процесса торфообразования (мощность торфа 0,15 м). Зона сопряжения протяженностью 20 м соответствует склону гривы с уклоном поверхности около 5–6 %. В пределах зоны происходит понижение уровня грунтовых вод при удалении от болота с 0,8 до 1,15 м. Нейтральная зона соответствует верхней выровненной части гривы с низким уровнем грунтовых вод (более 2,5 м) и уклоном поверхности 1,5 %. Полученные данные могут быть использованы для построения карт потенциального заболачивания на основе экстраполяции данных на обширные территории при условии однородности климатических и литолого-геоморфологических условий, ландшафтной структуры и размеров болотного массива.

**Ключевые слова:** заболачивание, ландшафтное профилирование, уклон поверхности, почвенная катена, Томская область, болото.

### **Введение**

Болотные геосистемы играют ключевую роль в динамике глобального цикла углерода и оказывают значительное влияние на региональные климатические процессы [3; 22], что делает актуальным изучение состояния, ди-

намики болот, а также гидроморфной трансформации прилегающих к ним территорий в регионах, отличающихся значительной заболоченностью, к каким относится таежная зона Западно-Сибирской равнины. Широкое развитие здесь процессов заболачивания в условиях избыточного увлажнения и практически плоского рельефа, обширность и труднодоступность болот определяют необходимость моделирования и прогнозирования процессов заболачивания с использованием данных дистанционного зондирования Земли, карт четвертичных отложений, геоморфологических карт и последующей экстраполяцией полученных данных полевых исследований типичных участков лесоболотных экотонов на значительные территории. Для построения подобного рода моделей должны быть накоплены фактические данные комплексного полевого изучения гидроморфной трансформации геосистем лесоболотных экотонов, выявлены закономерности развития болотообразовательного процесса в зависимости от геоморфологических особенностей территории, определяющих скорость заболачивания поверхности.

Значительный вклад в исследование процессов заболачивания в зависимости от геоморфологических особенностей территории внесен В. А. Коломыцевым [9; 10], которым введено понятие потенциальной энергии заболачивания. Этот показатель диагностирует возможность развития болотообразовательного процесса в зависимости от уклона поверхности, т. е. чем круче склоны, на которых сформированы заболоченные земли и болота, тем выше энергия этого процесса. В. А. Коломыцев использовал предложенную методику для оценки процессов заболачивания Карелии. В результате исследований им впервые была выявлена зависимость крутизны склонов поверхностей болот от фоновых значений для незаболоченных территорий. Подобные комплексные исследования с использованием методов ландшафтного (физико-географического) профилирования выполнены Г. В. Шипковой, М. И. Мартыновым, Ю. А. Федоровым и др. [21] на территории Полистово-Ловасткой болотной системы (Псковская область) для оценки современного состояния, динамики и процессов, протекающих в экосистеме верхового болота. Профилирование проводилось по классической методике через неровности рельефа, сочетания различных типов почвенных условий и растительных сообществ. На ключевых участках фиксировались состояние и динамика природных комплексов, лесотаксационные характеристики (высота, диаметр, возраст, бонитет, полнота, жизненное состояние и пр.), а также экологические нарушения (ветровал, сухостой, пожар, антропогенные воздействия); далее были выявлены закономерности протекания природных процессов. Кроме того, И. И. Мамай [12] выполнено детальное ландшафтное профилирование болот с целью изучения естественного хода процессов заболачивания и формирования морфологической структуры антропогенно измененных болот Мещеры.

Полевые исследования непосредственно лесоболотных экотонов ограничены и проведены на локальных территориях с использованием частных методов. А. Н. Ивановым [7] выполнены полустационарные исследования в лесоболотных экотонах центральной Мещеры с использованием экологи-

