

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)
Институт кадастра и природопользования
Кафедра экологии и природопользования

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ЛЕСОБОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЗАПАДНОЙ
СИБИРИ

Новосибирск
СГГА

Оглавление

РАЗДЕЛ 1. БОЛОТА. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ БОЛОТ	4
1.1 Определение научных понятий «болото», «заболоченные земли», характерные черты болот	4
1.2 Физико-географические факторы, обуславливающие образование и развитие болот	5
1.2.1 Климат	6
1.2.2 Рельеф	8
1.2.3 Гидрография	10
1.2.4. Геология	10
1.2.5. Тектоника	10
1.3. Условия образования болот на Западно-Сибирской равнине	11
РАЗДЕЛ 2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛОТ. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ БОЛОТ	14
2.1. Общие принципы классификации болот	14
2.2. Функции болот в природных процессах	16
2.2.1 Газорегуляторная функция	16
2.2.2 Климатическая функция	18
2.2.3 Гидрологическая роль болот	19
2.2.4 Геохимическая функция	20
2.2.5 Ресурсно-сырьевая функция	21
2.2.6 Культурно-рекреационная и информационно-историческая функции	22
РАЗДЕЛ 3. ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ	24
3.1. Флора болот	24
3.2. Фауна Западно-Сибирской равнины	39
3.3. Типы болотных биогеоценозов и закономерности их распределения на территории России	47
3.3.1 Биогеоценозы эвтрофного типа	49
3.3.2 Биогеоценозы мезотрофного типа	50
3.3.3. Биогеоценозы олиготрофного типа	51
3.4. Болотные биогеоценозы Западной Сибири	51
3.4.1. Биогеоценозы эвтрофного типа	52
3.4.2 Биогеоценозы мезотрофного типа	53
3.4.3. Биогеоценозы олиготрофного типа	53
РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ	55
4.1. Полевые методы исследования болот	55
4.2. Стационарные исследования	60
РАЗДЕЛ 5. ЛАНДШАФТНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ (КОСМОСНИМКОВ) БОЛОТ	78
5.1. Дешифрирование АФС (космоснимков) полигональных болот	79
5. 2. Дешифрирование АФС (космоснимков) бугристых болот	80
5.3. Дешифрирование АФС (космоснимков) олиготрофных сфагновых болот ...	82
5.4. Использование типологической карты и сетки линий стекания при хозяйственном освоении болот	86
6.1. УСТОЙЧИВОСТИ БОЛОТНЫХ СИСТЕМ.	88
6.1. Устойчивость болотных систем. Самоорганизация и саморегулирование....	88
6.2 Нарушение природных условий при строительстве на болотах	89

6.3. Механическое площадное нарушение поверхности болота и растительного покрова	91
6.4. Экологические последствия разливов нефти на болота.....	92
6.5. Гидронамыв грунта на болотах.....	94
6.6. Сброс промышленных и хозяйственных стоков на болота	94
РАЗДЕЛ 7. ОХРАНА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ	97
7.1. Организация охраны водно-болотных угодий	97
7.2 Гидроэкологический мониторинг заболоченных территорий.....	102
ЛИТЕРАТУРА	105

РАЗДЕЛ 1. БОЛОТА. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ БОЛОТ

1.1 Определение научных понятий «болото», «заболоченные земли», характерные черты болот

Практически во всех странах мира есть болота. Ежегодно в мире заболачивается около 660 км² земли.

Болото – избыточно увлажненный участок земной поверхности, для которого характерно постоянное переувлажнение и дефицит кислорода, произрастание особой влагостойкой растительности и накопление частично разложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф, слоем не менее 30 см. При глубине торфа менее 30 см участок относится к **заболоченным землям**.

Вместе болотные и заболоченные оторфованные земли России составляют 369,1 млн. га, или 21% территории страны. Итак, каждый пятый гектар представляет собой торфяные болота или заболоченные земли. **Торфяные ресурсы** – богатейший природный потенциал. По запасам торфа Россия занимает первое место в мире. Но **торфяные болота** – это и уникальные природные образования, выполняющие важную роль в биосфере. Они консервируют огромные запасы пресной воды, депонируют углерод, в существенной мере определяют водный и гидрологический режимы территории, служат гигантскими естественными фильтрами, поглощающими токсичные элементы из атмосферы. В последнее время доказано мощное влияние торфяных болот на климат биосферы.

Природным феноменом назван процесс заболачивания на территории Западной Сибири. В Западной Сибири торфяные болота занимают на отдельных территориях до 80 % ее площади. **Заболачивание** – это только начальная стадия возможного образования болота, и для нее характерна двойственность проявления, заключающаяся в обратимости процессов заболачивания-разболачивания. **Болото** – экосистема, состоящая из трех основных компонентов: воды, специфической болотной растительности и

торфа, и поэтому болото является предметом внимания нескольких самостоятельных направлений.

В настоящее время большинство исследователей при определении понятия болота придерживаются ландшафтно-географического подхода, который впервые был введен Р. И. Аболиным (1914). **Болото**, по его определению, представляет собой закономерно складывающийся и «живущий» географический ландшафт (эпитип). Его основные признаки – обильное увлажнение, специфическая гидрофильная растительность, а также болотный тип почвообразования, связанный преимущественно с торфообразованием.

1.2 Физико-географические факторы, обуславливающие образование и развитие болот

Физико-географические факторы, благоприятствующие или не благоприятствующие развитию процессов заболачивания и торфонакопления, имеют четко выраженные зональные особенности. При этом необходимо иметь в виду, что тенденции болотообразования определяются не приоритетным влиянием какого-либо одного из рассматриваемых ниже факторов, а характером взаимодействия всего их комплекса.

Зональные особенности физико-географических факторов болотообразования отражаются на генезисе болот, темпах торфонакопления, стратиграфии торфяных отложений, составе и структуре современных растительных сообществ, пространственно-временных закономерностях взаимоотношения лесных и болотных систем.

Торфяные болота неравномерно распределены по земной поверхности. Степень заболоченности отдельных районов определяется суммой физико-географических факторов. В основном это климатические, почвенно-геологические и геоморфологические условия районов и растительный покров. Климатические условия того или иного района находятся в

зависимости от его географической широты, расстояния от испаряющей поверхности океанов, морей и динамики воздушных масс. Географическая широта обуславливает в основном температуру воздуха, почвы и воды, а расстояние от испаряющей поверхности по направлению господствующих ветров - количество осадков, их распределение и интенсивность.

Особенности торфообразовательного процесса, распределение болот и их основные признаки (характер растительного покрова, мощность, строение и свойства торфяной залежи, развитие микро- и нанорельефа, гидрологический режим) в общих чертах определяются климатом. Общеизвестно, что в областях с жарким и сухим климатом болот нет или они встречаются крайне редко и лишены торфа. В областях же с прохладным и влажным климатом болота встречаются повсеместно и имеют развитую торфяную залежь.

1.2.1 Климат

Из элементов климата при болотообразовании важны атмосферные осадки и температура.

Болотообразование наиболее развито в тех районах, где количество осадков заметно преобладает над испарением. Не израсходованная на испарение влага накапливается и значительно перенасыщает грунт, создаются условия анаэробии.

Однако перенасыщенность грунта водой сама по себе не всегда приводит к заболачиванию. Для того чтобы начался процесс заболачивания, помимо избытка влаги необходимы понижение в рельефе, задерживающее сток, и водоупор в виде грунта с малой водопроницаемостью. В качестве водоупора может выступать близкое залегание грунтовых вод.

Используя климатический коэффициент (отношение годовой суммы осадков к годовой величине испарения с той же площади), академик А. Н. Костяков (1938) выделил в европейской части России и сопредельных с нею

государств три зоны - избыточного, неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Зона избыточного увлажнения Климатический коэффициент превышает 1,0. К этой зоне относятся Карелия, Северо-Запад и Север России. Это пояс наибольшей заболоченности и заторфованности. Здесь болотообразование в меньшей степени зависит от рельефа местности. Преобладают верховые болота, образовавшиеся путем заболачивания минеральных земель.

Зона неустойчивого увлажнения Климатический коэффициент равен 0,51,25. В эту зону входят центральные районы России, Татарстан, Удмуртия, Марийская Республика. Заболоченность территории - средняя. Болота в основном приурочены к отрицательным элементам рельефа - глубоким понижениям, берегам озер и рек, преобладают болота озерного происхождения.

Зона недостаточного увлажнения. Климатический коэффициент всегда меньше 1,0 (0,25-0,75). Характерно постоянное превышение увлажнения над осадками. В данную зону включены юго-восточные территории европейской части России, лежащие к югу от линии Днепропетровск - Саратов - Казань. Болота встречаются редко, располагаются в отрицательных формах рельефа (в поймах рек, по берегам озер или в глубоких котловинах). Верховые болота не наблюдаются.

С количеством осадков связана глубина залегания грунтовых вод - важнейший фактор, определяющий заболоченность. В областях избыточного увлажнения горизонт почвенно-грунтовых вод располагается высоко, почти у самой поверхности, поэтому почвы легко подвергаются заболачиванию. В области недостаточного увлажнения горизонт грунтовых вод лежит глубоко под поверхностью (10-30 м), к тому же воды бывают сильно засолены, что в совокупности создает неблагоприятные условия для заболачивания.

Температура воздуха наряду с влажностью климата определяет интенсивность болотообразования и торфонакопления. Температура влияет

на скорость испарения. От нее зависит и продолжительность вегетационного периода, а также прирост растительной массы и скорость ее разложения.

В тундре вследствие низких температур разложение растительных остатков происходит медленно. Но в еще большей степени замедлен рост растений, поэтому мощность образующихся на болотах торфяных залежей невелика (10-30 см). По мере продвижения к югу мощность залежи увеличивается. В северной тайге она составляет в среднем 2-3 м, в южной тайге - до 8-9 м и более. К югу от таежной зоны, по мере того как климат становится все более сухим, повышается скорость разложения растительных остатков и соответственно уменьшается мощность торфяной залежи.

В пустынной зоне болота, как правило, лишены торфа или же мощность его незначительна.

В тропической зоне, несмотря на значительный прирост растительной массы, ее остатки подвергаются полному распаду.

Таким образом, торфонакопление в основном связано с лесной зоной. Накоплению торфа здесь благоприятствуют умеренные летние температуры, большое количество осадков и слабое испарение.

1.2.2 Рельеф

Развитие и распределение болот зависит от условий рельефа местности. Рельеф выступает в качестве прямо и косвенно действующего фактора болотообразования, усиливая или ослабляя влияние климатических и гидрологических факторов. Общее значение его заключается в перераспределении влаги. Низменные, слабовсхолмленные пространства отличаются высокой степенью заболоченности, особенно в случаях затрудненного стока. На возвышенных пространствах с сильно расчлененным рельефом, а также в горных районах болот нет или они распространены ограниченно.

В областях избыточного увлажнения, как указывалось ранее, болотообразование в меньшей степени зависит от рельефа. Здесь обширные по

площади торфяные болота преимущественно атмосферного типа питания развиваются на низменных, малорасчлененных, слабодренированных водоразделах, понижениях близ озер, морей, по речным долинам, по вытянутым пологим склонам, увлажняемым поверхностно-сточными водами. Однако и в этих условиях болота распределяются неравномерно. Их основные площади приурочены к наиболее пониженным местам, преимущественно к древним аллювиальным равнинам с малыми уклонами поверхности и высокими уровнями почвенно-грунтовых вод. Именно с этими равнинами в лесной зоне связаны максимальная заболоченность территории, и ее заторфованность, достигающие в отдельных районах 30-40 %.

Формы рельефа нередко влияют на конфигурацию болот. В Карелии болота часто имеют вид длинных полос, вытянутых с северо-запада на юго-восток в соответствии с ледниковыми ложбинами, которые чередуются со скалистыми грядами (сельгами). В Барабинской лесостепи (Западная Сибирь) верховые болота - рямы, округлые, т. е. их очертания почти повторяют контур озер, из которых они образовались.

Большое влияние на болотообразование и современное распространение болот оказало последнее валдайское оледенение. Общее значение его заключается в выработке определенных форм рельефа, а также в создании гидрологических и климатических условий, влияющих на современное распространение болот. Под непосредственным воздействием ледника в северной половине Восточно-Европейской равнины сформировался мягкоравнинный сглаженный рельеф со слаборасчлененными неглубоко врезанными речными долинами (превышение водоразделов над долинами небольшое).

В результате таяния ледника накапливались и неоднократно переотлагались мощные толщи перемытого и отсортированного талыми водами моренного материала в виде песчаных и глинистых флювиогляциальных отложений, покрывающих равнинные пространства. Тающие ледники откладывали также и крупный обломочный материал.

После таяния ледника осталось много мелких водоемов, которые и послужили очагами последующего заболачивания. Таким образом, в результате оледенения создались необходимые предпосылки для начальных этапов заболачивания.

1.2.3 Гидрография

На болотообразование влияют также и гидрографические особенности местности. Болотообразовательный процесс лучше развит в тех районах, где много озер, протоков, стариц, мелководий, легко подвергающихся зарастанию. Нередко болота образуются и в местах выхода ключевой воды (так называемое ключевое болотообразование). Ключевые болота отличаются повышенной минерализацией торфа за счет содержания кальция.

1.2.4. Геология

Геологическое строение регионов оказывает влияние на характер водно-минерального питания болот. В районах распространения бедных песчаных отложений, кислых гранитов преимущественно развиты верховые болота, облесенные сосной. На глинистых отложениях преобладают низинные и переходные болота. В условиях богатого водно-минерального питания болота долго остаются на низинной стадии развития. Для этих районов типичны осоково-гипновые болота.

1.2.5. Тектоника

Тектонические процессы в земной коре также оказывают влияние на ход развития болот. Если происходит поднятие поверхности, то русла рек врезаются глубже, при этом улучшается дренаж территории и болотообразование ослабевает. Если поверхность опускается, то обводненность территории увеличивается и болотообразовательный процесс усиливается.

Западная Сибирь - регион слабого проявления тектонических движений. Например, в её центральной части оно оценивается в 4-6 мм в год. Однако при многолетних однонаправленных движениях в сочетании с явлениями просадок грунта эффект их становится ощутимым на преобразовании ландшафтов заболоченных территорий.

1.3. Условия образования болот на Западно-Сибирской равнине

Западно-Сибирская равнина находится в пределах зоны с избыточным увлажнением, где осадков выпадает в среднем более 500 мм в год. При малом испарении и затруднительности стока создаются благоприятные условия для развития болотообразования и торфонакопления.

Интенсивная заболоченность равнины тесно связана также с исключительно плоским рельефом поверхности и обилием на ней отрицательных форм как очагов заболачивания. Особенности геологического развития Западно-Сибирской плиты в значительной степени повлияли на генезис и закономерности развития болотообразовательного процесса. Погружения северных частей равнины под уровень моря, неоднократные поднятия, оледенения привели к образованию обширных лагунно-озерных водоемов, впоследствии подвергшихся заболачиванию.

Густота речной сети к северу возрастает от 0,1-0,2 до 2,0 км/км². Коэффициент увлажнения, показывающий соотношение ресурсов влаги и тепла, закономерно увеличивается от 0,6-0,7 на юге до 1,6-1,7 на севере. В соответствии с изменением природных условий изменяется и заторфованность от 6 % в южных районах до 37 % в центре Западно-Сибирской равнины. К северу заторфованность уменьшается до 28-16 %.

Одним из не менее важных факторов образования таких форм рельефа были и *термокарстовые процессы*, столь характерные в области вечной мерзлоты. На Западно-Сибирской равнине очень широко распространены термокарстовые просадки грунтов и образующиеся при этом специфические озера (хасыреи), которые являются типичным элементом географического

ландшафта. Образовавшиеся при просадке грунтов озера постепенно заболачиваются, становятся очагами болотных массивов.

Важную роль в образовании западносибирских болот играет гидрографическая сеть. Малые уклоны поверхности и речных русел, сравнительно небольшая густота речной сети, обилие на междуречных пространствах различного рода бессточных понижений сильно замедляют отвод избытка влаги. Вода, не расходуемая в зоне избыточного увлажнения на испарение, скапливается в поверхностных горизонтах почвы, и возникают обширные районы, переувлажненные застойными водами.

В бассейнах рек с повсеместным заболачиванием и интенсивно развивающимися процессами накопления торфа происходит активное заполнение наносами и торфяниками речных долин, их выполаживание и повышение базиса эрозии.

Важное значение в переувлажнении равнины имеет и неодновременность сроков наступления весеннего половодья на крупных реках и их притоках.

Например, р. Обь в своем широтном течении испытывает подпор со стороны Иртыша, который вскрывается раньше, чем Обь. В свою очередь высокие воды главных притоков Оби создают значительный подпор и надолго (до двух месяцев) задерживают сброс паводковых вод из своих притоков.

Новейшие и современные тектонические движения сказываются лишь в меньшей или большей заболоченности охватываемых ими площадей. Болота развиваются и в депрессиях, и даже на поднятиях рельефа. Например, Васюганское болото расположено на крупной тектонической структуре с суммарной амплитудой новейших поднятий до 100-125 м.

Интенсивность торфонакопления определяется также соотношением двух процессов: ежегодного прироста органической массы живого растительного покрова и неполного разложения отмирающих частей растительной массы. Соотношение этих процессов зависит от

продолжительности вегетационного периода и его температурных показателей. Соответственно изменению теплообеспеченности и увлажненности изменяется мощность торфяных отложений. Наибольшая средняя глубина торфа (до 3 м) характерна для южной тайги. При этом в отдельных болотах глубина торфа достигает 10-12 м. По направлению к северу и югу этот показатель уменьшается: в северной тайге глубина торфа снижается до 1,8 м, в лесостепи - до 1,3 м.

Высокая увлажненность Западно-Сибирской равнины в сочетании со слабо расчлененным рельефом и наличием слабопроницаемых отложений приводит к формированию сложных взаимодействий между подземной и поверхностной составляющими стока, влияющих на активность процесса заболачивания.

Таким образом, в результате взаимодействия ряда природных факторов на значительной части Западно-Сибирской равнины создались неблагоприятные условия для отвода поверхностных и грунтовых вод, что привело к заболачиванию территории.

РАЗДЕЛ 2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛОТ. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ БОЛОТ

2.1. Общие принципы классификации болот

Разнообразие болотных массивов весьма велико. Их можно различать по положению в рельефе, растительному покрову, условиям водного и минерального питания, структуре поверхности, химизму среды и пр. Начиная с XIX в. было предложено несколько классификаций болот, основанных на тех или иных признаках. Рассмотрим некоторые из них.

Классификация Г. И. Танфильева (1900) делит болота на два крупных типа - подводные и надводные.

А. Подводные - постоянно или временно заливаются текучей или грунтовой водой, к ним относятся:

I. Болота, залегающие в водоемах и по их берегам:

1: Тростниковые.

2. Зыбуны.

3. Кочкарники травяные.

4. Кислые луга.

5. Озерные и речные торфяники: а) озерно-лесные, 'б) озерно-травяные.

6. Луговые торфяники: а) травяные, б) гипновые.

II. Жестководноключевые болота и торфяники:

7. Железистоключевые.

8. Известковистоключевые.

9. Заболоченные леса (лесные болота).

Б. Надводные - не заливаются, питаются атмосферной водой. К ним относятся:

10. Сфагновые зыбуны.