фитоценотического подхода. Выявлены зависимости взаимоотношения леса и болота, определяющиеся характером ландшафтной структуры территории, отмечено интенсивное заболачивание территории. Изучение процессов заболачивания территории через оценку почвенного профиля проведено Г. В. Добровольским, Н. О. Ковалевой, И. В. Ковалевым [4], при этом индикаторами интенсивности почвенных процессов являются почвенные новообразования. Н. А. Черновой, Н. Н. Пологовой, Н. В. Климовой [20] с использованием эколого-фитоценотического подхода исследованы автоморфные и заболоченные леса в зоне влияния водораздельных болот на суходольные ландшафты центральной части Васюганской равнины. Проведена оценка пространственно-временной динамики лесоболотных экотонов по изменению обилия лесных и болотных видов травянистых сосудистых растений и моховидных, а также по соотношению мелколиственных и светловойных пород в составе древостоя. А. М. Перегон [15] выполнены исследования по выявлению закономерностей процессов заболачивания в пределах юга таежной зоны Западной Сибири (подзона мелколиственных лесов) на основе сопряженного анализа геоботанических и почвенных исследований, выявлено влияние почвенных и геоморфологических условий на направленность и интенсивность процесса болотообразования. Изучение процессов гидроморфной трансформации почвенного покрова ложбин древнего стока Обь-Томского междуречья проведено А. Г. Дюкаревым, Н. Н. Пологовой [5]. Таким образом, к настоящему времени накоплен определенный объем информации, характеризующий состояние, свойства и динамику отдельных компонентов болот и лесоболотных экотонов, ландшафтную структуру болот и прилегающих к ним суходольных лесов; отдельные исследования посвящены выявлению закономерностей развития болотообразовательного процесса от геоморфологических особенностей территории. Исследования носят частный характер, а проблема гидроморфной трансформации геосистем является наиболее изученной для европейской части России, и вопрос оценки состояния и динамики геосистем лесоболотных экотонов таежной зоны Западно-Сибирской равнины остается открытым.

Проведенные ранее изыскания с использованием методов геоинформационного моделирования [17] и обзорных ландшафтных исследований [1] позволили выявить значительные различия в степени заболоченности, преобладающих видах, особенностях морфологической структуры болотных фаций и потенциальной опасности заболачивания прилегающих к болотам земель в пределах разных геоморфологических уровней, отличающихся гидрогеологическими и литолого-геоморфологическими условиями, что делает необходимым изучение состояния и динамики болот и лесоболотных экотонов для каждого геоморфологического уровня в отдельности.

Целью данной работы является оценка гидроморфной трансформации геосистем лесоболотных экотонов ложбин древнего стока Обь-Томского междуречья и выявление закономерностей их развития в зависимости от геоморфологических особенностей территории.

### Объект

Обь-Томское междуречье в геолого-геоморфологическом отношении является денудационно-аккумулятивной озерно-аллювиальной равниной эоплейстоцен-среднеоплейстоценового возраста. Площадь междуречья в пределах Томской области составляет 3,6 тыс. км<sup>2</sup>. Водораздельную равнину пересекают ложбины древнего стока средне-позднеоплейстоценового возраста с высотными отметками 120–140 м, протягивающиеся в виде почти параллельных полос шириной 2,5–10 км с северо-востока на юго-запад и занимающие около 10 % площади междуречья (400 км<sup>2</sup>). Образование ложбин стока происходило в умеренных климатических условиях при массовом таянии ледников, располагавшихся восточнее и севернее территории Томской области. Кратковременные потоки поверхностных вод выработали глубокие ящикообразные русла в эоплейстоценовых отложениях кочковской и нижне-среднеоплейстоценовых отложениях федосовской свит и заполнили их глинисто-песчано-гравийным материалом. Для отложений ложбин стока характерна слоистость, средняя мощность отложений составляет 10–15 м [6; 14; 19]. Рельеф ложбин стока неоднороден: наиболее характерны гривы, встречаются плосковолнистые участки. Гривы, как правило, вытянуты параллельно бортам ложбин, высота грив варьирует от 3 до 15 м, ширина от 100 до 1000 м. Понижения между гривами часто заболочены [11]. Климат территории континентальный и формируется под отепляющим влиянием рек Оби и Томи. Среднегодовая температура составляет 0,6 °С. Среднегодовое количество осадков – 617 мм, из них 300–350 мм выпадает в жидком виде [8; 11]. Для ложбин стока, сложенных преимущественно песками, отмечено широкое распространение альфегумусовых подзолов, реже дерново-подзолов, обеспечивающих формирование высокобонитетных сосняков [5]. При незначительных размерах и однородной пространственной структуре самих болот, они окружены контрастной полосой лесоболотного экотона, в котором на незначительном протяжении выражены зоны, в разной степени подверженные влиянию болота от гидроморфных хвойных моховых до суходольных мелколиственных злаковых лесов. Высокая контрастность ландшафтной структуры лесоболотного экотона определяется быстрой сменой геоморфологических условий местности, поэтому их можно изучать как наглядные модели, отражающие ход развития болотных геосистем в зависимости от формы минерального дна, уклона местности, положения зеркала грунтовых вод в пределах прилегающих к болоту лесов, состава подстилающих пород.

Объектом исследования является ключевой участок, расположенный в пределах ложбины древнего стока, освоенной р. Кисловкой (левый приток р. Томи), включающей травяное переходное болото площадью 0,2 км<sup>2</sup> и окружающий его лесоболотный экотон (рис. 1). Болото является типичным для межгривных понижений ложбин древнего стока и принято за модельный объект для изучения процессов гидроморфной трансформации геосистем лесоболотных экотонов рассматриваемой территории.

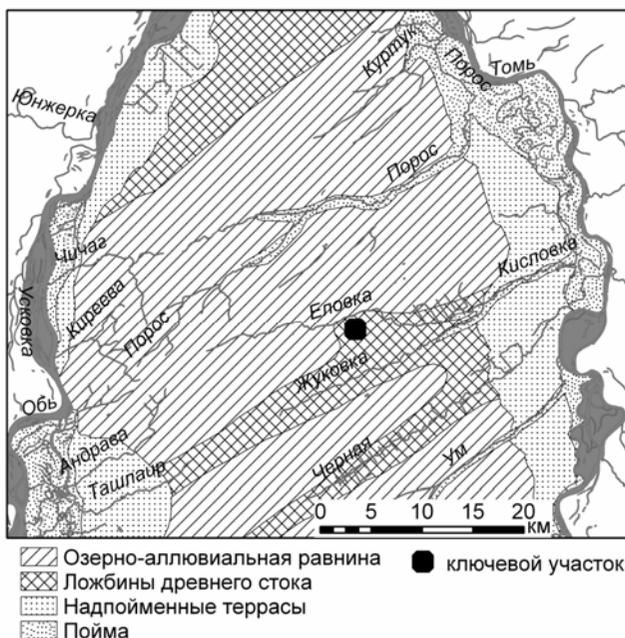


Рис. 1. Схема расположения объекта исследования [14]

### Методы

Оценка состояния и степени гидроморфной трансформации лесоболотного экотона проведена с использованием метода ландшафтного профилирования. Метод ландшафтного профилирования заключался в выполнении инструментальной нивелирной и тахеометрической съемки поверхности для составления гипсометрической линии профиля и проведения ландшафтных описаний на точках в пределах болот и прилегающих к ним лесах. Ландшафтные исследования на точках выполнены по методикам [2; 16; 18] и включают в себя описание микрорельефа, растительности, определение типа и мощности торфяной залежи, описание почвенных профилей в лесоболотных экотонах с использованием морфогенетического метода. Определение гранулометрического состава выполнено по органолептическим показателям в полевых условиях по методу Н. А. Качинского. Проведена привязка гипсометрического профиля к средней поверхности болота / заболоченного леса и уровню болотных вод, что позволило исключить погрешность, вносимую высокими значениями колебаний высот микрорельефа, характерными для большинства гидроморфных геосистем. Выявление средней поверхности болота выполнено, согласно наставлениям гидрометрическим станциям и постам [13], с помощью метода линейной таксации на каждой пикетной точке нивелирного хода. Построение гипсометрического профиля минерального дна болота проведено с использованием данных зондировки торфяной залежи на каждой пикетной точке гипсометрического профиля. Уклон поверхности / минерального дна болота рассчитан на основе инструментальной съемки рельефа и определялся как  $\text{tg } \alpha \times 100 \%$ , где  $\alpha$  – угол наклона поверхности / минерального дна болота.

Определение степени гидроморфной трансформации геосистем лесоболотных экотонных выполнено на основе анализа характеристик почвенного профиля – глубины и степени проявления силикатных форм железа как показателей постоянного переувлажнения в зоне влияния болотного массива, индикация наличия и форм типоморфных элементов, в частности соединений железа и марганца, выделяемых среди других элементов как наиболее чутко реагирующие на изменения окислительно-восстановительных условий, которые в свою очередь являются следствием влажности почвы; уровня залегания грунтовых вод, видового состава растительных сообществ. На основании используемых методик и полученных полевых данных на территории ключевого участка выделены зоны потенциального заболачивания, каждой из которых соответствует начальная, средняя и сильная степень гидроморфной трансформации геосистем.

Ландшафтный профиль общей протяженностью 200 м расположен в направлении от суходольного леса к центральной части болота перпендикулярно по отношению к простирающему межгрядовому понижению ложбины древнего стока (рис. 2). На протяжении профиля проведено описание трех почвенных разрезов на расстоянии 15, 20, 60 м и прикопки на расстоянии 5 м от границы болота в пределах лесоболотного экотона, выполнено восемь ландшафтных описаний на пикетных точках гипсометрического профиля. Кроме того, проведены ландшафтные описания доминантных фаций в пределах изучаемой территории.