11. Сфагновые, или боровые, торфяники.

12. Бугристые торфяники с мерзлым ядром.

Немецкий болотовед К. Вебер (С. Weber, 1902a) подразделил болота на

две большие группы.

I. Плоские болота (Flachmoore), залегающие в понижениях, более или менее плоские и увлажняемые водой, богатой питательными веществами. Они делятся на два типа:

1. **Низинные болота** (Niedermoore) с очень богатым водным питанием. Сфагновые мхи на них почти не встречаются.

2. **Переходные болота** (Obergangsmoore, Zwischenmoore) с менее богатым водным питанием. В растительном покрове присутствуют сфагновые мхи.

II. **Верховые болота** (Hochmoore), имеющие выпуклую поверхность, увлажняемые атмосферной водой. Сфагновые мхи господствуют.

В. Н. Сукачев (1914) дополнил классификацию Вебера, подразделив все болота на **две группы**: 1) грунтового питания и 2) атмосферного питания. К первой группе он отнес плоские болота Вебера, ко второй — верховые. Болота низинного типа были поделены им на травяные, гипновые и лесные, а переходного — на травяно-переходные и лесные переходные.

Заслуживает внимания оригинальная классификация, болот Р. И. Аболина (1928), подразделившего болота на 4 типа и 12 групп по богатству водно-минерального питания, степени увлажнения и эдификаторам растительности.

В. С. Доктуровский (1935) также делит болота на три группы: 1) гипново-травяные, 2) лесные (переходный тип), как с гипновыми, так и со сфагновыми мхами, 3) сфагновые. Болота каждой группы подразделяются далее по господствующему растительному покрову: осоковые, тростниковые, ольшаники, березняки, сфагновые, осоково-сфагновые и др.

Н. Я. Кац (1941), касаясь типологии болот, считает достаточно обоснованным разделение их на **1) низинные, 2) выпуклые (верховые) и 3) переходные**, поскольку такое подразделение базируется на столь существенных признаках, как характер растительности и торфа, форма поверхности, положение в рельефе, характер питания. Помимо этого, он

различает еще классификацию болотных фитоценозов, отмечая при этом, что она не может заменить классификацию болот, поскольку последние характеризуются не только растительностью, но и рядом других важных признаков.

В целом по типу преобладающей растительности различают: **лесные, кустарничковые, травяные и моховые болота.**

По типу микрорельефа: **бугристые, плоские, выпуклые** и т. д.

По типу макрорельефа: **долинные, пойменные, склоновые, водораздельные** и т. п.

По типу климата: **субарктические** (в областях вечной мерзлоты), **умеренные** (большинство болот РФ, Прибалтики, СНГ и ЕС); **тропические и субтропические**. К тропическим болотам относятся, например, болота Окаванго в Южной Африке и болота Параны в Южной Америке. Климат определяет флору и фауну болот.

Классификацией болот, помимо названных, занимались многие исследователи (Богдановская-Гиенэф, 1940; Галкина, 1959; Брадис, 1963, 1972, 1974; Мазниг, 1974; Ниценко, 1967; Прозоров, 1974; Львов, 1974; Лопатин, 1954, 1980; Пьявченко, 1956, 1963, 1974, и др.).

2.2. Функции болот в природных процессах

Болотные экосистемы, являясь неперенным атрибутом ландшафтной оболочки, выполняют ряд функций: гидрологическую, геоморфологическую, климатическую и др.

2.2.1 Газорегуляторная функция

Согласно имеющимся прогнозам в середине XXI века ожидается повышение средней глобальной температуры на 1°C, что может привести к изменению климата с соответствующими последствиями. Такой прогноз связан с усилением парникового эффекта, вызванного хозяйственной

деятельностью человека и обусловленного в первую очередь нарушением баланса углерода в биосфере.

Сегодня доля антропогенной углекислоты в парниковом эффекте оценивается в 61 %, метана - 23 %, закиси азота - 4 %, а остальная часть приходится на другие микропримеси.

Болота играют, например, важную роль в поддержании состава атмосферного воздуха: растительность обогащает атмосферу кислородом и усваивает углекислый газ, изымая из планетарного цикла углерод и консервируя его в торфяниках на тысячи лет. В результате частичного разложения растительных остатков в анаэробных условиях в атмосферу поступает также значительное количество метана. Соотношение между потоками углекислого газа и метана (важных компонентов атмосферного воздуха, регулирующих проявления «парникового эффекта») определяет «вклад» болотного региона в возможное глобальное потепление климата.

Очень серьезное внимание уделяется болотам, реакции их на изменение климата. **Болота** - единственные в наземной биоте экологические системы, обеспечивающие постоянный сток в них углерода, который надолго выключается из дальнейшего круговорота, накапливаясь в виде торфяных залежей.

Метан считается вторым по значимости парниковым газом после диоксида углерода. Одним из глобальных источников метана являются торфяные болота. Согласно оценкам ученых вклад болот России может составлять 25-50 % от всего потока метана с территории нашей страны.

Поскольку образование, накопление и консервация торфа происходят только в неосушенных болотах, то вывод диоксида углерода болотными экосистемами из атмосферы прекращается одновременно с осушением болот. То же самое относится и к залитым нефтью огромным площадям болотных экосистем. Таким образом, проблема выявления роли болот в выделении парниковых газов еще не решена.

2.2.2 Климатическая функция

Климатическая функция болот выражается в их мощном влиянии на формирование теплового и водного балансов территории. Так, было установлено, что величина радиационного баланса болот с мощной торфяной залежью в средней и северной тайге Западно-Сибирской низменности благоприятствует смещению границы распространения зоны вечной мерзлоты южнее Сибирских Увалов. Известно, например, что за летние месяцы с болот Западно-Сибирской равнины выносятся в среднем более 300 км испарившейся влаги на территорию Восточной Сибири и Казахстана.

Обладая низкой отражательной способностью и высоким содержанием влаги, болота аккумулируют тепло и являются источниками местных тепловых потоков. Благодаря этим свойствам болотные экосистемы являются гидроклиматическими барьерами на пути движения воздушных масс. Поэтому на этой территории в меньшей степени проявляются кратковременные засухи, весенние и осенние заморозки. Известны случаи, когда длительные (до нескольких ночей) заморозки вызывали гибель сельскохозяйственных культур, в то время как на территории, прилегающей к болотам, заморозки не проявлялись. Торфяная залежь естественных торфяных болот хорошо проводит тепло, способна быстро аккумулировать и быстро отдавать его в окружающую среду, увлажнять воздух. В холодные и жаркие периоды естественные болота противостоят перегревам и переохлаждениям воздуха, а также засухам, смягчая микроклимат не только над площадью болота, но и на прилегающих территориях.

Влияние болот на окружающие биогеоценозы и их компоненты прямо пропорционально их массе. Общая масса болотных биогеоценозов лишь центральной части Западной Сибири к настоящему времени достигла колоссальных размеров. Влияние этой массы на общую физико-географическую обстановку Западной Сибири огромно.

2.2.3 Гидрологическая роль болот

Гидрологическая функция болот проявляется в двух взаимосвязанных аспектах: количественном и качественном. Первый из них касается количественных характеристик стока воды и водных ресурсов, или так называемых гидрологических характеристик. Второй относится к показателям качества вод (содержание взвешенных и растворенных веществ, гидробиологические показатели и т. п.).

Водоохранная роль болот может быть как положительной, так и отрицательной. Например, известно, что болота несколько снижают объем речного стока в замыкающем створе бассейна (негативная роль болот), но консервируют значительные запасы влаги в торфяных отложениях. В последнем случае водоохранная роль относится к запасам воды в болотных экосистемах, законсервированным в толще торфяников, а также к находящейся в обводненных микроландшафтах внутриболотной гидрографической сети. Малообводненные микроландшафты сфагновых болот с хорошо выраженной выпуклой поверхностью («рямы» и др.) проявляют водосберегающую роль в сухие сезоны года, резко снижая испарение при обсыхании сфагновых мхов.

Например, при площади заболачивания Западной Сибири около 1 млн км и запасах торфа 120 млрд т (при влажности 40 %) запасы воды в торфе достигают 1000 км, т. е. в среднем 1000 мм на единице заболоченной площади, что значительно превышает годовой сток рек в этих районах (100-300 мм/год).

Сток с водораздельных болотных массивов, особенно имеющих выпуклую поверхность со значительными уклонами, поступает на периферийные участки болот, переувлажняя их и подпитывая верхние горизонты подземных вод. Уровни последних повышаются, и происходит подтопление окружающей местности. Чем больше диффузный сток по сравнению с сосредоточенным русловым, тем сильнее питание подземных вод на прилегающей территории. В частности, высказывается

предположение, что высокая заболоченность лесостепной Барабинской низменности в Западной Сибири существует вопреки климату и обусловлена влиянием расположенных севернее обширных

водораздельных болотных систем (Васюганское болото).

2.2.4 Геохимическая функция

Формирование болот в наиболее пониженных элементах рельефа обуславливает систематическое поступление в них разнообразных растворимых и твердых продуктов с поверхностного слоя коры выветривания. Поступление веществ на болота осуществляется с атмосферными, паводковыми, поверхностными и подземными водами, а также с аэрозольными частицами. Преобладание того или иного пути обуславливается геоморфологическими особенностями болот и окружающих территорий, гранулометрическим и минералогическим составами горных пород, химическим составом питающих болота вод, генетическими стадиями развития болот - низинной, переходной или верховой, а также особенностями условий миграции каждого химического элемента, поступающего на болота.

Главными геохимическими процессами в неосушенных болотах являются синтез новых веществ, перераспределение химических элементов внутри торфяных залежей, концентрация и аккумуляция химических элементов, поступающих в болотные экосистемы извне, геохимический вынос химических элементов за пределы болот. Основными механизмами реализации этих процессов являются органо-минеральные взаимодействия, физико-химические взаимодействия и превращения, биологическая аккумуляция и биологическое разрушение минеральных, органических и органо-минеральных веществ.

Образование в болотной среде растворимых или нерастворимых органо-минеральных веществ зависит от того, с какими органическими соединениями взаимодействуют минеральные вещества. Гуминовые кислоты, лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза торфа малорастворимы или

нерастворимы в воде, а фульвокислоты и органические кислоты типа уксусной, пропионовой, яблочной, лимонной, щавелевой и т. п. хорошо растворимы. При взаимодействии минеральных веществ с нерастворимыми в воде органическими компонентами торфа происходит концентрирование и удерживание химических элементов в торфяных залежах, а при взаимодействии с водорастворимыми - миграция по торфяным залежам и геохимический вынос за пределы болот.

2.2.5 Ресурсно-сырьевая функция

Наиболее специфичным и широко используемым ресурсом болот является торф. В промышленных масштабах производятся топливные брикеты, кусковой и фрезерный торф для сжигания на электростанциях или в топках коммунально-бытового назначения.

В настоящее время развиваются новые промышленные направления использования торфяного сырья: производство фильтров, изоляционных материалов, волокон для лечебных текстилей, торфяных красителей древесины, кож, тканей и волокон, торфяного воска, спирта, кормовых средств и др. Особенно интенсивно развивается промышленное получение из торфа активированных углей и других типов сорбентов для очистки территорий и акваторий от загрязнений нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами, для очистки поверхностей от радионуклидов, для добавок к геотехнологическим растворам при кучном и подземном извлечении редких и рассеянных элементов.

Широко распространена во многих странах мира промышленная переработка торфа для сельскохозяйственных целей, прежде всего для получения таких экологически безопасных материалов, как органические удобрения, почвоулучшители, тепличные грунты, питательные брикеты, торфяные горшочки и субстраты для выращивания овощных и декоративных культур, биостимуляторы и средства защиты растений. Значительные объемы торфа используются для производства компостов.

Исключительно важными и распространенными направлениями являются использование торфа в бальнеологии, медицине и косметологии. В этих областях используется как торф в целом, так и отдельные его компоненты, причем с каждым годом использование торфа в этих областях систематически расширяется.

Другим важным ресурсом болот является пресная вода. Значение болот как источников чистой воды было рассмотрено на специальном заседании Экономической комиссии ООН для Европы в 2004 году в Женеве. Было отмечено, что в условиях потепления климата и возрастающего водопотребления сохранение болот как источников чистой воды должно стать одним из приоритетов хозяйственной деятельности людей.

Не менее ценными являются биологические ресурсы болот - древесина, лекарственные и медоносные растения, ягоды и грибы, а также дичь.

Ресурсы животного мира болот используются в качестве объектов охоты - лось, кабан, дикие утки, гуси и др. Помимо этого болота являются важным территориальным ресурсом, который используется для строительства домов, создания сельскохозяйственных угодий, водоемов, лесопосадок и в других направлениях. Следует подчеркнуть, что даже после полного разрушения торфяного слоя территория бывшего болота сохраняется, и люди могут им пользоваться практически вечно.

2.2.6 Культурно-рекреационная и информационно-историческая функции

Болота издавна являются местами активного отдыха людей - сбора ягод, грибов, лекарственных растений, охоты, а также объектами туризма, экологического образования и науки.

В последние десятилетия начинает интенсивно развиваться болотный туризм как на естественных, так и на восстановленных болотах. Туристы знакомятся с болотными ландшафтами, растительным и животным миром, значением болот для природы и общества, их антропогенными нарушениями

и методами восстановления. Загадочность и недостаточная изученность жизни болот в сочетании с великолепными болотными ландшафтами, птицами и другими представителями биоразнообразия привлекают все большее количество людей, желающих посетить болота. Болота для экологического туризма интересны не менее, чем океаны, горы, леса, реки и другие объекты природы.

В болотных ландшафтах безупречно видны взаимосвязи между рельефом, водным режимом, характером растительного покрова и животного мира.

Кроме того, болота являются объектами науки. Научные исследования болот ведутся практически во всех странах мира, где они имеются. Усилиями многих поколений ученых создана наука о болотах - болотоведение, с которой тесно связана смежная область - торфоведение.

Информационно-историческая функция болот заключается в том, что торфяные залежи являются хранилищами информации об истории развития растительного покрова, динамике климата в прошлые эпохи голоцена, об особенностях генезиса болот, а также о жизни людей. По составу биологических остатков специалисты реконструируют гидрологический, гидрохимический и температурный режимы древних болот, растительный покров, среди которого находились болота в разные периоды голоцена, воспроизводят генезис болот, а также изменения климата на протяжении последних 10-11 тысяч лет. По включениям угля и прослойкам золы определяются частота и интенсивность пожаров, имевших место на болотах.

РАЗДЕЛ 3. ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

3.1. Флора болот

На торфяных болотах по сравнению с условиями произрастания в других экосистемах (степи, леса, луга) преобладающее значение имеет влажность. Избыток влаги на болоте определяет и другие факторы среды. Наиболее важные среди них - слабая аэрация, низкие значения окислительно-восстановительного потенциала и плохая прогреваемость болот.

Растительность на болотах самая разнообразная. На болотах хорошо себя чувствуют растения лугов, лесов и озер. Например, кедр и кедровый стланик произрастают на некоторых болотах. Можжевельник, черника, вереск - типичные лесные растения в изобилии растут и в центре болот.

Болотные травянистые растения объединяет ряд общих морфолого-биологических признаков: все болотные травы являются многолетними. Они обладают хорошо развитыми длинными, симподиально ветвящимися корневищами; у всех хорошо выражена приспособленность к обитанию в условиях недостаточной аэрации субстрата.

К общим чертам, характерным для травянистых растений болот, относится также преимущественно вегетативное размножение и положение перезимовывающих органов с почками возобновления почти у всех под поверхностью болота.

Болотные кустарнички относятся к вечнозеленым ксероморфным плосколистным или к вечнозеленым ксероморфным кустарничкам с мелкими листьями, свернутыми нижней стороной внутрь. В строении листьев кустарничков обоих типов ксероморфные черты сочетаются с гидроморфными. Листопадные кустарнички с листьями мезоморфного строения (солнечные растения) представлены на болотах низкорослыми видами ивы *Salix* и голубики (*Vaccinium uliginosum*).

И еще одна особенность болотных кустарничков состоит в нетребовательности к питательным веществам и выдерживании высокой кислотности среды.

Из древесных пород и кустарников ни одна порода не приурочена только к болотам: эти же породы слагают лесные массивы на минеральных почвах - сухих и увлажненных. Только для сосны выделены четыре экологические болотные формы: *f. uliginosa*, *f. litwinowii*, *f. willkommii*, *f. Pumila*.

Растительность болот по видовому составу довольно богата. Все представители участвует в жизни и развитии болота: одни преобладают в растительном покрове, иногда вытесняя другие виды и покрывая участки болота сплошным ковром (мхи, осоки и т. д.). Эти растения принимают преимущественное участие и в сложении торфяной залежи. Другие виды встречаются на болоте часто, но единично. Они интересны как индикаторы среды и их присутствие в торфе указывает на первичные отложения торфа. Все эти растения называются растениями - торфообразователями. Рассмотрим характеристики отдельных растений - торфообразователей.

Мхи. Ко мхам относятся низкие (высотой до 10-20 см) растения, состоящие из одного или нескольких стебельков со спирально расположенными на них листьями. Корней мхи не имеют: у некоторых из них корни заменяются волосковидными многоклеточными образованиями, так называемыми ризоидами.

На болотах встречаются мхи двух порядков: зеленые (бурые) мхи (*Bryales*) и сфагновые (белые торфяные) мхи (*Sphagnales*).

Бриевые зеленые мхи (*Bryales*). В порядок зеленых мхов входит несколько семейств. Название одного из этих семейств *Hypnaceae* часто относят ко всему порядку зеленых мхов, называя его порядком гипновых мхов. Это большая, богатая видами группа мхов. Зеленые мхи встречаются на минеральных и торфяных болотах, где они образуют сплошные дернины в виде зеленых или бурых ковров или подушек.

В растительном покрове торфяных болот находится целый ряд семейств, принадлежащих к порядку зеленых мхов. Главнейшие из них: *Hypnaceae*, *Meesiaceae* и *Polytrichaceae*. Зеленые мхи весьма требовательны к условиям минерального питания, поэтому в растительном покрове они встречаются главным образом на низинных болотах. На верховых болотах встречаются менее прихотливые к условиям минерального питания *Drepanocladus fluitans* и *Polytrichum strictum*. Зеленые мхи являются пионерами заболачивания минеральных почв. При формировании торфяных болот зеленые мхи играли большую роль в растительном покрове и в сложении торфяной залежи, в основании которой в связи с этим обнаруживаются мощные слои гипнового торфа.

Сфагновые (торфяные) мхи (*Sphagnidae*). Все сфагновые мхи (в России встречается свыше 42 разновидностей) принадлежат к одному семейству ***Sphagnidae***, объединяющему один только род *Sphagnum*, который включает свыше 350 видов. Сфагновые мхи наиболее распространены на торфяных болотах, которые они часто затягивают сплошными плотными коврами беловатого цвета с различными оттенками: буроватым, зеленоватым, розоватым.

Стебелек сфагнума состоит из коры, центрального цилиндра и сердцевины. В оболочках гиалиновых клеток есть поры, через которые всасывается вода. Побеги сфагновых мхов лишены корней, поглощение воды и минеральных веществ происходит всей поверхностью мха.

Род *Sphagnum* подразделяется на секции, которые различаются между собой по внешнему виду, формой стеблевых и веточных листьев, анатомическому строению. Выделено 5 секций: *Sphagnum (Palustria)*, *Squarosa*, *Subsecunda*, *Cuspidata*, *Acutivolia*.

Сфагновые мхи относятся к быстрорастущим растениям. За год стебель сфагнового мха вырастает примерно на 7 см. В нижней части сфагнум ежегодно отмирает, а верхушки его побегов обеспечивают новый прирост. Отмершие части сфагнума вследствие анаэробных условий не

разлагаются и образуют слои полуразложившихся остатков в виде сплошного (до 12 м) сфагнового слоя.

Сфагновые мхи наиболее распространены на торфяных болотах с бедным минеральным питанием. Малая потребность в элементах питания дает им преимущество в борьбе с более требовательными к минеральному режиму растениями и обеспечивает им господство в растительном покрове. Засасывая воду через поры гиалиновых клеток своих листьев и коры стебля, они в состоянии поглотить ее примерно в 20 раз больше собственной массы в воздушно-сухом состоянии.

Различные виды сфагновых мхов расселяются в разных условиях местообитания. Такие виды, как *Sph. fuscum*, *Sph. balticum*, *Sph. majus*, *Sph. cuspidatum* в массовых количествах заселяют верховые болота, питаемые в основном бедными атмосферными водами. Другие виды сфагновых мхов

произрастают в условиях более богатого минерального питания - на переходных и низинных болотах. Сюда относятся: *Sph. warnstorffii*, *Sph. teres*, *Sph. squarrosum*, *Sph. obtusum*, *Sph. contortum*, *Sph. centrale*, *Sph. papillosum*.

Требовательность различных видов сфагновых мхов к влажности среды также неодинакова: *Sph. cuspidatum*, *Sph. majus* растут погруженными в воду; *Sph. angustifolium*, *Sph. obtusum* и *Sph. subsecundum*, произрастая обычно на

сильно обводненных участках, встречаются иногда и в условиях пониженной влажности; *Sph. warnstorffii*, *Sph. centrale*, *Sph. magellanicum*, *Sph. fuscum*, *Sph. palustre* обычно значительно приподняты над уровнем воды, образуя кочки и бугры; *Sph. squarrosum*, *Sph. nemoreum*, *Sph. girgensohnii* заселяют преимущественно слабо увлажненные участки на лесных заболачивающихся минеральных почвах.

Травянистые растения. Все произрастающие на болотах травы являются в основном многолетними и типичными гигрофитами. Их органы также приспособлены к переувлажненным условиям и характеризуются развитой системой воздушных полостей. Корневая система таких растений имеет вид длинных, симподиально ветвящихся корневищ. Отдельным

болотным травам свойственны черты ксероморфных растений. Травяной покров более разнообразен на низинных болотах.

Высшие споровые на болотах представлены хвощами и папоротниками.

Из семейства **хвощевых** (*Equisetaceae*) на торфяных болотах встречаются чаще всего два вида: хвощ болотный (*Equisetum palustre*) и хвощ игловатый (*E. fluviatile*). Хвощи в настоящее время имеют сравнительно небольшой удельный вес среди растений-торфообразователей и встречаются главным образом в условиях богатого минерального питания (речные воды или по берегам озер), способствуя их зарастанию. В прошлом, в ранние периоды голоцена, их было больше.

Папоротники образуют сплошной фон в растительном покрове, но на незначительных по площади участках низинных болот, чаще облесенных, с богатым водно-минеральным питанием. Из семейства многоножковых (*Polypodiaceae*) на болотах наиболее часто встречаются два вида папоротников - щитовник болотный (*Thelypteris palustris*) и щитовник гребенчатый (*Dryopteris cristata*) высотой до 50-60 см.

Осоки. Из класса однодольных среди растений-торфообразователей большое значение имеет богатое видами семейство осоковых (*Cyperaceae*). Это многолетники с характерным стеблем без узлов. К этому семейству принадлежат роды: осок (*Carex*), очеретников (*Rhynchospora*), пушиц (*Eriophorum*), пухоносов (*Trichophorum*), камышей (*Scirpus*).

Стебель обычно трехгранный, нередко с режущим краем. Главнейшие (преимущественно для низинных болот) растения-торфообразователи из рода осок: топяная (C. limosa), плетевидная (C. chordorrhiza), волосистоплодная (C. lasiocarpa), вздутая (C. rostrata), двутычиночная (C. diandra), сближенная (C. appropinquata), дернистая (C. caespitosa), омская (C. omskiana), острая (C. acuta), двудомная (C. dioica), ложносытевидная (C. pseudocyperus), черная (C. nigra), мелкоцветная (C. pauciflora), шаровидная (C. globularis), миддендорфа (C. middendorffii) и др.

Большинство осок требовательны к минеральному питанию и предпочитают низинные болота. Осоки *C. limosa*, *C. middendorffii*, *C. rotundata*, *C. globularis* менее требовательны к минеральному питанию и поселяются в основном на олиготрофных (в растительных сообществах с моховым покровом из *Sph. jensenii*, *Sph. majus*, *Sph. cuspidatum*, *Sph. balticum*) и мезотрофных (в растительных сообществах с моховым покровом из *Sph. obtusum*, *Sph. fallax*) болотах. Гораздо реже они встречаются на эвтрофных болотах в растительных сообществах с моховым покровом из гипновых и сфагновых мхов. Часто эти осоки окаймляют озерки в грядово-озерном и грядово-мочажинном комплексах.

На олиготрофных болотах на кочках из *Sph. fuscum* нередко встречаются *C. pauciflora*, *C. globularis* (Западная Сибирь) и *C. middendorffii* (о. Сахалин и Камчатка).

Carex lasiocarpa занимает большие пространства на травяных и травяно-моховых болотах эвтрофного и мезотрофного типов. *C. rostrata* преобладает в растительном покрове переходных и низинных (чаще безлесных) болот, где она на местообитаниях с высоким стоянием уровня грунтовых вод покрывает нередко обширные площади. Осоки *C. chordoriza*, *C. dioica* и *C. diandra* встречаются на низинных безлесных и слабо облесенных торфяных болотах, *C. appropinquata* и *C. caespitosa* - на низинных, чаще облесенных торфяниках, питаемых богатыми намывными водами, и образует большие кочки. *C. omskiana* и *C. acuta* нередко сплошь покрывают низинные болота или отдельные участки торфяников, затопляемые весенними разливами рек.

Из рода **очеретников** (*Rhynchospora*) чаще всего один вид - очеретник белый (*Rhynchospora alba*) - встречается на торфяных болотах на севере России. Это невысокое (до 20-30 см) растение с узкими листьями, образующее редкий дерн; характерен главным образом для верховых болот, но иногда встречается на переходных. В грядово-озерном комплексе *Rhynchospora alba* образует сплошной пояс вокруг озер.

Пушицы (*Eriophorum*) - травянистые растения высотой до 30-50 см, несущие по отцветанию колоски в виде блестяще-белых пуховок (одну или несколько). На торфяных болотах встречаются главным образом четыре вида пушиц: влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), широколистная (*E. latifolium*), многоколосковая (*E. polystachyon*) и тонкая (*E. gracile*).

Пушица влагалищная является постоянным растением верховых торфяников. Она обильно населяет как сильно обводненные участки болот, так и подвергавшиеся дренированию или пожарам. Не любит пушица сильного затенения и сравнительно немного ее на облесенных участках болот.

Три других вида, в отличие от *E. Vaginatum*, несут на верхнем конце стебля от 3 до 12 колосков, имеют более широкие листья и не имеют у основания таких мощных плотных прикорневых влагалищ. Пушицы *E. gracile*, *E. latifolium* и *E. polystachyon* являются торфообразователями низинных болот, встречаясь главным образом на безлесных, обводненных участках.

Из рода пухоносов (*Baeotryon*) на торфяных болотах северных районов России распространены два вида: пухонос дернистый (*B. caespitosum*) и пухонос альпийский (*B. alpinum*).

Из рода камышей (*Scirpus*) на низинных болотах произрастает камыш озерный (*S. lacustris*) - темно-зеленое растение с толстым ползучим корневищем и цилиндрическим (высотой до 3 м) стеблем, несущим соцветие из многочисленных колосков с прицветниками. Он играет большую роль при зарастании озер и речных протоков. Из семейства рогозовых (*Typhaceae*) широко распространен на низинных болотах в поймах рек рогоз широколистный (*Typha latifolia*). Рогоз узколистный (*T. Angustifolia*) с более узкими (до 0,5-1 см) желобчатыми листьями

встречается в плавнях.

Из семейства злаков (*Cramineae*) на болотах встречается тростник обыкновенный (*Phragmites commites*). К тому же семейству относится вейник

(*Calamagrostis*). Это - корневищный злак, узколистный, слабо облиственный. Три вида *Calamagrostis* встречается довольно часто на низинных болотах: вейник незамечаемый (*C. neglecta*) и вейник Лангсдорфа (*C. purpurea*). К тому же семейству относится молиния (*Molinia coerulea*). Встречается она на низинных и переходных болотах.

Из семейства **шейхцериевых** (*Scheuchzeriaceae*) на верховых болотах широко распространена шейхцерия болотная (*Scheuchzeria palustris*). Для верховых болот это очень характерное растение, особенно для сильно обводненных участков. Изредка встречается на торфяниках переходного и низинного типов. Шейхцерия - интересное растение и морфологически, и по свойствам торфяных залежей, ею слагаемых. Высота растения 20-25 см, листья гладкие, сочные, желобчато сложенные, матово-зеленого цвета. Для шейхцерии характерно развитое корневище. Растет она по мочажинам, на спловинах зарастающих озерков. Реже это растение можно встретить на обводненных участках (топях) переходных и низинных болот. В процессе эволюции шейхцерия претерпела изменения в сторону олиготрофизации.

Отдельную группу растений на болотах составляет **разнотравье**. К нему относятся двудольные и однодольные цветковые растения многих семейств.

Из травянистых двудольных растений лишь небольшое число видов является растениями-торфообразователями. Сюда относятся единичные травянистые растения из семейств: росянковых (*Droseraceae*), розоцветных (*Rosaceae*), рогульниковых (*Trapaceae*) и др. В основном эти растения хорошо выражены в растительном покрове болот. В торфах остатки их встречаются очень редко.

Из **рода росянок** (*Drosera*) встречаются на верховых болотах два вида: росянка круглолистная (*Drosera rotundifolia*) и росянка английская (*D. anglica*).

На низинных болотах в воде мочажин и озерков также встречаются подобные растения. **Пузырчатка** средняя и пузырчатка обыкновенная напоминают веточку лиственницы, брошенную в воду.

Первая имеет 2-6 цветков с пурпурными полосками, вторая 5-10 цветков буро-красного цвета. Ловчие аппараты у них - пузырьки с клапанами, открывающимися внутрь. Созревшие семена падают на дно и прорастают. Зеленые листья начинают фотосинтезировать, возникающие пузырьки наполняются кислородом, и растение всплывает - начинается новый цикл созревания.

Очень редким охраняемым растением на болотах является **водяной орех** (*Trapa natans*) из семейства рогульниковых (*Trapaaceae*). Для него характерны тонкий ветвистый стебель, белые цветы и бурые плоды. Плоды водяного ореха хорошо сохраняются и встречаются в залежах на контакте между сапропелем и торфом. В процессе эволюции ареал этого вида значительно сместился к югу.

Из семейства розоцветных (*Rosaceae*) на болотах встречаются *морюшка* (*Rubus chamaemorus*), княженика, или поленика (*Rubus arcticus*), сабельник болотный (*Comarum palustre*) и лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*).

Низинные болота, находящиеся в условиях богатого грунтового питания, обильно покрывает невысокое мясистое зеленое растение высотой до 30 см с довольно мощным стеблем, сложными тройчатыми листьями и светло-розовыми цветками - *вахта* (*Menyanthes trifoliata*) из семейства вахтовых (*Menyanthaceae*). Обитает она преимущественно на торфяных болотах низинного и переходного типов.

Вахта относится к числу наиболее важных торфообразователей. Ее остатки образуют вахтовый торф и составляют постоянную, иногда значительную (до 30 %) примесь в составе гипновых, осоковых, осоково-лесных торфов.

Белокрыльник (*Calla palustris*) из семейства ароидных. Приурочен белокрыльник к низинным лесным болотам и сильно обводненным местообитаниям.

Встречаются в растительном покрове болот и многие другие травянистые растения из семейств: частуховых (*Alismataceae*), сусаковых (*Butomaceae*), лютиковых (*Ranunculaceae*), сложноцветных (*Compositae*), зонтичных (*Umbrelliferae*), первоцветных (*Primulaceae*), норичниковых (*Scrophulariaceae*) и др. В сложении торфов эти растения встречаются на болотах единичными экземплярами.

Кустарнички. Доминантами растительного покрова верховых болот наряду со сфагновыми мхами являются кустарнички. В растительном покрове торфяных болот кустарнички представлены в основном семействами: вересковых (*Ericaceae*) и водяниковых (*Empetraceae*). Это растения от 20 до 100 см высотой с деревянистыми стеблями и кожистыми листьями. Уменьшительное название «кустарнички» объясняется их небольшими размерами. Признаки ксероморфного строения кожистых листьев - толстая кутикула, столбчатая ткань, жесткость, у одних опушенность, у других сильный восковой налет - сочетаются с признаками гигроморфного строения - наличием в них губчатой ткани с широкими полостями.

У болотных кустарничков различаются два типа корневой системы. У одних она состоит из старого корневища, молодых корневищных побегов и погребенной части оснований наземных побегов, несущих придаточные корни; у других - из погребенного стволика, несущего придаточные корни. Большая часть погребенного стволика с системой корней, находящихся ниже уровня грунтовых вод, отмирает, но разрушается крайне медленно.

Семейство вересковых объединяет кустарничковые растения высотой до 20-50 см с ясно выраженными деревянистыми стеблями. Для большинства вересковых кустарничков характерны вечнозеленые кожистые цельные листья, не опадающие на зиму.

На болотах из семейства *Ericaceae* встречаются преимущественно следующие виды: багульник болотный (*Ledum palustre*), подбел- белолистник (*Andromeda polifolia*), болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*), вереск

(*Calluna vulgaris*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), вороника (*Empetrum nigrum*), клюква (*Oxycoccus quadripetalus*).

Багульник - невысокий кустарничек, высотой до 30 см. Но на сухих местах и в тени он может достигать 1,5 м высоты. Листья багульника блестящие, кожистые, с завернутыми вниз краями. Нижняя сторона листа опушена волосками. Цветет багульник в конце мая - начале июня и очень обильно. Во всех надземных частях содержится много (до 2 %) эфирного масла ледола с одурманивающим запахом, вызывающим головную боль. Багульник широко распространен в лесной и тундровой зонах северного полушария. В северной части лесной зоны он встречается и на незаболоченных почвах, в условиях вечной мерзлоты. Роль багульника как торфообразователя невелика.

Клюква - растение вечнозеленое. Клюква болотная, четырехлепестковая - стелющийся кустарничек с нитевидными ползучими побегами. Кустарничком она считается потому, что ее стебель одревеснивает и покрывается сверху корой с защитной пробковой тканью, как и ветви деревьев.

Обычно встречаются 2 вида клюквы: четырехлепестная (*Oxycoccus quadripetalus*) и мелкоплодная (*O. microcarpus*).

Северная граница ареала вида проходит около полярного круга. Встречается на олиготрофных и мезотрофных болотах от умеренно влажных до сильно обводненных топей. Столь же широк для нее интервал кислотности среды.

Черника (*Vaccinium myrtillus*) - довольно широко распространенный кустарничек с опадающими на зиму листьями. На болотах встречается на хорошо дренированных участках. Черника образует сплошной покров или ее заросли чередуются с зарослями багульника, болотного мирта, голубики, с участками открытого сфагнового болота.

Брусника (*Vaccinium vitisidaea*) - вечнозеленое растение и широко распространенный вид. В пределах своего ареала обитает в различных условиях, на сырых, сухих и сильно заболоченных почвах.

На болотах встречается в тех же условиях, что и черника, но может произрастать на участках с более глубокой залежью (до 4 м). По своему облику кустарники весенней брусники почти не отличаются от осенней, но цвет их темнее. Перезимовавшие почки долго не трогаются в рост, молодые побеги появляются почти в начале лета. Цветки маленькие белые, напоминающие колокольчики ландыша. Размножается брусника, как и черника, семенами и вегетативно.

Болотный мирт, кассандра (*Chamaedaphne calyculata*) – симподиально ветвящийся кустарничек с крупными продолговатыми зубчатыми листьями, один из основных компонентов растительных сообществ верховых болот. Типичный вечнозеленый кустарничек до 25 см высотой или кустарник, если достигает высоты 1 м. Размеры его, так же как и багульника, в значительной степени обуславливаются глубиной снегового покрова. Новые побеги появляются ежегодно только из почек возобновления на верхушках прошлогодних ветвей.

Широко распространен на верховых болотах лесной зоны северного полушария; на переходных и низинных болотах встречается реже и почти всегда на повышениях рельефа.

Очень нетребовательное растение. Степень увлажнения, как и для багульника, не имеет значения.

Подбел-белолистник, андромеда (*Andromeda polifolia*) - небольшой кустарничек с тонкими красно-бурыми стеблями. Листья продолговато-ланцетные, зимуют в зеленом состоянии. Цветки ярко-розового оттенка собраны в верхушечные соцветия. Цветет подбел в мае, несколько позднее болотного мирта. Подбел широко распространен в областях с умеренным и холодным климатом, растет почти исключительно на болотах, в особенности на верховых. Не требователен к условиям питания. Подбел хорошо

разрастается в условиях умеренного увлажнения на повышениях микрорельефа, но бывает столь же обилен вплоть до мочажин. Подбел относится к основным очень устойчивым компонентам растительного покрова верховых болот.

Вереск (*Calluna vulgaris*) - ветвистый кустарничек с деревянистыми стеблями и с мелкими кожистыми вечнозелеными листьями. Цветки мелкие лиловые, собранные в однобокие кисти. Цветет в августе. Встречается на северо-западе на верховых болотах. Активно разрастается на выгоревших участках болот.

Из семейства водяниковых на верховых болотах произрастает водяника или вороника, шикша (*Empetrum nigrum*) - вечнозеленый кустарничек высотой до 40 см с лежачим стеблем и приподнимающимися ветвями. Они густо покрыты мелкими, линейными листьями на коротких черешках. Плод - черная шаровидная ягода. Водяника широко распространена в тундровой зоне, северной полосе лесной зоны.

Кустарники. Кустарники наиболее характерны для растительного покрова низинных болот и представлены многими видами рода ивы (*Salix*) одноименного семейства (*Salicaceae*). На низинных пойменных болотах произрастают высокие ивы (до 5 м): пятитычиночная (*S. pentandra*), трехтычиночная (*S. triandra*), пепельная (*S. cinerea*), ломкая (*S. fragilis*). Из мелких ив встречается ива лапландская (*S. lapponum*), розмаринолистная (*S. rosmarinifolia*). На низинных, переходных болотах растут более низкие ивы (0,3-0,8 м), например черниковидная (*S. myrtilloides*).