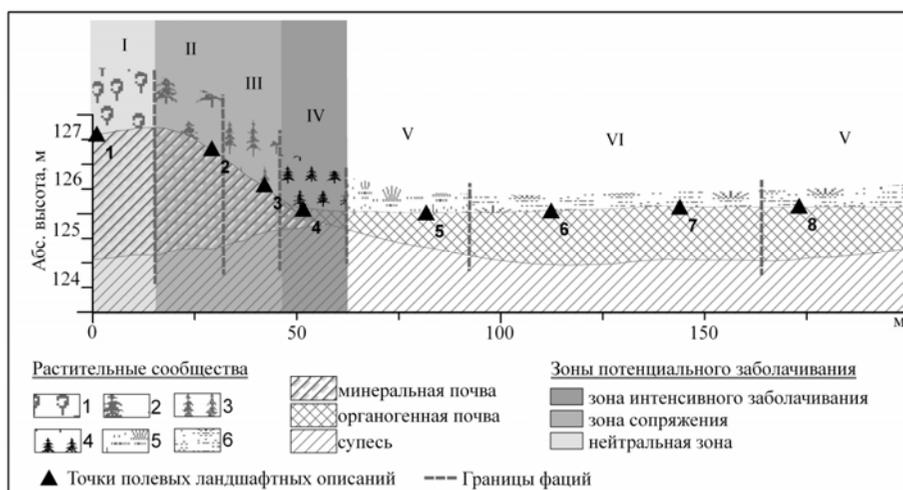


Рис. 2. Ландшафтный профиль переходного болота в бассейне р. Кисловки.

I–VI фации: I – вершина гряды с сосново-березовым разнотравным лесом на светлосерой лесной сильнооподзоленной почве; II – склон гряды с березово-сосновым кустарничковым лесом на серой лесной сильнооподзоленной почве; III – склон гряды с березово-сосновым кустарничковым травяно-гипновым лесом на серой лесной глубокоподзолистой почве; IV – склон гряды с березово-сосновым травяно-сфагновым заболоченным лесом на болотно-подзолистой почве; V – межгрядовое понижение с березово-травяным болотом на переходной болотной почве; VI – межгрядовое понижение с травяным болотом на переходной болотной почве

### Результаты

Переходное болото имеет однородную ландшафтную структуру с доминированием травяных фаций в растительном составе. Проективное покрытие древесного яруса из сосны и березы в пределах изучаемого профиля понижается от окраинной части болота к центру с 20 до 5 %, высота деревьев, соответственно, изменяется от 2 до 0,5 м. Древесный ярус находится в угнетенном состоянии, сомкнутости не образует. Травяной ярус из осоки и пушицы занимает 90 % поверхности болота. Гипновые мхи с проективным покрытием не более 10 % распространены на повышениях микрорельефа. Мощность торфяной залежи увеличивается от окраинной части к центру болота с 0,8 до 1,1 м, сложена осоково-сфагновым переходным торфом. На гипсометрическом профиле центральная часть болота с травяной растительностью соответствует участку с уклоном поверхности 0,13 % и уклоном минерального дна 0,10 %, в окраинной части болота с березово-травяной растительностью уклон поверхности увеличивается до 0,19 % и минерального дна до 1,83 %. Наблюдается понижение уровня болотных вод от центра болота к его окраинам от 0 см до –10 см относительно средней поверхности болота.

В пределах лесоболотного экотона на основе анализа изменения степени гидроморфной трансформации геосистем выделены три зоны потенциального заболачивания – зона интенсивного заболачивания, зона сопряжения и нейтральная зона.

Зона интенсивного заболачивания включает в себя березово-сосновый травяно-сфагновый заболоченный лес (фация IV), развивающийся на сильно обводненных болотно-подзолистых почвах, сформированных на легких песчано-супесчаных и легкосуглинистых отложениях. Значительная обводненность при легком гранулометрическом составе обусловлена притоком болотных вод, формирующих дополнительное увлажнение и, как следствие, повышение уровня зеркала грунтовых вод. Полоса заболоченного леса пролегает вдоль болота шириной не более 10–15 м. Древесный ярус с сомкнутостью крон 0,25 состоит из сосны и березы. Сосна высотой 11 м находится в удовлетворительном состоянии, отмечено интенсивное возобновление сосны и появление кедра в подросте. Береза высотой 7 м характеризуется угнетенным состоянием, около половины стволов сухие, в ярусе подроста экземпляры березы отсутствуют. Проективное покрытие травяным ярусом составляет 40 %, на повышениях микрорельефа распространены злаки, в понижениях встречается пушица. Сфагновый мох занимает 60 % поверхности. Торфяная залежь мощностью 0,15 м сложена древесно-сфагновым торфом с высокой степенью разложения. Уклон современной поверхности заболоченного леса составляет около 2,5 %, уклон минерального дна – 3,5 %. Уровень болотных вод на момент наблюдения составил –20 см относительно средней поверхности болота (табл.).