Довольно редки на болотах шиповник (*Rosa sp.*), жимолость (*Lonicera xylosteum* и др.), крушина (*Frangula alnus*), калина (*Viburnum opulus*), можжевельник (*Juniperus communis*). На приморских травяных низинных, а также травяно-сфагновых переходных болотах на северо-западе произрастает восковник болотный (*Myrica gale*). Это кустарник, высотой 0,51,5 м.

В целом видовой состав кустарников на верховых болотах ограничен. Здесь представлена березка карликовая (*Betula nana*) - кустарник высотой до 1 м и округлыми мелкозубчатыми листьями, береза приземистая и пушистая.

В средней и южной тайге карликовая береза распространена на верховых болотах, реже на переходных и низинных. Березовые - высокоразвитые растения, хорошо приспосабливающиеся к условиям обитания. Большинство берез очень морозостойки, не страдают от весенних заморозков, переносят вечную мерзлоту и суровые условия севера благодаря прекрасной защите стволов корой и пробкой. К почвам береза не требовательна. Она встречается на сырых берегах рек и морей, на болотах, в болотистых тундрах.

Береза карликовая (*Betula nana*) - кустарник высотой 0,2-0,8 м с восходящими ветвями. Листья мелкие, округлые. Произрастает главным образом на верховых болотах северных (тундровых) районов, образуя нередко сплошной кустарниковый ярус; реже встречается на низинных болотах.

Береза приземистая (*Betula humilis*) - высокий, сильно ветвистый кустарник высотой до 1-2 м. Листья с четырьмя-пятью, реже шестью парами боковых жилок, яйцевидно-округлые, зубчатые. Встречается на низинных, часто сильно топких ключевых осоково-гипновых болотах.

Береза Миддендорфа (*Betula middendorffii*) - раскидистый кустарник высотой до 0,5-2,5 м с почти округлыми зубчатыми листьями, встречается в подлеске лиственничных и березовых лесов, на переходных и верховых моховых болотах. Произрастание ограничено Азиатским материком.

Береза тощая (*Betula exilis*) - низкий ветвистый кустарник (высотой 20-120 см) с приподнимающимися ветвями, с закругленной верхушкой и тупозубчатыми мелкими листочками. Произрастает в тундре на сфагновых болотах лесной зоны.

Древесные породы. Из хвойных (голосеменных) пород - это сосна, кедр, ель и лиственница, а из лиственных (покрытосеменных) главным образом береза и ольха.

Семейство сосновых (*Pinaceae*). Сосна обыкновенная (*Pinus silvestris*) - одно из наиболее характерных растений древесного яруса на верховых болотах. Ряд угнетенных форм болотной сосны (*f. uliginosa*, *f. litwinowii*, *f. willkommii* и *f. pumila*). Эти формы сосны различаются по высоте, характеру кроны, длине и ширине шишек. Лучший рост дает сосна *f. uliginosa*. Это дерево высотой до 10-12 м с более или менее прямым стволом и шаровидной кроной на верхушке ствола. Сравнительно густые насаждения она дает по окрайкам болот или на значительно дренируемых участках. Сосна *f. litwinowii* - дерево высотой 2-4 м с яйцевидной, реже шаровидной кроной. Встречается она на верховых болотах довольно часто в границах распространения болот этого типа.

Сосна *f. willkommii* - дерево высотой 1-3 м с прямым стволом и тупоконусовидной кроной. Ветвление густое, всестороннее; ветви отходят от ствола под прямым углом, начиная почти от корневой шейки. Растет она при несколько большем обводнении, чем сосна *f. litwinowii*, но в условиях лучшего освещения. Сосна *f. pumila* - кустарник высотой 0,75-1,5 м. Эта угнетенная сосна встречается в центральных частях сильно обводненных участков болот в северо-западных и западных районах европейской части России. Она имеет облик чахлого кустарника, иногда почти полностью погребенного под сфагновым покровом, над которым поднимаются только верхушки его ветвей.

Кедр сибирский (*Pinus sibirica*) распространен на верховых болотах Западной и Восточной Сибири, а на Урале растет по окраинам крупных низинных болот в елово-кедровых сограх.

Ель обыкновенная (*Picea abies*) - теневыносливое влаголюбивое растение, плохо переносящее избыток воды, особенно застойной. Поэтому,

как правило, она не растет на верховых болотах и встречается чаще вместе с ольхой на таких участках низинных болот, где имеется проточная вода.

Лиственница (*Larix*). На болотах азиатской части России встречаются два вида лиственниц: лиственница сибирская (*L. sibirica*) и лиственница даурская (*L. dahurica*). Вторая ограничена в своем распространении Восточной Сибирью, Сахалином и Камчаткой.

3.2. Фауна Западно-Сибирской равнины

Фауна болот Западно-Сибирской равнины довольно бедна и слабо изучена. Причина этого в отсутствии среди болотных животных тех видов, которые могут быть эффективно использованы в народном хозяйстве, а также значительная трудоемкость исследований в болотных массивах. Чтобы получить достоверное представление о составе болотной фауны, ее сезонных и территориальных изменениях, приходится закладывать маршруты гораздо большей протяженности, чем в более густо и равномерно населенных угодьях дренированного или пойменного комплексов.

Поэтому фауна западносибирских болот может быть охарактеризована преимущественно с качественной стороны по составу обитающих на них видов и способам освоения ими заболоченных территорий.

Все виды животных, встречающиеся на территории болот, можно подразделить на три категории. **К первой категории** относятся виды, представители которых размножаются на болотах, - болота служат для них и воспроизводственными, и кормовыми угодьями. **Во вторую категорию** входят виды, не размножающиеся на территории болот, но использующие ее в качестве нагульных (кормовых) сезонных угодий. **Третья категория** - это виды, экологически не связанные с болотами, но использующие их во время сезонных перекочевок в качестве краткосрочных кормовых наряду с другими угодьями той же природной зоны, которые в целом оказываются для них предпочтительнее. Первую категорию видов можно назвать болотными, вторую - условно болотными, третью - неболотными животными.

Первая категория животных. Наиболее характерными обитателями болот Западно-Сибирской равнины, связанными с болотным ландшафтом всеми сторонами своей экологии, являются представители всего двух отрядов - ржанкообразных и журавлеобразных.

Из куликов наиболее широк ареал обыкновенного бекаса (*Gallinago gallinago*). Он распространен от кустарниковой тундры до сухих степей на юге. Несколько более узок ареал у дупеля (*G. media*), азиатского бекаса (*G. stenura*) и гаршнепа (*Lyrnnocryptes minima*). Они встречаются от лесотундры до лесостепи.

Распространение турухтана (*Philomachus pugnax*) связано с наличием довольно крупных торфяных бугров, на вершине которых эта птица устраивает свои красочные тока. Ареал турухтана в Западной Сибири в общих чертах совпадает с распространением мелкокочковатых и крупнобугристых торфяников.

Травяные болота тундры, лесотундры и северной тайги Западной Сибири населяет фифи (*Tringa glareola*); на болотных водоемах южной тайги экологическим аналогом фифи является черныш (*T. ochropus*). Травяные болота тундры населяет также малый веретенник (*Limosa lapponica*), по-видимому, грязовик (*Limicola falcinellus*), а лесотундры - щеголь (*Tringa erythropus*). В южной тайге обитают травник (*Tringa totanus*) и большой веретенник (*Limosa limosa*). На болотных водоемах в степи и лесостепи встречается поручейник (*T. stagnatilis*) и лесной дупель (*Gallinago me gala*).

Все перечисленные кулики гнездятся в осоковых кочкарниках и кормятся на грязевых отмелях и мелководьях по краям болотных водоемов. Моховые болота южной части тундровой зоны населяют ржанки - золотистая и бурокрылая (*Pluvialis apricaria*, *P. dominica*), а также тулес (*Squatarola squatarola*). Из них первый вид в небольшом количестве гнездится также в лесотундре и даже изредка в северной тайге. Однако после вывода птенцов и их возмужания выводки золотистых ржанок откочевывают на север в более

свойственные им места обитания. То же наблюдается и у гнездящегося здесь же среднего кроншнепа (*Numenius phaetorius*).

На моховых болотах южной тайги Западной Сибири экологические аналоги среднего кроншнепа - кроншнеп большой (*N. arquatus*), а также крайне редкий, возможно, совсем уже вымерший малый кроншнеп (*N. tenuirostris*).

Из журавлеобразных типичным обитателем моховых болот южной и средней тайги является серый журавль (*Grus grus*). Он спорадически гнездится на наиболее обширных по размерам и труднодоступных болотах. В поисках пищи журавль может ежедневно преодолевать большие расстояния.

Кормом ему служат различные низшие позвоночные змеи, лягушки, ящерицы и луговые грызуны. Ареал серого журавля в Западной Сибири совпадает с распространением основной массы амфибий и рептилий.

В северной тайге и лесотундре экологический аналог серого журавля - белый журавль, или стерх (*Grus leucogeranus*).

Эта крупная красивая птица с ярко-белым оперением. Она хорошо заметна на фоне любой окружающей ее растительности. Была почти полностью истреблена еще в конце XVIII века. В настоящее время отдельные пары стерхов гнездятся в узком очаге на болотах северной окраины лесной зоны по правобережью низовьев Оби.

На травяных болотах южной тайги и лесостепи распространены представители еще одной группы журавлеобразных - погоныши: обыкновенный погоныш (*Porzana porzana*); малая курочка (*P. parva*) и курочка крошка (*P. pusilla*). Кроме того, на этих же водоемах кормятся цапли: серая цапля (*Ardea cinerea* L.), большая выпь (*Botaurus stellaris* L.) и волчок, или малая выпь (*Ixobrychus minutus* L.), а также черный аист (*Ciconia nigra* L.). Однако все эти виды обитают не только на болотах, но и на заросших тростником озерах, а серая цапля и черный аист к тому же гнездятся на деревьях. Поэтому все перечисленные виды относятся к факультативно-болотным животным.

Из гусеобразных на болотах лесной зоны обитают представители двух видов - лебедь кликун (*Cygnus cygnus*) и гусь гуменник (*Anser falalis*). Для их обитания, кроме поймы Оби, пригодны в основном лишь заболоченные водораздельные пространства. Лебедь кликун выбирает для гнездования наиболее открытые, хорошо просматриваемые и обширные болотные массивы со значительной водной поверхностью. Гусь гуменник, наоборот, предпочитает более закрытые, заросшие ивняком места, обычно вблизи небольших, медленно текущих речек. Оба вида за пределами лесной зоны не относятся к болотным, населяя эвтрофные водоемы лесотундры и южной тундры. В степной и лесостепной зонах их аналогами являются лебедь шипун (*C. olor*) и серый гусь (*A. anser*). Обе птицы стали редкостью.

Из хищников на травяных болотах лесной и лесотундровой зон гнездится болотная сова (*Asio ilammeus*). Однако за кормом, особенно в осеннее время, выводки этих сов вылетают на берега таежных рек, где население грызунов и мелких птиц богаче. В дневное время над болотами пролетают в поисках добычи полевой лунь и мохноногий канюк, ястреб тетеревятник и ястребиная сова, даже орлан белохвост и скопа. Но основные промысловые угодья всех этих хищников также приурочены к берегам и поймам таежных рек.

Из мелких воробьиных птиц постоянными обитателями болот в северной тайге являются желтая трясогузка (*Motacilla flava*) и овсянка крошка (*Emberiza pusilla*), в южной тайге - овсянка ремез (*E. rustica*) и овсянка камышовая (*E. schoenichus*).

В кустарниковом поясе болот лесной зоны гнездятся дрозды (белобровик, рябинник, певчий, сибирский темнозобый), варакушки, сорокопуты (серый сорокопут и сибирский жулан), соловьи (восточный и красношейка), пеночки (теньковка, таловка, весничка, зарничка, зеленая), зимородок. Желтоголовая трясогузка (*M. citreola*) распространена отдельными очагами в лесотундре и лесостепи.

Вторая категория животных - виды, не размножающиеся в пределах болот, но регулярно встречающиеся на них в летнее или осеннее время и проводящие на болотах ежегодно значительную часть времени. К ним относятся крупные растительноядные звери и птицы (лось, дикий северный олень, глухарь, тетерев).

Лось (*Alces alces*) в последние десятилетия широко распространился в Западной Сибири, по долинам таежных рек он выходит в лесотундру и южную тундру. Однако основная масса лосей сосредоточена в южной и средней тайге, а также в лесостепной зоне. Главные места обитания лосей зимой - наиболее густые сомкнутые древесные насаждения, обеспечивающие хорошие защитные условия и богатые веточными кормами. В летнее время лоси держатся на болотных массивах, особенно в наиболее обводненных их частях. По мере высыхания к концу лета мелких болотных водоемов и деградации травянистой растительности, лоси переходят к окраинам болот, где питаются злаками, кипреем и веточным кормом.

Дикие северные олени (*Rangifer tarandus*) тундровой формы проводят зиму на лишайниковых буграх по возвышенностям, главным образом в верховьях Пура и междуречье Пура и Таза. В летнее время они выходят в центральные части Гыданского полуострова, где обитают в наиболее богатых озерами и зелеными кормами угодьях. Дикие северные олени таежной формы зимуют в ягельниковых борах по Сибирским Увалам и предгорьям Урала. На лето они переходят в массивы лесных болот, где весной и осенью питаются смешанным веточно-травяно-лишайниковым, а в начале и середине лета почти исключительно зеленым травяным кормом. Лесные болота таежной зоны - единственный тип пастбищ, изобилующих зеленой массой, доступной для оленей, и в то же время сравнительно бедных гнусом. Использование лесных болот - необходимое условие существования таежной формы дикого северного оленя в Западной Сибири.

Глухарь (*Tetrao urogallus*) и тетерев (*Lyrurus tetrix*) широко распространены в Западной Сибири. Основные места обитания глухаря -

сомкнутые темнохвойные леса средне- и южнотаежного типа с преобладанием кедра и ели, с мохово-ягодниковым покровом, изобилующие валежником и буреломом. Однако большое количество гнезд встречается и в чапыгах - зарослях густых кустов по окраинам болот.

При обилии в центральных частях Западно-Сибирской равнины моховых болот, окруженных густым кустарниковым поясом, к угольям глухаря относится от 80 до 100 % территории. В чапыгах, если в них нередко ель и серая ольха, гнездится и рябчик (*Tetrastes bonasia*). Оптимальный тип угодий для этого вида - заболоченные березняки южной тайги. В осеннее время выводки глухарей и тетеревов по несколько недель обитают в окрестностях моховых болот, в растительном покрове которых много ягодниковых кустарничков. Уже с конца августа выводки глухарей и тетеревов начинают скапливаться вокруг таких болот. В середине сентября с началом концентрации глухарей на галечниках по долинам рек выводки этих птиц чаще встречаются на лесных ягодниках, чем по болотам. Выводки же тетеревов задерживаются на болотных ягодниках до первого глубокого снега.

Третья категория животных. Наконец, еще одна большая группа позвоночных животных постоянно обитает на болотах, но с использованием собственно болотных угодий она экологически (прямо или косвенно) не связана. Прежде всего это мелкие и средние млекопитающие - грызуны, насекомоядные, хищники. В пределах болотных комплексов могут быть, по-видимому, встречены все виды грызунов и насекомоядных, обитающих на той же широте в окружающих болота суходолах.

К ним относятся серые и рыжие полевки (обыкновенная, пашенная, водяная, красная, экономка), ондатра, многие виды землероек, летучие мыши. В кедровых редколесьях, покрывающих склоны наиболее крупных торфяных бугров, отмечаются виды, связанные всеми сторонами своей экологии с высокоствольным хвойным лесом, - бурундуки, белки, клесты, выюрки, ореховки, кукушки, сорокопуть, синицы, дятлы. Однако все они занимают или временно используют не собственно болотные уголья - фации,

где болотные процессы протекают наиболее активно, а формы рельефа, связанные с деградацией болота, участки с начальными фазами разболочивания территории, которые встречаются в пределах любого достаточно крупного болотного массива.

В погоне за мелкими млекопитающими на заболоченные территории заходят средние и крупные хищники - волк, лисица, песец, россомаха, соболь, колонок, горноста́й, ласка и даже медведь. Все эти виды, периодически встречающиеся на болотах, хотя и не связанные экологически сколько-нибудь тесно с использованием переувлажненных территорий, могут быть названы факультативно-болотными. Следует учесть также, что все виды наземных хищников, за исключением медведя, появляются на заболоченных территориях преимущественно в зимнее время, когда болота замерзают и становятся проходимыми, а аборигенов болотной фауны там уже нет. В сезоны, когда число грызунов в суходольных лесах и речных поймах достаточно велико, посещение хищниками болот почти не наблюдается.

Из низших позвоночных в пределах болот лесной зоны встречаются живородящая и прыткая ящерицы (*Lacerta vivipara* и *L. agilis*), лягушки сибирская и остромордая (*Rana terrestris* и *R. cruenta*). Все виды пресмыкающихся и земноводных распространены на болотах лишь вблизи небольших пересекающих болотные массивы ручьев и речек, и численность их здесь невысока. Широкому распространению их в глубину болот, так же как и к северу, препятствует неблагоприятный температурный режим заболоченных пространств.

Изобилующие на Западно-Сибирской равнине водоемы обычно бессточны, сильно гумифицированы, содержание в воде кислорода низкое и поэтому, как отмечалось, они очень бедны планктоном и бентосом, а также высшей растительностью или почти лишены их.

В большей части водоемов рыба не обитает. Например, в бассейнах Пура и Таза, где насчитывается больше 120 тыс. озер, общей площадью 1,6 млн га, рыба населяет лишь 500 озер общей площадью 120 тыс. га.

Содержание кислорода в воде болотных водоемов не превышает 3-5 мг/л. Поэтому в подавляющей части болотных водоемов может обитать практически только карась (*Carassius carassius*).

Из беспозвоночных в составе фауны болот наиболее широко распространены комары (представители родов *Aedes*, *Culex*, *Anopheles* и др.), а также мошки, слепни и мокрецы. Все виды летающих кровососущих, однако, характерны не только для болотного комплекса; в меньшем количестве они встречаются и во всех других ландшафтах северной части Западно-Сибирской равнины и не могут быть, таким образом, отнесены к специфически болотным видам. В кустарниковом поясе болот обычны, а местами и многочисленны иксодовые клещи (*Ixodidae*).

Бедность фитоценозов олиготрофных водораздельных болот цветковыми растениями приводит к почти полному отсутствию в составе их фауны насекомых-опылителей (дневных бабочек, пчел, шмелей, ос, многих видов мух). Основной объем биомассы почвенной фауны и фауны прогреваемых мелководий заболоченных территорий составляют личинки различных кровососущих и некровососущих комаров (*Culicidae*, *Tipulidae*, *Tendipendidae*), других двукрылых, а также малощетинковые черви (*Oligochaeta*). Эти группы составляют основной корм специфических обитателей болот - куликов.

Обилие мелких летающих насекомых обуславливает присутствие в болотных массивах большого количества стрекоз (*Odonata*).

Гидротермический режим болот препятствует широкому распространению и росту численности холонокровных животных, не имеющих механизма регуляции температуры тела. Все беспозвоночные - обитатели болот в той или иной степени, а порой и в большом количестве населяют окружающие болота суходольные и особенно пойменные угодья. Встречаемость на болотах обитателей дренированных пространств зависит от степени распространения этих комплексов внутри болот. Все это не позволяет отнести, по-видимому, ни одну из групп беспозвоночных к

специфически болотным видам, и за ними следует оставить статус факультативно-болотных животных.

Для всех групп позвоночных животных, встречающихся на болотах, характерна отчетливая сезонность пребывания.

К собственно болотным принадлежат перелетные птицы, появляющиеся в Западной Сибири ранней весной и покидающие гнездовья осенью. Сезонность обитания на болотах характеризует также значительную часть условно-болотных животных. Крупные копытные звери и тетеревиные птицы, объединяемые потребностью в растительных кормах, также покидают болота на зиму. Круглогодичные обитатели болот - заяц беляк и белая куропатка, но их поголовье концентрируется зимой и летом по окраинам болот и в заболоченных лесах, изобилующих кустарниковой растительностью. Мелкие же грызуны и насекомоядные, обитающие на болотах, целиком относятся к группе неболотных животных.

Увеличение заболоченности территории Западно-Сибирской равнины, связанное с уменьшением интенсивности водно- и теплообменных процессов и с возрастанием суровости климата, отражается как в последовательном уменьшении к северу разнообразия фауны (списка постоянно обитающих видов), так и в возрастающем удельном весе болотных животных.

3.3. Типы болотных биогеоценозов и закономерности их распределения на территории России

Болотная растительность подразделяется на четыре типа, которым присваивает следующие названия:

- эвтрофные биогеоценозы намывного питания,
- эвтрофные моховые биогеоценозы грунтового питания,
- мезотрофные сфагновые биогеоценозы,
- олиготрофные биогеоценозы.

Низинный тип биогеоценозов встречается в условиях богатого грунтового или намывного питания. Зольность субстрата составляет от 5 до

18 %. Реакция среды слабокислая или нейтральная, или даже щелочная.

Переходный тип находится в условиях питания бедными грунтовыми водами; зольность субстрата от 4 до 5 %. Реакция среды слабокислая.

Верховой - в условиях питания бедными, преимущественно атмосферными водами. Зольность субстрата до 4 %. Реакция среды кислая. Таким образом, эвтрофный тип имеет большую амплитуду зольности среды (в зависимости от различных источников питания) и имеет в связи с этим довольно богатый видовой состав и большое разнообразие фитоценозов. У мезотрофного и олиготрофного типов амплитуда зольности среды невелика, поэтому небогат и видовой состав растительности.

По степени обводненности болота делятся:

- на обильно и постоянно увлажняемые топи, когда вода стоит над поверхностью или вровень с моховым покровом;
- периодически увлажняемые участки, где в засушливые периоды уровень грунтовых вод опускается глубже 40 см.

Эта разница в экологических условиях в отношении степени обводнения отражается в растительном покрове преобладанием тех или иных растений. В наименее обводненных биогеоценозах главная роль принадлежит древесным породам, с увеличением степени увлажнения основными эдификаторами фитоценозов становятся травянистые растения, и в условиях максимального обводнения роль эдификаторов переходит ко мхам. Поэтому биогеоценозы в пределах каждого типа делят на группы: **древесную, древесно-травяную, древесно-моховую, травяную, травяно-моховую и моховую.**

Перечисленные выше шесть групп объединяют и три подтипа: лесной, лесо-топяной и топяной. К лесному относят древесную группу биогеоценозов, к лесо-топяному - древесно-травяную и древесно-моховую группы, а топяной подтип объединяет биогеоценозы трех остальных групп: травяной, травяно-моховой и моховой.

3.3.1 Биогеоценозы эвтрофного типа

Условия водно-минерального питания биогеоценозов эвтрофного типа, наиболее разнообразные по химическому составу питающих вод, благоприятствуют развитию богатого растительного покрова.

В древесном ярусе встречаются: береза пушистая (*Betula pubescens*), ольха клейкая (*Alnus glutinosa*), ель (*Picea adies*), сосна (*Pinus silvestris*).

В кустарниковом ярусе - береза приземистая (*Bitula humilis*), ива черниковидная (*Salix myrtilloies*), ива пепельная (*S. cinerea*), ива лапландская (*S. lapponum*), ива розмаринолистная (*S. rosmarinifolia*).

В травяном ярусе - осоки (*Cyperaceae*), тростник обыкновенный (*Phragmites communis*), вейник (*Calamagrostis*), хвощ (*Equisetum*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), вахта (*Menyanthes trifoliata*), лабазник (*Filipendula ulmaria*), щитовник (*Thelypteris palustris*).

В моховом покрове - зеленые мхи (*Drepanocladus vernicosus*, *D. sendtneri*, *D. aduncus*, *Calliergon giganteum*, *Calliergonella cuspidatum*, *Tomenthypnum nitens*, *Meesia triquetra*) и сфагновые мхи (*Sph. centrale*, *Sph. warnstorffii*, *Sph. obtusum*, *Sph. subsecundum*, *Sph. teres*).

Низинный тип биогеоценозов подразделяется на три подтипа: лесной, лесо- топяной и топяной, объединяющие группы: древесную, древесно-травяную, древесно-моховую, травяную, травяно-моховую и моховую.

Древесная группа: Ольшаники, березняки, сосняки низинные, ивняки низинные.

Древесно-травяная группа: Древесно-осоковые биогеоценозы, древесно-тростниковые биогеоценозы, древесно-хвощовый биогеоценоз, древесно-моховая группа.

В биогеоценозах **древесно-моховой** группы отмечаются: Древесно-осоково-типновые биогеоценозы, древесно-осоково-сфагновые биогеоценозы.

Травяная группа: Хвощовые, тростниковые, тростниково-осоковые-вахтовые, осоковые, осоково - гипновые низинные, осоково - сфагновые низинные биогеоценозы.

Моховая группа: Гипновые низинные, сфагновые низинные биогеоценозы.

3.3.2 Биогеоценозы мезотрофного типа

Переходные типы биогеоценозов располагаются на контакте между эвтрофными и олиготрофными типами и состоят из растений того и другого типов.

Древесный ярус образован сосной и березой примерно в равных количествах. Среди кустарников встречаются багульник (*Ledum palustre*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), клюква (*Oxycoccus quadripetalus*); из травянистых - пушица (*Eriophorum vaginatum*) и осоки (*C. lasiocarpa*, *C. rostrata*); в моховом покрове - сфагновые мхи, типичные для олиготрофных болот *Sph. magellanicum*, *Sph. angustifolium*, *Sph. papillosum* (на кочках) и типично эвтрофные *Sph. subsecundum*, *Sph. obtusum* (между кочками). Также между кочками встречаются и зеленые мхи: *Drepanocladus*, *Aulacomnium*.

Древесная группа: Древесные переходные биогеоценозы

Древесно-травяная группа: Древесно-осоковые переходные биогеоценозы

Древесно-моховая группа: Древесно-моховые переходные

Травяная группа: Осоковые переходные, Шейхцериевые переходные биогеоценозы.

Травяно-моховая группа: Осоково-сфагновые переходные биогеоценозы.

Моховая группа: Гипновые переходные, сфагновые переходные биогеоценозы, Аапа-комплекс

3.3.3. Биогеоценозы олиготрофного типа

Древесный ярус этого комплекса представлен сосной различных болотных форм (в районах Западной Сибири - сибирским кедром; Восточной Сибири, Камчатки и Сахалина - лиственницей); кустарничковый покров составляют: болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*), подбел (*Andromeda polifolia*), багульник (*Ledum palustre*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), водяника (*Empetrum nigrum*), клюква четырехлепестная, или болотная (*Oxycoccus quadripetalus*); клюква мелкоплодная (*O. microcarpus*). Травяной ярус состоит из пушицы (*Eriophorum vaginatum*), очеретника (*Rhynchospora alba*), шейхцерии (*Scheuchzeria palustris*), иногда осоки топяной (*C. limosa*) и осоки малоцветковой (*C. pauciflora*). В моховом покрове основной фон составляют сфагновые мхи: *Sph. fuscum*, *Sph. magellanicum*, *Sph. rubellum*, *Sph. angustifolium*, *Sph. balticum*, *Sph. majus*, *Sph. fallax*, *Sph. cuspidatum*. Общее количество растений олиготрофного типа невелико (около 20 видов), тогда как в эвтрофном типе оно составляет более 100 видов.

Древесная группа: Сосново-кустарниковые биогеоценозы.

Древесно-травяная группа: Сосново - пушицевые биогеоценозы.

Древесно-моховая группа: Сосново - сфагновые биогеоценозы.

Травяная группа: Пушицевые биогеоценозы.

Травяно-моховая группа: Пушицево - сфагновые топи, Шейхцериево - сфагновые топи.

Моховая группа: Ангустифолиум – биогеоценоз, Магелланикум – биогеоценоз, Фускум – биогеоценозы, Грядово-мочажинный комплекс, Грядово-озерный

3.4. Болотные биогеоценозы Западной Сибири

Для биогеоценозов болотных типов таежной и лесостепной зон Западной Сибири О. Л. Лисс впервые разработала классификацию, в которой для выделения таксонов были использованы как статические, так и динамические критерии: состав и структура болотных типов фитоценозов, их

генезис, экологические условия (обводненность, трофность), направление и интенсивность болотообразовательного процесса, возраст.

Эта биогеоценотическая классификация отражает особенности развития и строения болотных систем во времени и в пространстве. В ней предлагаются фитоценозы в ранге групп формаций, выделенные по доминирующему роду. Фитоценозы такого ранга четко выявляемы на космических и аэрофотоснимках (т. е. выражены в пространстве) и генетически связаны с определенными видами торфа (т. е. выражены во времени). Принципиальным в данной классификации является выбор таксономического ранга типов фитоценозов, используемых для выделения и наименования соответствующих типов болотных биогеоценозов.

В пределах болотных систем Западно-Сибирской равнины выявлено более 60 типов болотных биогеоценозов, из них 25 - эвтрофного, 17 - мезотрофного, 19 - олиготрофного и 4 - гетеротрофного типа.

3.4.1. Биогеоценозы эвтрофного типа

В расположении болотных биогеоценозов, относящихся к эвтрофному типу, выявляется следующая закономерность: на севере (тундра, лесотундра) и на юге (подтайга, лесостепь) болотные системы встречаются как на террасах, так и на водораздельных равнинах. В центральной части Западно-Сибирской равнины (северная, средняя, южная тайга) биогеоценозы эвтрофного типа приурочены преимущественно к речным поймам.

На водораздельных равнинах и террасах они встречаются фрагментарно - по окраинам олиготрофных болот. В центральных частях болот они формируются в основном вблизи болотных речек, приурочены к транзитным топям, топям выклинивания. В этих условиях более богатый водно-минеральный режим, соответствующий произрастанию эвтрофных видов, создается не только за счет подтока грунтовых вод, но и благодаря постоянному сбросу поверхностных болотных вод с выпуклых олиготрофных участков. Из 25 типов, здесь приводятся широко

распространенные в Западной Сибири биогеоценозы, описание всех остальных можно найти в книге О. Л. Лисс и др. «Болотные системы Западной Сибири» (2001).

Сосново-елово-кедрово-березовый тип биогеоценозов (согра).

Березово-осоковый тип биогеоценозов.

Осоково-гипновый тип биогеоценозов.

3.4.2 Биогеоценозы мезотрофного типа

Биогеоценозы мезотрофных типов на болотах Западной Сибири не занимают больших площадей. Обычно они встречаются в виде фрагментов на контактах олиготрофных и эвтрофных участков, вблизи внутренних минеральных островов, по окраинам олиготрофных болотных систем. Приведем описание осоково-гипнового типа биогеоценоза, чтобы можно было сравнить с подобным же (см. выше), относящегося к биогеоценозам эвтрофного типа.

Осоково-гипновый тип биогеоценозов

3.4.3. Биогеоценозы олиготрофного типа

Биогеоценозы олиготрофного типа - это достаточно своеобразные природные образования. Необходимым условием для их формирования является обильное увлажнение и бедный водно-минеральный режим. Такое сочетание экологических условий определяет, с одной стороны, узкий набор видов, с другой стороны, большую комплексность в размещении эдификаторов в зависимости от характера микрорельефа, уклонов поверхности, неравномерного прироста торфа, количественной и качественной характеристик водного режима.

Биогеоценозы олиготрофных типов и их комплексы на болотах Западной Сибири занимают наибольшие территории. Они встречаются во всех ботанико-географических зонах. Но наиболее широко они представлены на болотах в таежной зоне. В качестве примера рассмотрим описание только

сосново-кустарничково-сфагнового, осоково-сфагнового и комплексно-грядово-мочажинного и комплексного озерково-грядово-мочажинного биогеоценозов.

Сосново-кустарничково-сфагновый тип биогеоценозов (рямы) и его географические варианты.

Осоково-сфагновый тип биогеоценозов

Комплексы биогеоценозов грядово-среднемочажинного типа

Комплексы биогеоценозов грядово-мелкомочажинного типа

Комплексный валиково-полигональный тип биогеоценозов.

Комплексный плоскобугристый тип биогеоценозов. Комплексный крупнобугристый тип биогеоценозов.

Гетеротрофный грядово-мочажинный тип биогеоценозов.

Комплексы биогеоценозов этого типа представляют собой сочетания гряд и мочажин, растительный покров которых резко отличается флористическим составом из-за различной трофности.

Комплексы биогеоценозов гетеротрофных типов представляют собой западносибирский вариант аапа-болот. От европейских аапа-болот западносибирские отличаются строением растительного покрова и более широким диапазоном распространения: в Западной Сибири аапа-болота встречаются по всей таежной зоне. В Западной Сибири по сочетанию трофности гряд и мочажин выявлены три варианта комплексов гетеротрофных биогеоценозов: 1) с олиготрофными грядами и мезотрофными мочажинами (комплексы биогеоценозов олиго-мезотрофные); 2) с олиготрофными грядами и эвтрофными мочажинами (комплексы биогеоценозов олигоэвтрофные); 3) с мезотрофными грядами и эвтрофными мочажинами (комплексы биогеоценозов мезоэвтрофные).

РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

4.1. Полевые методы исследования болот

Режимные исследования на болотных стационарах проводятся для изучения водного и теплового балансов, познания трансформационных и обменных процессов в торфяных залежах болотных экосистем, изучения круговорота веществ в системе болото-биосфера и др. Полученные результаты используют для решения различных научных и практических задач: установление влияния болот на водный режим рек, на климат биосферы; определение роли болот в формировании водного и гидрохимического баланса речных водосборов; научное обоснование мероприятий по регулированию водного режима болот при их осушении и освоении; обоснование мероприятий по охране окружающей среды и др.

Программа работ на стационаре включает наблюдения за следующими характеристиками:

- снежный покров;
- промерзание и оттаивание болота;
- уровни болотных вод;
- температура торфяной залежи;
- окислительно-восстановительный потенциал;
- газовый режим торфяной залежи;
- химический состав болотных и речных вод;
- динамика химических элементов в торфяной залежи;
- динамика микробиологической и ферментативной активности;
- биологическая продуктивность;
- и т. д.

Выбор объекта исследования. Выбор определяется поставленными задачами, для решения которых организуются исследовательские работы. При выборе территории для пунктов наблюдений рекомендуется придерживаться следующих общих принципов:

- выбираемая территория должна быть типичной для данного болота;
- на выбранной территории должно быть достаточно места для проведения многолетних исследований;
- по возможности объект исследования должен быть близко расположен к населенным пунктам;
- наличие дорог в районе выбранного массива;
- на массивах с сельскохозяйственной или лесной мелиорацией пункты наблюдений размещают с учетом осушительной сети, характера освоения массива.

Обследование болота. Организации пунктов наблюдений на выбранном болоте должно предшествовать тщательное обследование болотного массива. Для начала необходимо собрать имеющуюся информацию о выбранном объекте из различных информационных источников: геологическое строение, морфология залежи, картографический материал. Далее составляют программу полевых работ, намечают маршруты обследования выбранного объекта.

При обследовании болота выполняют следующие работы:

- описание растительного покрова; составление геоботанических описаний микроландшафтов в пунктах бурения торфяной залежи и в целом по маршруту;
- зондирование торфяной залежи с помощью зондировочного бура для определения ее мощности;
- бурение торфяной залежи проводят до минерального грунта с целью отбора образцов торфа для определения ботанического состава и степени разложения; в минеральном грунте визуально определяется цвет и механический состав;
- определение уровня болотных вод в пунктах бурения торфяной залежи;
- описание гидрографической сети болотного массива. В описании приводят сведения о размерах водотоков и водоемов, их глубине, характере

дна и берегов, степени зарастания водной поверхности. Данные заносят в полевой дневник;

- после выполнения полевых работ и обработки материалов составляют подробное описание болота и выбранных участков для организации пунктов наблюдений. Полевые дневники сдаются на хранение.

Описание растительного покрова. На каждом участке, выбранном для исследований, проводят описание растительного покрова. Основные объекты описания - растительная ассоциация, её флористический состав, количественное соотношение видов, их фенологическое состояние, структура сообщества и другие характеристики.

Флористический состав, то есть список видов в данной ассоциации, за одно посещение полностью выявлен быть не может, но какие-то основные виды определяются или сразу, или в дальнейшем по определителю. При описании растительного покрова собирают гербарий малоизвестных растений. После составления флористического списка выявляются количественные соотношения между видами, произрастающими на данной территории. Для этого применяется шкала оценок обилия Друде.

Проективное покрытие - вертикальная проекция надземных частей растений на поверхность земли.

Фенологические состояния, или фазы сезонного развития, чаще всего отмечаются по шкале профессора В. А. Алёхина:

- растения только вегетируют, находятся в стадии розетки, начинают давать стебель;
- растение выкинуло стебель или стрелку и заметны бутоны;
- растение в стадии расцветания, появляются первые цветки;
- растение в полном цвету;
- растение в стадии отцветания;
- растение отцвело, но семена ещё не созрели и не высыпаются;
- семена, плоды созрели и высыпаются (отпадают);
- вегетация после цветения.

Описание гидрографической сети. Работы по описанию гидрографической сети начинают со сбора сведений о строении и типологии интересующего болотного массива. Одновременно подбирают картографические и аэрофотосъемочные материалы на выбранный болотный массив, выполняют дешифрирование аэрофотоснимков и составляют типологическую карту болот и карту динамики болотных вод (сетку линий стекания). На составленную типологическую карту болотного массива наносят данные выполненных ранее обследований и составляют карту стекания болотных вод (сетку линий стекания). Для составления сеток стекания на полигональных болотах оптимально пользоваться снимками и картами 1:100000, а для бугристых олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных болот - карты масштаба 1:20000 и 1:25000. Затем составляют подробное описание болота и выбранных участков для организации пунктов наблюдений за элементами водного и теплового режимов.

При составлении гидрографической характеристики болота определяют:

- площадь водосборов находящихся на территории рек и их притоков;
- график нарастания площади водосбора;
- для водосбора а) длину, б) среднюю ширину, в) коэффициент вытянутости водосбора, г) среднюю высоту, д) уклон, е) коэффициент ассиметрии;
- гипсографическую кривую водосбора;
- лесистость, озерность и заболоченность водосбора.

Приводят также сведения о размерах водотоков и водоемов, их глубине, характере дна и берегов, скорости течения, степени зарастания водной поверхности растительностью.