Таблица

## Характеристика почвенных разрезов ключевого участка

Зоны потенциального заболачивания	Расстояние от болота, м	Номер фации	Растительность	Почва	УГВ/УБВ, см	Гранулометрический состав	Степень гидроморфной трансформации
1. Зона интенсивного заболачивания	5	IV	Березово-сосновый травяно-сфагновый заболоченный лес	Болотно-подзолистая	20	–	Сильная
2. Зона сопряжения	15	III	Березово-сосновый кустарничковый травяно-гипновый лес	Серая лесная глубокоподзолистая	70	Легкий	Средняя
	25	II	Березово-сосновый кустарничковый лес	Серая лесная сильно-оподзоленная	113	Легкий	Средняя
3. Нейтральная зона	60	I	Сосново-березовый разнотравный лес	Светло-серая лесная сильнооподзоленная	Глубже 200	Легкий	Начальная

Зона интенсивного заболачивания сменяется зоной сопряжения (фации II–III), соответствующей склону гривы с березово-сосновым лесом, на удалении 10 м от границы болота. Уклон поверхности колеблется в пределах 5–6 %. Древесный ярус высотой 12–13 м с сомкнутостью крон 0,4 в удовлетворительном состоянии. Наблюдается интенсивное возобновление древесного яруса и смена березовой растительности на хвойную, проявляющаяся в усыхании взрослых экземпляров березы и ее отсутствии в ярусе подроста. Среди кустарничков широко распространена черника с проективным покрытием около 70 %. Проективное покрытие травяным ярусом преимущественно из злаков увеличивается вниз по склону с 10 до 40 %. В нижней части склона отмечено появление влаголюбивых видов – гипновых мхов, папоротника, что связано с повышением уровня грунтовых вод с 115 до 80 см ниже поверхности.

Для почвенного разреза в нижней части склона гривы (фация III) на серой глубокоподзолистой почве характерно наличие сильно оподзоленного гумусового горизонта мощностью 2–3 см, глубже которого расположен иллювиальный горизонт мощностью 10 см. В нем присутствуют новообразования окиси железа в форме пропитки, горизонт не сцементирован. До глубины 53 см выделяется наиболее осветленный во всем профиле горизонт, в котором отмечено наличие типоморфных элементов в иллювиальном профиле, как правило, характерное для почв легкого гранулометрического состава. Соединения железа и марганца в форме конкреций рассеяны по всему горизонту от мелких и уплотненных до более крупных единичных, в частности марганцевых диаметром до 1 см. Глубже в профиле появляется значительное количество тонких вертикальных языков окисного железа, свидетельствующих о динамичных окислительно-восстановительных условиях в границе влияния грунтовых вод, вскрывающихся на уровне 70 см. В целом на интенсивность протекания заболачивания указывает усиление оподзоливания и начало торфонакопления (см. табл.).

В верхней части склона гривы (фация II) распространена серая лесная сильно оподзоленная почва (см. табл.). На поверхности почвы имеется маломощный опад, состоящий преимущественно из хвои, под которым формируется среднеразложившаяся и густо пронизанная корнями подстилка торфянистого типа. Под ней развит маломощный (3–4 см) и сильно оподзоленный гумусовый горизонт. На границе перехода гумусового горизонта к иллювиальному появляются новообразования оксида железа в форме мелких пятен и языков, постепенно концентрируясь вниз по профилю, где на глубине 40 см наблюдается их максимальное содержание. Также этот горизонт наиболее осветленный в профиле, что свидетельствует о его интенсивном вымывании. Новообразования окисных форм железа прослеживаются по всему профилю в форме пятен, вертикальных прожилок и слабо сцементированных ортштейнов с формированием слабо заметных прослоев в нижней его части на 105 см. Грунтовые воды залегают на глубине 113 см. Наличие полюс окисного железа у поверхности зеркала грунтовых вод дает основание полагать об их сезонной динамике и длительном застое на границе 105 см.

В целом участок березово-соснового леса, соответствующий зоне сопряжения, характеризуется средней степенью заболачивания, проявляющегося в основном в значительном оподзоливании всего профиля, выраженном за счет смены доминантов древесного яруса, и образованием специфического подстилочного горизонта торфянистого типа, формированием ортзандовой прослойки с сегрегацией железистых конкреций, а также присутствием гидрофильной растительности.