Зондировка торфяной залежи и отбор образцов для первичного обследования. При первоначальном обследовании объекта необходимо выяснить характер торфяной залежи. Это можно сделать путем зондирования. Зондировку можно вести либо в направлении наибольшей длины болота, либо по ряду поперечников к основной оси болота. Промеры

торфяной залежи путем зондировки, в зависимости от задачи исследования и размеров болота, выполняют через 50, 100, 200 м.

Зондировкой определяют: толщину наносного слоя (на низинных болотах) или очеса (на верховых болотах), общую мощность торфа, наличие в нем древесных и минеральных включений, грунт дна болота, а также, по визуальной оценке, степень разложения торфа, его влажность, зольность.

Наиболее удобный инструмент для зондирования торфяных болот - бур Гиллера с закрывающимся челноком. Центральная часть челнока полая и имеет для отбора образцов грунта разрез. Верхним концом челнок прикреплен к штанге. При зондировании до глубины менее 2 м штанга может быть сплошной, при больших глубинах ее делают составной из нескольких звеньев. Длина каждого звена 1 м. На верхнем конце зонда укрепляют короткую поперечную трубку, служащую ручкой. По мере погружения бура в торфяную залежь штангу последовательно наращивают до необходимой длины.

При проведении зондировочных работ бур в закрытом состоянии вдавливают вертикально в торфяную залежь и по достижении им заданной глубины слегка вращают его по ходу часовой стрелки. Затем бур вытаскивают. Если в челноке зонда (или в зарубках шеста) будет обнаружен только минеральный грунт или только торф, то зонд опускают в залежь вторично на новом месте, отступя от прежней точки примерно на 1 м, но уже на иную глубину (несколько меньшую, либо несколько большую, в зависимости от того, что было извлечено зондом в первый раз - минеральный грунт или торф).

Необходимо добиться такого положения, чтобы челнок (зарубка) зонда был опущен до основания торфяной залежи (в него в этом случае должны попасть как частицы торфа, так и минеральный грунт). Далее необходимо вычесть из общей глубины толщину минерального наноса или очеса, получаем мощность (толщину) торфяного слоя в данном пункте.

При бурении до минерального грунта включительно с помощью

пробоотборочного бура, например, ТБГ-1 (рис. 3), отбирают образцы торфа (около 300 г) для определения ботанического состава, степени разложения и зольности.

По результатам нивелирования поверхности болота, бурения и зондирования торфяной залежи и данным анализа строят стратиграфический профиль болотного массива.

Рабочая карта и полевой дневник являются основными полевыми документами. Дневник содержит описание водных объектов, поясняющие чертежи, схемы и другие зарисовки, отметки об отобранных образцах и пробах, различного рода соображения и расчеты, связанные с проводимыми исследованиями.

В качестве рабочих карт используют топографические карты, аэрофото- и космоснимки. На рабочую карту наносят все дополняющие топографические, гидрологические и водохозяйственные сведения, полученные в процессе выполнения полевых исследовательских работ. Составляют также схемы маршрутов с нанесением объекта изучения и подъездов к нему, приводят километраж, привязки к местности (ситуационный план). Такие же ситуационные планы составляют непосредственно при исследовании болота.

Одним из правил при составлении карты является нанесение на карту существующих названий исследуемых рек, озер, отдельных урочищ и т. п.

4.2. Стационарные исследования

Стационарные исследования на болотах работы проводят комплексно объединенными усилиями географов, гидрологов, химиков, микробиологов, ботаников. В данных методических рекомендациях описаны методики полевых работ, которые в настоящее время проводятся на стационарах ТГПУ

Гидрологический режим

Болота представляют собой скопления значительных масс воды на

земной поверхности и с этой точки зрения рассматриваются гидрологами как объекты гидрологической науки. Существует даже особый раздел гидрологии - гидрология болот. Классик отечественной гидрологии К. Е. Иванов (1953) в своем определении болота рассматривает его как участок территории, отличающийся тремя очень характерными взаимосвязанными признаками:

- наличием обильного застойного или слабо проточного увлажнения верхних горизонтов почвогрунтов, которое затрудняет доступ воздуха в почву и способствует, при неполном разложении растительности в анаэробных условиях, торфообразованию;
- образованием и накоплением торфа;
- произрастанием особой болотной растительности, приспособленной к обильному увлажнению и недостатку кислорода в почве, причем корни большинства растений находятся в торфе и не достигают подстилающих минеральных грунтов;

Это определение представляет собой, по существу, одну из первых гидролого-экологических моделей болота, справедливо рассматривающих характер увлажнения местности как важнейший фактор образования болот и их развития (экологической сукцессии).

Гидрологический режим - совокупность закономерно повторяющихся изменений состояния водного объекта, присущих ему и отличающих его от других водных объектов. Гидрологический режим болот проявляется в виде многолетних, сезонных и суточных колебаний уровней, расходов и температуры воды, промерзания и ледовых явлений, стока воды и наносов, гидрохимического состава растворенных веществ, русловых деформаций болотных рек и озер. Для количественной оценки элементов гидрологического режима используют гидрологические характеристики, такие как водное питание болот, испарение, сток, подземный водообмен и др.

Рассмотрим методики изучения отдельных гидрологических характеристик:

- снежный покров,
- уровни болотных вод,
- влажность торфяной залежи.

Снежный покров

Наблюдения за снежным покровом проводят в марте для определения запасов воды в снежном покрове, закономерностей распределения снежного покрова и запасов воды по элементам рельефа.

Методика. Прибор для проведения снегосъемок - походный весовой снегомер с лопаткой и переносная снегомерная рейка. Переносной рейкой определяется высота снега, снегомером - вес. Во время снегосъемки при измерении высоты снежного покрова снегомерную переносную рейку необходимо погружать в снег вертикально до поверхности почвы, при этом острый конец ее не должен входить в землю. Если на поверхности почвы имеется притертая ледяная корка, то рейка не должна пробивать ее. Ледяную корку (притертую к поверхности почвы) не следует путать с плотными слоями смерзшегося снега (наста) в толще снежного покрова или на его поверхности, которые при измерении высоты снежного покрова следует пробить рейкой.

При отборе пробы снега цилиндр весового снегомера погружают отвесно в снег отточенным краем вниз, слегка надавливая на него. По шкале цилиндра отсчитывают высоту снега с точностью до 1 см, отгребают лопаткой снег с одной стороны цилиндра и подводят ее под нижний край цилиндра.

Подняв цилиндр вместе с лопаткой, переворачивают его нижним краем вверх и очищают наружную поверхность цилиндра от снега. Пробу снега взвешивают. Для этого цилиндр подвешивают к весам и приводят их в равновесие. После этого, придерживая весы на уровне глаза, отсчитывают деление шкалы линейки весов, с которым совпадает черта на скошенном крае прореза передвижного груза весов. При взвешивании пробы следует стоять спиной к ветру. После взвешивания выбрасывают взятую пробу снега рядом с местом измерения, затем тщательно очищают внутреннюю поверхность

цилиндра от снега.

При высоте снега менее 60 см (меньше высоты цилиндра) плотность снега измеряется путем отбора одной пробы. При высоте снежного покрова более 60 см следует взять несколько проб таким образом, чтобы высота столба снега для каждой пробы была меньше 60 см. Необходимо соблюдать при этом осторожность и не нарушать целостности столба снега при отборе каждой пробы.

В месте отбора снега для измерения плотности определяется состояния поверхности почвы под снегом. Если почва покрыта ледяной коркой, то производится определение толщины их слоя с точностью до 1 см. Состояние почвы отмечается условными буквами: м - мерзлая, т - талая. При этом описывается наличие растительности (деревьев). При наличии мощной рыхлой подстилки высота снега в точках определения плотности измеряется с помощью переносной снегомерной рейки и по цилиндру снегомера. На основании высоты снега, измеренной по цилиндру, вводится поправка в соответствующую высоту снега, полученную по рейке. Эта поправка распространяется на 3 определения высоты снежного покрова. Плотность снега вычисляется по исправленной высоте снега.

На участках с плотно сложившимся снегом (настом, ледяной коркой) погружение цилиндра снегомера следует производить путем его нажима и вращения. Если снежный покров настолько плотен, что его нельзя прорезать нижним краем цилиндра, то надо поставить последний на поверхность снега, осторожно обрубить лопатой уплотненную корку (или лед) вокруг и затем только опускать цилиндр снегомера.

Если снег имеет несколько плотных, трудно проходимых снегомером прослоек, то пробы для определения плотности надо брать в несколько приемов указанными выше способами. Запись наблюдений и замеров ведется в снегомерной книжке.

Уровни болотных вод

Под **режимом болотных вод** понимают процесс изменения их

количественных и качественных показателей (уровня, расхода, температуры, химического состава и т. д.) во времени и пространстве под влиянием естественных и искусственных (антропогенных) факторов.

Для характеристики режима болотных вод используют результаты наблюдений по наблюдательным скважинам (колодцам) на стационарах. Известно, что уровни болотных вод находятся в постоянном изменении под влиянием режимобразующих факторов, к которым относят температуру воздуха, осадки, влажность воздуха, уровень воды в местных водоёмах и водотоках.

Определяющее влияние на режим УБВ оказывают основные компоненты водного баланса - испарение и сток, вызывающие понижение уровней, и атмосферные осадки, пополняющие грунтовые воды. Динамика изменения уровня болотных вод является комплексным показателем воздействия осадков, испарения, стока и водообмена поверхностных и грунтовых вод на болотные воды и гидрологический режим территории. Глубина залегания уровней болотных вод зависит от типов болотных микроландшафтов.

Изменение глубин залегания уровней болотных вод на верховом болоте зависит от многих факторов: времени и количества выпадающих осадков, интенсивности испарения, скорости стекания воды, водоотдачи деятельного слоя торфа. На низинном болоте, кроме того, от интенсивности грунтового и напорного питания, на болотах в поймах рек - от продолжительности и высоты паводков и половодий, от режима уровней воды в реках и озерах.

При всем многообразии болот в динамике изменения уровней болотных вод прослеживаются следующие характерные фазы: повышение уровня воды весной в период снеготаяния; постепенное снижение уровней, нарушаемое выпадающими осадками; летний минимум; осенний подъем уровней, зимний минимум. Весенний максимум связан с максимальной интенсивностью снеготаяния, летнее снижение уровней обусловлено повышенным суммарным испарением с болот, осеннее повышение уровней - сокращением

испарения в связи со снижением температуры воздуха и увеличением осадков, зимний глубокий минимум обусловлен отсутствием осадков, только в оттепели возможно некоторое питание грунтовых вод. Незначительное влияние на снижение уровней зимой оказывает миграция влаги за счёт температурного градиента к фронту промерзания, то есть к подошве мёрзлого слоя.

Таким образом, наблюдения за болотными водами производятся с целью выяснения взаимосвязи между атмосферными, поверхностными и болотными водами, влияния гидрогеологических условий, рельефа, растительного покрова на величину и характер водного режима территории.

Методика. На выделенном участке обустраивается колодец для измерения уровня болотных вод. Колодец представляет собой углубление (яму) размером примерно 50 на 50 см и на глубину ниже минимального уровня болотных вод на 30^50 см. Крепление боковых стенок выполняют из деревянных кольев или досок. Внутрь колодца забивается свая (металлическая или деревянная) проходящая через всю торфяную толщу и входящая в материнскую породу (примерно 0,5 м). Оголовок сваи забивается ниже минимального уровня болотных вод. Уровень болотных вод измеряется сантиметром от оголовка сваи линейкой. В дальнейшем, с целью высотной привязки, проводится нивелировка до постоянного репера.

Вместо колодца можно установить перфорированные трубы высотой 1,5 м с дренажем внизу с последующей их высотной привязкой. Замеры уровней проводятся хлопущкой. Хлопушка медленно опускается в трубу до хлопка, глубина опускания фиксируется и после извлечения измеряется сантиметром. Данные заносят в полевой дневник.

Погодные условия. Параллельно с динамикой уровня болотных вод ведут наблюдения за погодными условиями (в первую очередь за температурой, осадками), либо используют данные близлежащих метеостанций. При изучении водного режима должны быть

охарактеризованы климатические условия, так как главным источником влаги в торфе являются атмосферные осадки, а главным видом ее расхода - ее испарение (физическое и физиологическое), т. е. возврат влаги в атмосферу.

Метеоданные можно запросить у ближайшей к объекту исследований метеостанции. Должны быть охарактеризованы следующие показатели: сумма осадков за месяцы и вегетационный период (с мая по сентябрь), средние температуры воздуха за месяцы, сумма температур более 10°C за месяцы и вегетационный период, гидротермический коэффициент (ГТК по Селянинову). Для оценки гидротермического режима применяются показатели, учитывающие основные климатические факторы - тепло и влага. Месячный и годовой ход климатических элементов следует сравнивать с аналогичными климатическими средними многолетними величинами.

Водные свойства торфяной залежи зависят от свободной и связанной воды. Торф, как известно, имеет пористую структуру с различными размерами и формой пор. **Пористость** - один из основных показателей свободной воды в торфе. Но большая часть воды, находящейся в торфяной залежи, находится в связанном состоянии, она входит в состав твёрдого вещества, удерживается в составе твёрдой фазы, не подчиняется законам гравитации и не вытекает из торфа. Связанная с торфяной массой вода подразделяется на:

а) капиллярную - в узких канальцах, образованных частицами торфа; она передвигается силами поверхностного натяжения; эта вода удаляется из торфяной массы путем суммарного испарения;

б) коллоидальную, которая состоит из смеси воды и мельчайших частиц торфа; удаляется из торфа путем высушивания;

в) осмотическую, содержится внутри неразрушившихся растительных клеток, может быть удалена только после разрушения оболочек этих клеток путем химического воздействия, и

г) гидратную, входящую в вещество торфа в качестве химической

составной части.

Применительно к торфу выделяют для оценки связанной воды молекулярную, осмотическую и капиллярную влагоёмкости. Молекулярная влагоёмкость характеризуется количеством воды, которое может удерживаться торфом в состоянии пленочной влаги, когда поры и пустоты в торфе не заполнены водой, эта вода находится под действием сил поверхностного натяжения. *Осмотическая влагоёмкость* - максимальное количество воды, которое удерживается в торфе клетками растений - торфообразователей. Эта вода содержится в живых и мёртвых клетках не разложившихся остатков растений. Осмотическая влагоёмкость для верхнего (2-20 см) слоя торфа на грядово-мочажинном микрорельефе составляет 12-48 % от объёма. Молекулярная и осмотическая влагоёмкости зависят от степени дисперсности торфа и его ботанического состава зольности и степени разложения.

Водные свойства торфа характеризуют следующие показатели: влажность, влагоёмкость, водопроницаемость и водоотдача. *Влажность почвы* - количество воды, находящейся в данный момент в почве, выраженное в весовых или объёмных процентах. **Водопроницаемость** - свойство почвы принимать и пропускать через себя воду; определяется *коэффициентом фильтрации* почвы (скорость движения грунтовой воды при градиенте, равном единице). *Влагоёмкость* - способность почвы поглощать и удерживать максимальное количество воды, соответствующее в каждый момент времени воздействию на нее внешних сил; подразделяется на следующие виды:

Полная влагоёмкость (ПВ) - количество влаги, удерживаемое почвой в состоянии полного насыщения при заполнении всех пор водой. Полная влагоёмкость меньше пористости на величину «защемленного» водой воздуха, который занимает 1-5 % пор;

Капиллярная влагоёмкость (КВ) - количество воды, удерживаемое почвой в капиллярно-подпертом состоянии;

Наименьшая влагоёмкость (НВ) - максимальное количество влаги, удерживаемое почвой в условиях свободного оттока в равновесно-подвешенном состоянии (когда глубина залегания уровней грунтовых вод больше высоты капиллярного поднятия). Все влагоёмкости оценивают в процентах от объема или от ПВ.

Методика. На выделенном участке делают прикопку ниже максимального снижения УБВ за вегетационный период (не менее 0,7 м). При каждом отборе образцов для определения влажности из нее вычерпывается вода, лопатой до УБВ срезается пласт со стенки прикопки не менее 20 см толщины, и, начиная с нижнего слоя, производится отбор проб в бюксы в пяти повторностях каждые 10 см (глубина отбора измеряется сантиметром).

Бюкс заполняется торфом на 2/3 его объема. В полевой журнал записывают исходные данные и указывают номера бюксов, которые приведены на крышке и на боковой стенке.

В тетради отмечается также состояние образца (степень увлажнения, наличие прослоек минеральных, древесных, других). Затем крышки бюксов фиксируются изолентой для того, чтобы избежать потерь влаги.

Бюксы доставляют в лабораторию. Если влажность не определяют в день отбора образцов, тогда бюксы оставляют в темном прохладном месте (холодильнике) и сверху накрывают влажной тряпкой.

Результаты определения влажности выражают разными способами.

Температурный режим конкретного региона определяется его радиационными условиями. По данным В. Н. Димо (1968, 1972), радиационный баланс центральной таежно-лесной области бореального пояса, куда входит Западно-Сибирская почвенная провинция, определяет формирование торфяных почв, относящихся по тепловому режиму к длительно-сезонно-промерзающему типу. Термический режим Западно-Сибирской провинции характеризуется суммой температур выше 10°C на глубине почвы 20 см 1550-1700°C и средней температурой почвы за теплый

период на той же глубине 5-10°C.

Методика измерения температуры залежи. Температурные датчики представляют собой терморезисторы, отличительной особенностью которых является зависимость величин электрического сопротивления от температуры.

Датчики предварительно проходят тарировку, на основании которой составляется тарировочная таблица зависимости сопротивления от температуры. Система состоит из гидроизолированных датчиков соединенных проводом заданной длины, соответствующей глубине закладки системы. Датчики выведены на разъем. На разъеме фиксируются номера датчиков. Для измерения температуры монтируется электрическая схема.

Перед закладкой датчиков пробоотборочным буром в торфяной залежи бурят скважину необходимой глубины и помещают штангу с датчиками температуры. Разъем остается на поверхности торфяной залежи для замеров. Провода с разъемом укладываются в полиэтиленовый мешок и закрепляются над поверхностью торфяной залежи. Через 30-40 минут снимают показания и заносят их в полевой дневник. В случае попадания на разъем воды, перед измерением его обрабатывают этиловым спиртом.

Сопротивление измеряют с помощью мультиметра, прошедшего поверку (например, DMM 8902).

Показания сопротивлений снимают еженедельно, одновременно с определением влажности и УБВ, а затем в лаборатории по тарировочным таблицам высчитывают температуру и данные записывают в лабораторный журнал.

При необходимости более частого определения температуры торфяной залежи используют датчики «Термохрон». «Термохрон» или Thermochron iButton™, с корпоративным обозначением DS1921, является уникальным устройством температурного мониторинга.

Датчики устанавливаются на деревянной штанге в углубления, вырезанные по диаметру «Термохрона» (датчики, попадающие в слой

промерзания, изолируются также от повреждения мерзлотой). Штанга помещается в пробуренную скважину до заданной глубины на определенный период времени (вегетационный период, год и др.). Как правило, в этом же месте устанавливается датчик «Термохрон» на высоте 2 м для получения данных по температуре воздуха. Датчик необходимо предохранять от воздействия прямых солнечных лучей.

Окислительно-восстановительный режим

Окислительно-восстановительный потенциал в торфяных залежах определяется, как известно, их генетическими свойствами и представляет интерес как в теоретическом, так и в практическом аспектах. ОВП является комплексным показателем происходящих в залежах процессов. Его величины отражают соотношение окисленных и восстановленных форм химических элементов и соединений в ТБЭС, регулируя тем самым процессы количественного и качественного перераспределения вещества.

Методика. Показания в полевых условиях снимают с помощью электронного измерителя ОВП почвы ИПП-02/04.

Для измерения ОВП пользуются системами, состоящими из платинированных стеклянных электродов. Хлорсеребряный электрод (электрод заполняют насыщенным раствором хлористого калия), заглубляется наполовину его длины в торфяную залежь рядом с заглубленными платинированными электродами. В электронный измеритель через систему переключения вставляются 2 шт. электроды, один от хлорсеребряного электрода и другой - от каждого измеряемого платинированного электрода.

Если на разъем попадет вода, перед измерением его промывают этиловым спиртом. Показания датчиков записывают в полевой журнал.

Биохимический режим

Повышенное внимание к микробиологическим исследованиям торфяных болот определяется той огромной ролью, которую играют микроорганизмы в процессе торфогенеза. Известно, что главная роль микроорганизмов сводится к избирательному окислению, разложению и минерализации отдельных

компонентов торфа, снижению молекулярного веса уже разрушенных компонентов. Все это приводит к накоплению при гумификации полимеров ароматического строения - гуминовых и водорастворимых фульвокислот. Последние тормозят деятельность микроорганизмов, так как они представляют собой фенолсодержащие дубители и антиокислители. Особенно это характерно для торфяных залежей олиготрофного торфогенеза. Традиционно эти залежи считаются микробиологически не активными.

Известны работы, в которых микробиологические исследования проводились в отдельных видах и типах торфов, но единичны работы, в которых исследуется весь профиль торфяных залежей, так как большинство исследователей ограничиваются изучением поверхностных слоев, вовлекаемых в дальнейшем в сельское хозяйство и лесохозяйственные работы. Вместе с тем, представляет огромный интерес рассмотреть сукцессию микроорганизмов в торфяной залежи, так как ее характер определяется способностью отдельных видов использовать имеющиеся в наличии органические соединения в условиях разложения торфа. Соотношение между представителями разных групп микроорганизмов в слоях торфяных залежей может быть различным, что, безусловно, отражается и на химическом составе образующихся продуктов превращения торфа. Изучение биохимического режима в торфяных залежах торфяно-болотных экосистем позволяет понять механизмы функционирования болот и их генезиса.

Методика. Согласно заранее выбранным глубинам ежемесячно в течение вегетационного периода проводят отбор образцов торфа. Образцы массой 500-600 г отбирают на специально отведенном месте, выявленном с помощью зондировки до минерального грунта. Минеральный грунт отбирается в количестве 300 г для проведения анализов, назначаемых для минеральных грунтов. Для отбора проб на агрохимический анализ достаточно бурить 4-5 скважины, чтобы набрать требуемую массу образца. В полевом журнале каждый слой необходимо описывать: цвет, влажность,

консистенцию, включения древесины, наилок, сапрпель. После тампонажа линия скважин отмечается колышками, обозначающая линию прежнего отбора образцов.

Буром ТБГ-1 проводится бурение. Если слой пропускается, то торф выкладывается на пленку (этим торфом затем делается тампонаж скважин) и далее берется необходимый слой.

Отбор образцов с бура производится следующим образом: длина ложки бура=50 см, следовательно, вся колонка торфа с бура делится на две части и отбирается соответственно глубинам.

Затем мешки завязываются и передаются в лабораторию одновременно с составлением ведомости. Если образцы очень влажные, образцы подсушивают при комнатной температуре в тени и только затем анализируют. Образцы тщательно перемешиваются и, методом квартования отбирается проба из каждого образца для определения:

- микробиологической активности (50-100 г торфа): определение численности микроорганизмов на МПА, КАА, грибов на среде Чапека, анаэробных и аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов и др.;

- агрохимических показателей (100 г торфа):- обменная кислотность (рН), подвижные фосфор, калий, азот (нитратный, аммонийный), железо (общее и двухвалентное), проба на влажность (термостатно-весовой метод) и т. д.;

- энзимологической активности (100 г торфа): ферменты класса оксидоредуктаз (дегидрогеназа, каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза) и из класса гидролаз (инвертаза и протеаза) и т. д.;

Навески образцов для приготовления вытяжек на анализы в соответствии с методикой желательно брать в день отбора образцов. Сырые образцы торфа хранят в холодильнике.

Гидрохимический режим

Запасы воды в торфе достигают 1000 мм, т. е. на 1 кв. км заболоченной площади приходится 1000 мм запасов болотной воды, что значительно

превышает годовой сток рек в этих районах (100-300 мм/год). Однако химический состав болотных вод изучен очень слабо. Вместе с тем геохимические особенности формирования этих вод определяют интенсивность водной миграции элементов с водоразделов и их концентрации в зонах геохимических барьеров. Геохимический аспект воздействия болот на состав речных и подземных вод практически не исследованы. С одной стороны БЭС являются геохимическими барьерами, которые благодаря своей высокой сорбционной способности закрепляют большой спектр загрязняющих веществ из атмосферы, выводя их из круговорота веществ. Но с другой стороны, сложный химический состав самих торфов в торфяной залежи БЭС, их физико-коллоидная структура формируют собственный гидрохимический состав болотных вод. Атмосферные осадки, прежде чем попасть в подземные водоносные горизонты, проходят стадию болотного генезиса. В органогенной среде торфяной залежи преобразуются и грунтовые воды, питающие ТБЭС. В итоге образуются пресные воды, обогащенные углекислотой, метаном, растворенными органическими веществами, железом, марганцем и другими болотными компонентами. Так образуется особый вид болотных вод, состав и процессы взаимодействия в которых изучены недостаточно.

Методика. Отбор проб болотной воды и воды из болотных рек проводится одновременно с отбором проб торфа для определения содержания подвижных элементов, т. е. один раз в месяц. Пробы отбирают в колодцах по наблюдению за уровнем болотных вод, а также в реке в заранее выбранных пунктах (например, исток и устье реки). Перед отбором воды в колодцах определяют УБВ, затем всю воду вычерпывают и выливают подальше от колодца. Пробу воды отбирают емкостью, которая ставится ближе ко дну и переливают в полиэтиленовые бутылки. Предварительно бутылки должны быть ополоснуты водой, которая берется на анализ. Этикетка приклеивается к бутылке, либо карандашом по стеклу на бутылке пишется пункт отбора.

Объем воды для проведения микроэлементного анализа составляет 3 л, для общего - 1,5 л. Воду доставляют в лабораторию и с ведомостью передается на анализ. Отобранные пробы воды хранятся в холодильнике.

Газовый режим

Болота способны выводить из атмосферы огромные объемы углекислого газа и накапливать их в торфяной залежи в виде органического углерода торфа. Влияние естественных торфяных болот на глобальный климат определяется не только выводом углекислого газа из атмосферы, но также выбросами других парниковых газов таких, как метан и закись азота. Метан - второй по степени влияния на климат парниковый газ после углекислого. Производство метана - одна из важных функций водно-болотных угодий и мелководных морей мира. Выбросы метана с болот неодинаковы для разных типов, но, как правило, они выше на естественных низинных болотах, чем на естественных верховых. Закись азота - парниковый газ, одновременно вызывающий разрушение стратосферного озонового слоя. Выбросы закиси азота с естественных болот очень незначительны. В некоторых случаях может происходить поглощение закиси азота в процессе восстановления его до молекулярного азота (N_2) в бескислородной среде. Закись азота имеет высокую продолжительность жизни в атмосфере и 1 моль этого газа удерживает в 180 раз больше тепла, чем такое же количество CO_2 , а вклад N_2O в глобальное потепление климата составляет 6%. Из всего выше написанного следует, что задача экспериментальной оценки вклада естественных и осушенных болот в источники и стоки парниковых газов очень актуальна.

Определение газового состава в полевых условиях проводится «reepers» - методом.

Методика. Сбор камер производится в лаборатории: на основную деталь накладывается кусок полиэтилена (или полисульфонового мембранного фильтра), сверху - накладная деталь, по выемкам которой проводится их фиксация изолентой. Затем в камеру наливается

дистиллированная вода, заполняя всю камеру, и процедура повторяется с другой стороны основной детали. В итоге камера оказывается прочно закрытой с двух сторон полиэтиленом и внутри ее - дистиллят. Важно следить за тем, чтобы внутри камеры не было пузырьков воздуха.

Длина штанг в конструкции (50, 70 или 100 см) определяется ботаническим составом торфяной залежи. Например, 0, 50 и 100 см или 50, 100, 150 см. До заданной глубины проводится бурение скважины пробоотборочным буром ТБГ-1. Собранный конструкция опускается в скважину. На верху штанги в специальные отверстия вставляется веревка и прикрепляется к шесту, который указывает место закладки.

Спустя каждые 30 дней штанга извлекается. Из каждой камеры шприцом через полиэтилен производится забор жидкости, которая переносится в равном объеме (5 мл) в 3 вакутейнера (общий объем воды в камере составляет 15 мл, таким образом, в каждый вакутейнер по 5 мл. Вакутейнеры подписывают (указывают пункт наблюдений, глубину и повторность) и записи фиксируют в полевом журнале. Затем все вакутейнеры помещают в коробку пробками вниз и в таком виде доставляют в лабораторию, где составляют ведомость. В лаборатории вакутейнеры хранят в холодильнике пробками вниз.

Если в наличие вакутейнеров нет, можно для герметизации шприцов использовать резиновые пробки для пробирок, предварительно высверлив в них неглубокие (не сквозные) отверстия (диаметр отверстия должен быть немного меньше диаметра носика шприца). На шприцы наклеиваются бумажные этикетки с номерами и закрепляются прозрачным скотчем. Если нет возможности в течение ближайших 24 часов провести хроматографический анализ, то хранить шприцы нужно в воде, чтобы избежать диффузии газов. Для этого целей в полевых условиях можно использовать большие мешки из толстого полиэтилена. Шприцы помещают в мешок, затем в мешок заливается вода, выпускается воздух и мешок завязывается.

Определение концентрации газов проводится на хроматографе в лабораторных условиях. В конце полевого сезона конструкцию после использования необходимо разобрать, помыть и разложить в отдельные пакеты с надписью пункта исследования и объекта.

Эмиссия CO_2 , CH_4 и N_2O

В настоящее время одним из наиболее распространенных полевых методов определения эмиссии парниковых газов является камерный статический метод. Ранние модификации камерного метода для определения дыхания почвы получили название «адсорбционного метода» поскольку выделяющийся из почвы CO_2 адсорбировался щелочью, которую после определенного времени экспозиции подвергали титриметрическому анализу. Этот метод отличается простотой и широко применяется в исследовательской работе. В современных модификациях камерного метода изменение концентрации парниковых газов в камерах определяют при помощи портативных газоанализаторов или стационарными хроматографами после отбора проб газов через определенные промежутки времени.

В качестве простого варианта камер могут быть использованы полиэтиленовые сосуды цилиндрической или кубической формы (желательно большого объема, например, высота - 65 см, площадь основания - 0,09 м). У сосудов затачиваются края, на дне, ближе к краю просверливается по одному отверстию, которые плотно закрываются резиновыми пробками. В трубки вставляют пробоотборочные шланги (силиконовые трубки 70 см с внутренним диаметром 1 мм и внешним диаметром 3 мм). Сосуды предварительно тарируются: проводится восковым карандашом или маркером от верхнего края на расстоянии 12 см полоса шириной 1 мм.

Методика. До выезда на болото необходимо подготовить следующее. В вакутейнеры перед выездом на болото шприцом вводится 2 мл 10 % раствора хлористого натрия (10 г NaCl доводится до 100 мл) для предотвращения потерь газовой смеси в процессе хранения.

В резиновой пробке от пенициллинового флакона делают отверстие (диаметр равен диаметру трубки), через которую продевают силиконовую трубку.

Предварительно на болоте укладываются деревянные мостки (настилы) для того, чтобы избежать колебаний поверхности торфяника во время проведения измерений и для защиты растительности болот от повреждений. На болоте сосуд ставят на поверхность торфяной залежи и, прорезая острым ножом по диаметру сосуда, заглубляют его на 12 см в торфяную залежь. Если отбор газов проводится в этот же день, то первую пробу берут через 30 минут после установки сосуда. Это время требуется для проветривания сосуда и удаления выдавленного избыточного газа. Затем, находясь от сосуда на максимально возможном расстоянии, закрывают отверстие резиновой пробкой с силиконовой трубкой. После чего аккуратно иглу шприца необходимо поместить в трубку (не повреждая трубки!) и конец трубки натянуть на пластмассовое основание иглы. Для того чтобы трубка герметично надевалась на иглу шприца, предварительно у иглы шприца срезаются «ребрышки» на пластмассовом основании.

Затем шприцем прокачивают воздух 3-5 раз в течение 6-10 секунд. После этого шприцом через пробоотборочный шланг отбирают первую пробу газа в вакутейнер. Далее после отбора первой пробы при помощи металлического зажима пережимают трубку, предотвращая доступ воздуха в сосуд. Через 30 минут зажим открывают и отбирают вторую пробу воздуха, предварительно убрав зажим.

Последующие отборы проб проводят через 60 минут (интервал 30 минут) с момента первого отбора проб. Каждый вакутейнер подписывают спиртовым маркером (указывается объект исследования, время и повторность). Заполненные воздухом вакутейнеры помещают в емкость для транспортировки пробками вниз и в таком виде доставляют в лабораторию. В лаборатории вакутейнеры хранят в холодильнике пробками вниз.

РАЗДЕЛ 5. ЛАНДШАФТНОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ (КОСМОСНИМКОВ) БОЛОТ

Методы изучения природных ландшафтов с использованием авиации начали разрабатываться в 30-ые годы прошлого века. В числе первых, кто начал проводить изучение болот с помощью самолета, была Е. А. Галкина. В 1937 г. ею была опубликована одна из первых работ по аэрометодам применительно к болотам - «Применение самолета при детальном изучении болот». Дальнейшие ее работы в этом направлении были весьма актуальны и востребованы в начале 40-х годов в связи с началом Великой Отечественной войны. Для обеспечения фронта необходимой информацией о болотах в Ленинграде в начале войны была создана специальная группа, в которую вошли: Е. А. Галкина, К. Е. Иванов, Е. А. Романова, Н. П. Головин. Эта группа, которую возглавила Галкина, занималась разработкой методов дешифрирования различных типов болот, определением их природно-технических свойств. В дальнейшем вопросы дешифрирования аэрофотоснимков болот применительно к гидрологии разрабатывались более детально Ивановым К. Е., Романовой Е. А. и Усовой Л. И.

Основным индикатором при типологическом дешифрировании болот является их растительный покров, мезорельеф, обводнение поверхности болота.

Под типологическим дешифрированием аэрофотоснимков (АФС) понимается выделение на них:

- 1 - границ болотных массивов и их систем;
- 2 - границ минеральных островов среди болота;
- 3 - внутриболотной гидрографической сети (протоки, ручьи, реки, озера и топи);
- 4 - границ групп болотных микроландшафтов и типов болотных микроландшафтов.

Дешифрирование АФС болот осуществляется по прямым и косвенным

признакам.

К прямым дешифровочным признакам болот относятся структура фотоизображения и тональность, к косвенным — все известные закономерности геоморфологического залегания и взаиморасположения элементов болотного ландшафта и гидрографической сети.

5.1. Дешифрирование АФС (космоснимков) полигональных болот

Дешифровочные признаки болотных микроландшафтов полигональных болот. Прямыми дешифровочными признаками полигональных болот является своеобразная полигонально-сетчатая структура фотоснимка. Нередко в тундровой зоне полигональные структуры встречаются и на минеральных грунтах. Однако форма суходольных полигонов чаще прямоугольная. Они более сухие по сравнению с полигонами на болоте и заросшие густым кустарничковым покровом. На АФС эти полигоны имеют более сероватый тон с мелкозернистой структурой, создаваемой кустарничками.

Построение сетки линий стекания болотных вод на АФС полигональных болот. Карта гидродинамической сетки линий стекания болотных вод (сетка линий стекания) показывает направление движения поверхностных и фильтрационных вод на болотном массиве. Эти линии указывают также направление максимального уклона болотных вод.

Сетка линий стекания болотных вод вместе с гидрографической сетью (речки, ручьи, протоки, озера и топи) на болоте являются основной гидродинамической характеристикой для неосушенных болотных массивов. Структура этой сетки остается неизменной независимо от положения уровня болотных вод, что особенно важно при расчете стока с болота и при промышленном обустройстве сильно заболоченных территорий.

Карта сетки линий стекания, как и типологическая карта болот, строится на основе дешифрирования АФС болотных массивов или систем.

Для построения сетки линий стекания болотных вод на полигональных

болотах необходимы материалы аэрофотосъемки масштаба 1 : 15000 и 1 : 10000. Линии стекания болотных вод на фотоснимках этих болот проводятся по межполигональным трещинам. При этом вначале дешифрируют магистральную трещину (более темного тона), в которую стекает основная масса болотных вод. Направление движения болотных вод (стрелки на линиях стекания) определяется по уклону поверхности и расположению водоприемника, используя топографическую карту масштаба 1 : 25000.

Техника составления карты сетки линий стекания болотных вод полигональных болот заключается в производстве следующих слоев:

- 1 - границ болотных массивов;
- 2 - внутриболотной гидрографической сети;
- 3 - сетки линий стекания болотных вод (синий пунктир).

Первые два слоя создаются обычно при типологическом дешифрировании. Объединение всех слоев и позволяет получить карту сетки линий стекания болотных вод полигонального болота.

5. 2. Дешифрирование АФС (космоснимков) бугристых болот

Дешифровочные признаки

Прямые признаки.

1. Тональность рисунка - минеральные острова среди болот просматриваются более светлым тоном, сами болота - более темным.
2. Структура рисунка - болота имеют мелкопятнистый, пятнисто-полосатый, пятнисто-полосато-сетчатый, пятнисто-древовидный вид. Облесенные участки суходолов имеют четкую зернистость.

Косвенные признаки. Строгая приуроченность определенных типов болотных комплексов к геоморфологическим уровням.

Дешифровочные признаки бугристых болот разработаны в ГГИ. Бугристые болота дешифрируются по целому ряду признаков, основными из которыми являются:

- характер мезорельефа болота - структура рисунка АФС;

- степень обводненности различных элементов микроландшафта;
- характер внутриболотной гидрографической сети;
- отсутствие древостоя на буграх, а при наличии его — своеобразное расположение на буграх (по склону бугров);
- характер растительного покрова на буграх и в межбугорных понижениях (более светлый тон на буграх и более темный фон в понижениях).

Все эти признаки бугристых болот создают на АФС неоднородный тон и своеобразный пятнистый или пятнисто-полосатый рисунок.

Построение сетки линий стекания болотных вод. Как известно, межбугорные понижения (ложбины, топи, западины) являются первичной гидрографической сетью, по которой осуществляется сток с бугристого болота. Поэтому линии стекания болотных вод проводятся по межбугорным понижениям вдоль длиной оси топей и ложбин с учетом общего уклона, который определяется по топографической карте масштаба 1 : 25000.