Верхнюю выровненную часть гряды с уклоном поверхности около 1,5 % занимает сосново-березовый разнотравный лес (фация I). Рассматриваемый участок соответствует нейтральной зоне потенциального заболачивания, расположенной в 30 м от границы болота. Сомкнутость крон составляет 0,4, состояние древесного яруса удовлетворительное, средняя высота деревьев 12–15 м. Отмечено интенсивное возобновление древесного яруса. Проективное покрытие кустарничково-травяным ярусом с преобладанием черники и злаков составляет 90 %. Влаголюбивые виды и моховая растительность отсутствуют, что связано с положением участка вне зоны влияния болотного массива. Почвы сформированы на легких по гранулометрическому составу породах (см. табл.). Типологические данные почвы относятся к светлосерым лесным сильнооподзоленным почвам. На поверхности почвы присутствует уплотненная маломощная слаборазложившаяся подстилка. Имеется маломощный сильно оподзоленный гумусовый горизонт мощностью около 7–10 см. Отличительными особенностями профиля является его оподзоленность по всей глубине. Интенсивность оподзоливания различна – от мелкокристаллической формы в верхних горизонтах до белесых пятен различного диаметра и языков, присутствующих в нижележащих горизонтах. В профиле почвы отсутствуют новообразования карбонатов кальция в какой-либо форме, что дает основание полагать, что заболачивание происходит неминерализованными железистыми грунтовыми водами. Профиль имеет охристый оттенок, появление в профиле окиси железа в качестве новообразований отмечено с глубины 80 до 140 см в форме пятен и ортштейнов разного диаметра. На глубине 140 см выделен цементированный горизонт – ортзанд, на границе которого с вышележащим горизонтом имеются пятна глея, сформированного по окантовке отмерших крупных корней, причем первичная окантовка из глинистых отложений, вероятно, привнесенных с верхних горизонтов нисходящим током влаги, затем слой песка сизого цвета, который обрамлен цементированным образованием окисного железа. Важным индикационным показателем является наличие в почвенном профиле новообразований марганца в конкреционной форме. Новообразование марганцевых конкреций характерно для почв с временным избыточным увлажнением. Уровень залегания грунтовых вод глубже 2 м.

Для сосново-березового разнотравного леса характерно периодическое подтопление с естественной устойчивостью почв без развития процесса заболачивания. Периодичность подтопления проявляется в формировании дополнительного водоупора – ортзандового горизонта, над которым развивается оглеение, выраженное в настоящий момент лишь обособленными, но

значительными пятнами на границе контакта застоя почвенно-грунтовых вод, интенсивного оподзоливания, и сегрегации типоморфных элементов в конкреционной форме.

### **Выводы**

Таким образом, в пределах рассматриваемого ключевого участка, расположенного в ложбине стока (бассейна р. Кисловки), наблюдается закономерная смена геосистем от болота к суходольному лесу, определяющаяся, главным образом, характером рельефа понижения минерального дна болота и прилегающих к болоту лесов. Зона влияния болота распространяется на расстояние 30 м от его границы, а ее ширина определяется уклоном поверхности, превышением местности над уровнем болотных и грунтовых вод.

Растительный покров лесоболотного экотона отличается высокой контрастностью. При удалении от болота отмечена смена доминантов древесного яруса с сосны на березу, увеличение высоты деревьев с 7 до 15 м. В зоне сопряжения отмечено единичное появление гидрофильной растительности – мхов, папоротника, болотных кустарничков и увеличение их проективного покрытия в зоне интенсивного заболачивания до 60–70 %.

В целом для почвенного покрова лесоболотного экотона при приближении к болоту характерно уменьшение гумусового горизонта, развитие торфянистой подстилки, увеличение ее мощности с последующим развитием торфяного горизонта, повышение уровня грунтовых вод, общее усиление обводненности почвенного профиля, прогрессирование процесса оподзоливания и увеличение глубины подзолистого горизонта. Важным показателем гидроморфной трансформации почв является образование в профиле индикационных железисто-марганцевых новообразований в конкреционной форме с увеличением доли последних к нижней части склона с постепенным формированием самостоятельного ортзандового горизонта, спровоцированное изменением водно-воздушного режима почв или отдельных почвенных горизонтов, в частности в зоне контакта грунтовых вод, вероятным подпором их со стороны болотных вод.

По результатам оценки гидроморфной трансформации лесоболотных экотонов ложбин древнего стока Обь-Томского междуречья на примере ключевого участка в бассейне р. Кисловки выделены три зоны потенциального заболачивания. Зона интенсивного заболачивания протяженностью 10 м, соответствующая нижней части склона гривы с уклоном поверхности около 3 %, характеризуется высоким уровнем грунтовых вод (0,2 м ниже поверхности) и началом процесса торфообразования (мощность торфа 0,15 м). Зона сопряжения протяженностью 20 м соответствует склону гривы с уклоном поверхности около 5–6 %. В пределах зоны происходит понижение уровня грунтовых при удалении от болота с 0,8 до 1,15 м. Нейтральная зона соответствует верхней выровненной части гривы с низким уровнем грунтовых вод (более 2,5 м) и уклоном поверхности 1,5 %.

Проведенные исследования позволили выявить зависимость степени гидроморфной трансформации геосистем от уклона поверхности и расстояния от болотного массива при поверхностном заболачивании на легких пес-

чанных отложениях ложбин древнего стока. Полученные данные могут быть использованы для построения карт потенциального заболачивания на основе экстраполяции данных на обширные территории при условии однородности климатических и литолого-геоморфологических условий, ландшафтной структуры и размеров болотного массива.

#### Список литературы

1. *Беленко А. А.* Демаркационное развитие геосистем лесоболотной полосы в разных геологических условиях // Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири : материалы Третьей Междунар. науч.-практ. конф. – Томск, 2015. – С. 50–54.
2. *Беручаивили Н. Л.* Методы комплексных физико-географических исследований / Н. Л. Беручаивили В. К. Жучкова. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 320 с.
3. *Глаголев М. В.* Летне-осенняя эмиссия CH<sub>4</sub> естественными болотами Томской области и возможности ее пространственно-временной экстраполяции / М. В. Глаголев, Н. А. Шнырев // Вестн. МГУ. Сер. Почвоведение. – 2008. – № 2. – С. 24–36.
4. *Добровольский Г. В.* Роль почвенных новообразований в иммобилизации углерода, азота и фосфора в почвах начальных стадий заболачивания / Г. В. Добровольский, Н. О. Ковалева, И. В. Ковалев // Докл. по экол. почвоведению. – 2006. – № 1, вып. 1. – С. 119–131.
5. *Дюкарев А. Г.* Почвы Обь-Томского междуречья / А. Г. Дюкарев, Н. Н. Пологова // Вестн. ТГУ. Сер. Биология. – 2011. – № 3 (15). – С. 16–37.
6. *Евсеева Н. С.* Современный морфолитогенез юго-востока Западно-Сибирской равнины / Н. С. Евсеева. – Томск : Изд-во НТЛ, 2009. – 484 с.
7. *Иванов А. Н.* Болотные геосистемы Центральной Мещеры и их взаимоотношения с прилегающими территориями // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. – М., 1999. – С. 50–52.
8. *Климат Томска* / под ред. С. Д. Кошинского [и др.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 175 с.
9. *Коломыцев В. А.* Болотообразовательный процесс в среднетаежных ландшафтах Восточной Фенноскандии / В. А. Коломыцев. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 1993. – 173 с.
10. *Коломыцев В. А.* Ландшафтно-экологические исследования структуры и динамики заболоченности Карелии // Тр. Карел. науч. центра РАН. – 2004. – Вып. 6. – С. 27–41.
11. *Ландшафты болот Томской области* / под ред. Н. С. Евсеевой. – Томск : Изд-во НТЛ, 2012. – 400 с.
12. *Мамай И. И.* Ландшафты Рязанской Мещеры и их происхождение / И. И. Мамай, Г. Н. Анненская // Природные условия и ресурсы Мещеры, их мелиорация и использование. – М., 1980. – С. 1–13.
13. *Наставления гидрометеорологическим станциям и постам.* Вып. 8. Гидрометеорологические наблюдения на болотах. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 360 с.
14. *Отчет геологической доизученности площади листа О-45-31 масштаба 1:200 000.* Кн. 1. – Томск, 2005. – 283 с.
15. *Перегон А. М.* Периферическое заболачивание на юге таежной зоны Западной Сибири : дис. ... канд. биол. наук / А. М. Перегон. – Новосибирск, 2005. – 160 с.
16. *Розанов Б. Г.* Морфология почв : учебник / Б. Г. Розанов. – М. : Акад. проект, 2004. – 432 с.

17. Синюткина А. А. Особенности формирования пространственной структуры болотных геосистем Томской области в пределах разных геоморфологических уровней // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2014 – Т. 16, № 1(4). – С. 1028–1033.
18. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения / С. Н. Тюремнов. – М. : Недра, 1976. – 487 с.
19. Формирование и эксплуатация подземных вод Обь-Томского междуречья / В. К. Попов, В. А. Коробкин, Г. М. Рогов, О. Д. Лукашевич, Ю. Ю. Галямов, Б. И. Юргин, В. В. Золоторева. – Томск : Изд-во Том. гос. архитектур.-строит. ун-та ; Печат. мануфактура, 2002. – 143 с.
20. Чернова Н. А. Заболачивание лесов на Васюганской равнине / Н. А. Чернова, Н. Н. Пологова, Н. В. Климова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 3, № 4. – С. 65–69.
21. Экспедиционные исследования в Полистово-Ловатской болотной системе / Г. В. Шипкова, М. И. Мартынова, Ю. А. Федоров, М. С. Яблоков, К. И. Фурман // Современ. проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 370.
22. Le Mer J. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils / J. Le Mer., P. Roger // A review. Eur. J. Soil Biol. – 2001. – N 37. – P. 25–50.

## **Hydromorphous Transformation of Mire and Forest Ecotones of Ancient Ravines in Ob-Tom Interfluve**

A. A. Belenko, A. A. Sinyutkina

*Siberian Research Institute of Agricultural and Peat*

*(Branch of Siberian Federal Scientific Centre of Agricultural Biotechnology)*

*National Research Tomsk State University*

**Abstract.** Mires are unique natural territorial complex that are widespread around the world and in particular in Western Siberia. Mires have a negative impact on land cover of neighboring territory reflected in the rise in groundwater levels and frequently the development process of waterlogging. A certain amount of information at field of investigation of the state, properties and dynamics of the individual components of mires and forest mire ecotones, landscape structure of wetlands and adjacent forests were got by now. Some studies devoted to identifying patterns of development mire creation process from the geomorphological features of the territory. Studies have private character, and the problem of the transformation of hydromorphic geosystems is best studied for the European part of Russia and the question of assessment of the state and dynamics of forest and mire ecotones geosystems of taiga zone of the West Siberian is still poorly understood. The article presents the results of the study of hydromorphic transformation of geosystems in the zone of influence of mire within the ancient ravines Ob-Tom interfluve. Based on analysis of data of field landscape studies, tachymetry of mire and the neighboring bog forest in boundaries of forest mire ecotones were identified three model site with areas of potential waterlogging depending on the degree hydromorphic transformation of geosystems. The regularities of the changes of the soil and vegetation properties from the level of groundwater and surface slope are found. The zone of intensive bogging length of 10 m, corresponding to the lower part of the slope surface of the mane with a slope of about 3 %, is characterized by a high water table (0,2 m below the surface) and the beginning of peat formation process (the thickness of the peat layer is 15 m). The

interaction zone of a length of 20 m corresponds to the slope of the mane from the surface gradient of about 5–6 %. Within the zone, there is decrease of the groundwater level away from the mire to forest from 0,8 to 1,15 m. The neutral zone corresponds to the upper lined part of the mane with a low water table (over 2,5 m) and a slope surface of 1,5 %. The data obtained can be used to construct maps of a potential waterlogging based on data extrapolation to large areas, subject to the uniformity of climatic, lithological and geomorphological conditions, landscape structure and mire sizes.

**Keywords:** waterlogging, landscape profiling, surface slope, soil sequence Tomsk Region, mire.

*Беленко Алексей Александрович  
младший научный сотрудник  
Сибирский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства  
и торфа (филиал Сибирского  
федерального научного центра  
агробиотехнологий РАН)  
634050, г. Томск, ул. Гагарина, 3  
тел.: (3822) 52-75-41  
Национальный исследовательский  
Томский государственный университет  
634050, г. Томск, ул. Ленина, 36  
тел.: (3822) 52-97-49  
e-mail: valenso77@mail.ru*

*Belenko Aleksey Aleksandrovich  
Researcher  
Siberian Research Institute of Agricultural  
and Peat (Branch of Siberian Federal  
Scientific Centre of Agricultural  
Biotechnology)  
3, Gagarina st., Tomsk, 634050  
tel.: (3822) 52-75-41  
National Research Tomsk State University  
36, Lenin st., Tomsk, 634050  
tel.: (3822) 52-97-49  
e-mail: valenso77@mail.ru*

*Синюткина Анна Алексеевна  
кандидат географических наук  
старший научный сотрудник  
Сибирский научно-исследовательский  
институт сельского хозяйства  
и торфа (филиал Сибирского  
федерального научного центра  
агробиотехнологий РАН)  
634050, г. Томск, ул. Гагарина, 3  
тел.: (3822) 52-75-41  
Национальный исследовательский  
Томский государственный университет  
634050, г. Томск, ул. Ленина, 36  
тел.: (3822) 52-97-49  
e-mail: ankalaeva@yandex.ru*

*Sinyutkina Anna Alekseevna  
Candidate of Sciences (Geography),  
Researcher  
Siberian Research Institute of Agricultural  
and Peat – branch of Siberian Federal  
Scientific Centre of Agricultural  
Biotechnology  
3, Gagarina st., Tomsk, 634050  
tel.: (3822) 52-75-41  
National Research Tomsk State University  
36, Lenin st., Tomsk, 634050  
tel.: (3822) 52-97-49  
e-mail: ankalaeva@yandex.ru*