На АФС бугристых болот межбугорные понижения имеют более темные полосы или пятна по сравнению с мерзлыми более светлыми буграми (из-за лишайникового покрова). На буграх, если они занимают большие площади, поверхностный и фильтрационный сток осуществляется в верхнем оттаявшем слое торфяной залежи по локальным понижениям, которые хорошо выделяются на АФС по более темной тональности на общем фоне бугра. По этим темным полосам на буграх и проводят линии стекания болотных вод.

Техника построения карты сетки линий стекания болотных вод бугристых болотных массивов аналогична технике построения для полигональных болот. Создаются поочередно слои:

- 1 - границ болотного массива или системы;
- 2 - внутриболотной гидрографической сети;
- 3 - водораздельных линий на болотных системах (красный длинный пунктир);

4 - сетки линий стекания болотных вод на бугристых болотах.

Совместив все эти слои, получим сетку линий стекания болотных вод бугристого болотного массива.

5.3. Дешифрирование АФС (космоснимков) олиготрофных сфагновых болот

Исходным материалом для дешифрирования олиготрофных болот являются АФС в черно-белом исполнении масштаба 1 : 15000 и 1 : 25000. Достоверность дешифрирования зависит от качества фотоизображения. Материалы АФС указанного масштаба пригодны для детального типологического дешифрирования, т. е. для выделения типов болотных микроландшафтов и всей внутриболотной гидрографической сети. Предпочтительно дешифрировать АФС болот, отснятых в летнюю межень при низком стоянии уровней болотных вод. В этот период более контрастно фотоизображение растительного покрова.

Дешифровочные признаки болотных микроландшафтов олиготрофных болот. Олиготрофные болота довольно хорошо дешифрируются на АФС (черно-белого изображения). Они хорошо выделяются по более мелкой зернистости рисунка и более светлому тону фотоизображения по сравнению с суходольными участками с хорошо развитой лесной растительностью. На суходольных участках более крупнозернистый и густой рисунок на темном фоне. Однако не всегда можно четко определить границу на АФС в тех случаях, когда болото граничит с заболоченным лесом. При этом можно использовать стереопары контактных снимков или топокарты масштаба 1 : 25000. В этом случае с заболоченным лесом граница болот проводится условно. Минеральные острова среди болота также четко выделяются по густой и крупной зернистости.

Довольно четко выделяется на АФС болот внутриболотная гидрографическая сеть (водоемы и водотоки).

Озера дешифрируются по черному или белому (белые блики от воды в

озере) изображению водной поверхности.

Реки и ручьи с открытой водной поверхностью дешифрируются по извилистым черным линиям, а на сплавинах они просматриваются фрагментами по открытым «окнам» воды.

Застойные топи дешифрируются по темно-серой штрихообразной структуре рисунка без определенно выраженного направления стока. Они располагаются на переувлажненных плоских склоновых и водораздельных участках болота. По приуроченности они подразделяются на водораздельные и прибереговые топи (последние на контакте с суходолом).

Проточные топи - мазки темно-серого или темного цвета часто с более светлыми вкраплениями (пятнами). Эти топи располагаются в направлении общего и частного уклона болота. Они подразделяются на топи за минеральными островами, топи выкликания и транзитные топи.

Фильтрационные топи - темные полосы на более светлом фоне болота с извилисто-полосатым рисунком, представляющим собой чередования светлых узких (гряд) и темных широких (мочажин) полос.

Лесные микроландшафты дешифрируются по мелкозернистому рисунку по сравнению с рисунком лесов на суходоле. Тон снимка серый или темно-серый с хорошо выраженным однородным мелкозернистым рисунком.

Мохово-лесные микроландшафты - тон снимка серый или темно-серый со слабо выраженной зернистостью. Крупные западины, встречающиеся в этом микроландшафте, на сером фоне снимка просматриваются светлыми маленькими пятнами.

Моховые микроландшафты - тон снимка светло-серый с заметным мелко сетчатым рисунком (кустарничковый покров) и с разреженной мелкой зернистостью (кроны деревьев).

Мохово-травяные микроландшафты - тон снимка серый или светло-серый однородный по тональности. На общем фоне снимка часто просматривается редкий мелкозернистый рисунок, указывающий на редкое облесение, а тени (короткий штрихи) - наличие сухостоя.

Грядово-мочажинный комплексный микроландшафт (комплекс) дешифрируется по извилисто-полосатом рисунку. Темные или темно-серые извилистые полосы - это гряды с зернистым рисунком, закономерно чередующимися светлыми или темными широкими полосами (мочажины). Рисунок напоминает мелко сплетенную паутину из параллельных нитей-гряд и ячеек-мочажин. Концентрическое расположение полос на снимке указывает на выпуклость поверхности болотного массива.

Мочажинно-грядовый комплекс - извилисто-полосатый рисунок. Узкие извилистые темно-серые или серые узкие полосы (гряды) с редкой зернистостью (иногда она отсутствует) чередуются с широкими темными или светлыми полосами (мочажины) неоднородного тона. Площадь мочажин преобладает над площадью гряд.

Грядово-мочажинно-озерковый комплекс - извилисто-полосатый рисунок с черными пятнами (озерки). Серые извилистые узкие полосы (гряды) с четкой зернистостью (облесение) чередуются с темно-серыми полосами (мочажины), в центре которых часто располагаются черные пятна (озерки) округлой или овальной формы.

Грядово-озерковый комплекс - извилисто-полосато-пятнистый рисунок. Серые извилистые полосы (гряды), часто с четкой зернистостью, чередуются с черными пятнами (озерки). Светлые полосы (мочажины) встречаются фрагментами вокруг озерков.

Построение сетки линий стекания болотных вод. Оптимальным масштабом для построения сетки линий стекания олиготрофных болот являются масштаб 1 : 15000 и 1 : 25000. При использовании АФС более мелкого масштаба (1 : 50000 и 1 : 200000) направления этих линий сильно обобщаются. Поэтому эти сетки могут использоваться лишь для уточнения площадей водосборов средних рек.

При построении сетки линий стекания болотных вод на АФС используют следующие дешифровочные признаки:

1) структуру и ориентацию гряд и мочажин или озерков в комплексных микроландшафтах. Гряды, мочажины и озерки располагаются перпендикулярно максимальному уклону поверхности болота. Поэтому, используя этот признак, линии стекания болотных вод на АФС в комплексных микроландшафтах проводят перпендикулярно общему направлению гряд, мочажин или озерков.

2) структуру болотных топей (их форма и тип), а также их расположение на болотном массиве. Все это дает возможность судить о направлении течения в самих топях и на прилегающим к ним участкам.

Топи за минеральными островами:

-при суживающейся полосе топи линия стекания болотных вод проводится по её оси, а в прилегающем к ней микроландшафте - параллельно ей;

-одинаковой по ширине топи линии стекания болотных вод проводятся вдоль её направления, а соседние линии - параллельно этому направлению.

Топи выклинивания - линии стекания болотных вод направлены вдоль границы очертания топи и по осевой ее линии.

Топи транзитные - линии стекания болотных вод направлены вдоль границы топи и по осевой её линии.

3) структуру и геоморфологическую приуроченность болотных микроландшафтов.

а) *Лесные и мохово-лесные микроландшафты:*

- на склоне болотного массива линии стекания болотных вод направлены перпендикулярно к границе этих микроландшафтов;

- вдоль рек, вокруг озер - они направлены к границе этих микроландшафтов и береговой их линии.

б) *Мохово-лесные микроландшафты с мохово-травяными понижениями* в них линии стекания болотных вод проводят вдоль осветленных полос или вкраплений, т. е. вдоль этих понижений.

в) *Моховые и мохово-травяные микроландшафты.* Линии стекания

болотных вод проводят с учетом характера гидродинамической ситуации на прилегающих к ним участках, а также к границе болотного массива или береговой линии озера и реки.

Определение направления линий стекания болотных вод производится с учетом следующих признаков:

- положение внешней гидрографической сети, т. е. водоприемников болотных вод (реки, озера) относительно дешифрируемого участка болота;
- положение внутриболотной гидрографической сети (ручьи, протоки, топи);
- общего уклона поверхности болота и местности, определяемого по топографическим картам, масштаба 1 : 25000.

5.4. Использование типологической карты и сетки линий стекания при хозяйственном освоении болот

Типологическая карта болота позволяет получить сведения о его типе болотного массива (полигональный, бугристый, олиготрофный,), а также о характере распространения на нем болотных микроландшафтов. Поскольку каждый болотный микроландшафт обладает вполне определенными гидрологическими свойствами и режимом, эта карта позволяет получать информацию о природно-технических свойствах (водном и тепловом режиме, воднофизических свойствах деятельного слоя и несущей способности) совершенно неизученных болотных массивов, используя для этого данные наблюдений за гидрологическим режимом на болотах, расположенных в десятках, сотнях и даже тысячах километров от данного массива.

Сетка линий стекания, отражающая динамику болотных вод на массиве используется при решении целого ряда научных и практических задач, таких как:

- расчет стока с болот;
- трассирование линейных сооружений на болотах;

-выбор мест для сооружения водопропускных отверстий при проектировании дорог;

-гидрологическое обоснование природоохранных мероприятий при промышленном и хозяйственном освоении болот;

-гидрологическое обоснование мероприятий по быстрой локализации нефтяных разливов на болотах.

6.1. УСТОЙЧИВОСТИ БОЛОТНЫХ СИСТЕМ.

6.1. Устойчивость болотных систем. Самоорганизация и саморегулирование

Под **устойчивостью природных ландшафтов**, как правило, понимают либо потенциальный запас буферности исходных природных комплексов, либо способность последних к самовосстановлению при прекращении техногенных нагрузок. Под **устойчивостью же болот** понимается их способность при воздействии на них техногенной нагрузки сохранять основные природные функции болотной системы, обеспечивающие дальнейшее развитие болотных массивов. В тех случаях, когда техногенные нагрузки превышают потенциальную устойчивость болотных систем, возникают **необратимые процессы** распада этих систем как природных образований. Основным показателем, характеризующим устойчивость болот, является средний многолетний уровень болотных вод, а для мерзлых болот криолитозоны еще и мощность деятельного слоя, численно равная среднемноголетней глубине сезонного оттаивания торфяной залежи. Положение уровня воды относительно поверхности болота в значительной мере определяет видовой состав растительного покрова и микрорельеф, которые характеризуют тип болотного микроландшафта. Изменение среднего уровня, вызванное природными или техногенными причинами, приводит к смене растительного покрова, а, следовательно, и типа болотного микроландшафта и даже типа болота.

Гомеостатический механизм болот - фитоценотический, в его основе лежат изменения в растительном покрове, обусловленные колебаниями водного режима, на который растения болот очень четко реагируют. Всякой системе присущи свои пороговые нагрузки, превышение которых ведет к нарушению гомеостаза или к необратимым деструктивным изменениям. Болота, особенно олиготрофные, выносят довольно широкую амплитуду

изменения отдельных факторов. Превышение пороговых нагрузок разрушает систему: она перестает существовать.

Под **устойчивостью системы** мы понимаем способность к сохранению ее структуры, основных функций и свойств при нарушении, под воздействием внешних факторов.

Основу понятия «устойчивость» составляют процессы **самоорганизации** и **саморегулирования** не отдельного участка, а торфяного болота как целого. Болота способны к саморегулированию: они противостоят изменениям, в том числе вызываемым внешними воздействиями, стремясь сохранять состояние равновесия.

Саморегулирующимся процессом в какой-либо природной системе (в данном случае в болотной системе) можно назвать такой, процесс, при котором те или другие изменения в состоянии или функциях системы, вызванные внешними или внутренними причинами, вызывают реакцию системы, которая либо возвращает систему в прежнее исходное состояние (ликвидируя возникшие отклонения), либо изменяет ее таким образом, что приспособливает систему к существованию в новых условиях, но без нарушения ее основных свойств и функций, т. е. без разрушения системы. В первом случае имеем дело с **обратимым** саморегулирующимся процессом развития или изменения системы, во втором — с **необратимым** саморегулирующимся, или направленным, процессом.

6.2 Нарушение природных условий при строительстве на болотах

Поскольку уровни воды на болотах находятся обычно вблизи дневной поверхности, то любые сооружения, возводимые на болотах, вносят изменения в механизм стока болотных вод. Особенно сильные изменения оказывают линейные сооружения, возводимые на болотах (дороги, трубопроводы при подземной и наземной укладке), которые в большинстве случаев выступают в качестве препятствий естественному стоку болотных вод. В результате этого, при отсутствии водопропускных отверстий,

обеспечивающих нормальный пропуск воды, вдоль линейных сооружений образуются зоны подтопления и «подсушки» болот, а, следовательно, изменяются экологические условия в этих зонах.

При этом размеры зон воздействия линейного сооружения и степень нарушения зависит от ряда факторов и, в первую очередь, от угла, под которым линейное сооружение подходит к направлению движения болотных вод. Наибольшее влияние сооружение оказывает при угле подхода, равном 90° , наименьшее - при угле 0° . Очевидно, что если направление трассы совпадает с направлением движения болотных вод, то влияние ее на экологические условия болота близко к нулю. Отсюда следует вывод, что при трассировании линейных сооружений с учетом сетки линий стекания болотных вод, т. е. вдоль линий стекания, влияние дорог на водно-тепловой режим болота практически будет отсутствовать. Отсутствие негативного влияния линейных сооружений на экологию болот будет в случае устройства водопропускных отверстий через сооружения, обеспечивающих нормальный (необходимый) пропуск болотных вод, следовательно, и близкий к естественному уровенный режим. Однако, как показывает обследование освоенных в настоящее время заболоченных территорий, проектирование и прокладка линейных сооружений на болотах проводится без должного гидрологического обоснования. Изменение режима уровней на нарушенных участках приводит, в свою очередь, к изменению теплового режима, режима стока, испарения, промерзания, и, как следствие, к смене состава растительного покрова.

На участках подтопления повышенных элементов поверхности болот несколько возрастает их радиационный баланс за счет уменьшения альбедо поверхности, а в связи с повышением коэффициента теплопроводности деятельного слоя увеличивается поток тепла в торфяную залежь. Увеличивается испарение и глубина сезонного протаивания болот, понижается устойчивость повышенных элементов к разрушению. На участках «подсушки» болот все рассмотренные выше процессы

противоположно направлены.

6.3. Механическое площадное нарушение поверхности болота и растительного покрова

Нарушение поверхности болота и растительного покрова на значительных площадях происходит обычно при строительстве линейных сооружений (дорог, линий электропередач и разного рода трубопроводов). Подготовка трасс этих сооружений предусматривает очистку коридоров трасс от древесной растительности. При выполнении этих работ строительной техникой сильно нарушается кустарничково-травяной и мохово-лишайниковый покров, а также микрорельеф поверхности болота.

Нарушение растительного покрова, очесного слоя и микрорельефа поверхности болота приводит к изменению шероховатости поверхности и, как следствие, к изменению условий распределения снежного покрова. Последнее, в свою очередь, отражается на режиме промерзания торфяной залежи, и в конечном итоге, на изменении теплового режима деятельного слоя. Более значительные повреждения поверхности болот строительной техникой (глубокие колеи, канавы, ямы) приводят к изменению направлений движения поверхностных вод и к изменению характера стока болотных вод.

На участках с нарушенным водным режимом растительный покров и микрорельеф поверхности изменяются, в результате формируется новый болотный микроландшафт. На начальной фазе такого развития (15-25 лет) данный процесс имеет одностороннюю направленность - практически всегда в сторону увеличения площади МБП относительно бугров (деградация бугров). В дальнейшем элементы микроландшафта подстраиваются под изменившиеся характеристики водно-теплового баланса и тем самым уравнивают новую (для данного участка) структуру экосистемы. Следует отметить, что дороги, отсыпанные минеральным грунтом, а также сам транспорт и перевозимые им грунты оказывают влияние на растительный покров придорожной полосы, непосредственно примыкающей

к дороге. В результате вдоль дорог на олиготрофных болотах появляется несвойственная для этих болот растительность - ивы, осины, березы, иван-чай и др.

Большой ущерб природной среде северных районов наносит гусеничный и колесный транспорт. Интенсивное хозяйственное освоение этих районов обусловило поступление на север и использование там огромного парка строительной и транспортной техники. При пятикратном проезде трактора по одной и той же колее мохово-лишайниковый покров практически полностью сдирается с минерального грунта и разрушается.

Уничтожение растительного покрова способствует развитию процесса эрозии почв и, как следствие, оврагообразованию, особенно в зоне полигональных болот. Восстановление растительного покрова после прекращения движения гусеничной техники происходит лишь через 10 и более лет. Одно- и двухразовые проезды тракторов по болотам и заболоченной тундре в теплый период года приводят к нарушению растительного покрова, изменению его состава, и, в частности, появлению пушицы.

Широкое использование техники на сильно заболоченных территориях является одной из основных причин повышения пожароопасности исследуемого района. Неосторожность обращения с огнем людей, работающих в поле, и несоблюдение правил по пожарной безопасности водителей транспортных средств приводит к частым и обширным пожарам. Сильно страдают от пожаров болота, на которых полностью выгорает растительный покров на повышенных элементах микрорельефа. На восстановление растительности на выгоревших территориях требуется не менее 15-20 лет (на примере последствий обширного пожара 1977 года в районе нефтяного месторождения им. В. И. Муравленко).

6.4. Экологические последствия разливов нефти на болотах

Попавшая на болото нефть со временем претерпевает существенные

изменения в результате фракционирования и окисления. Под действием солнечной радиации легкие фракции нефти испаряются. Тяжелые фракции сорбируются растительным покровом, торфяной залежью и частично разрушаются при биохимических процессах, интенсивность которых заметно повышается в связи с повышением температуры загрязненной поверхности. Последнее обусловлено резким снижением альбедо загрязненных участков. С течением времени на поверхности болот остаются нефтяные загрязнения в виде высохших битумообразных корок, которые, постепенно разрушаясь, зарастают моховым покровом. Нефть, проникшая вглубь торфяной залежи и адсорбирующаяся на частицах твердого скелета, длительное время остается в жидком состоянии, что объясняется резким снижением интенсивности окислительных процессов с глубиной.

Выбросы нефти на болота приводят к гибели растительного покрова, и, в первую очередь, на пониженных элементах микрорельефа. По мере разложения нефти растительность болот постепенно восстанавливается. В условиях олиготрофных (верховых) болот, где наблюдается значительный прирост сфагновых мхов, остатки нефти и её тяжелые фракции постепенно зарастают мхами, а затем травами и кустарничками и со временем погребаются. Время восстановления растительного покрова олиготрофных сфагновых болот зависит от целого ряда факторов (тип болотного микроландшафта, степень залитости нефтью, время года, положение уровней болотных вод относительно поверхности и др.) и исчисляется 6-12 годами. Процесс восстановления болотных ландшафтов зоны многолетней мерзлоты (полигональные и бугристые болота) более длительный в связи с малым приростом растительной массы и низкими температурами торфяной залежи.

Следует отметить, что борьба с нефтяными выбросами на болотах сильно осложняется труднодоступностью заболоченных территорий из-за малой несущей способности поверхности болот, особенно в теплое время года. Для эффективной борьбы с разливами нефти на болотах и, в первую очередь, при авариях на магистральных нефтепроводах, необходимо

располагать строительной техникой высокой проходимости, способной работать даже в условиях сильного обводнения болот. С помощью такой техники при наличии достоверной и наглядной информации о динамике растекания нефтяного пятна и природно-технических свойствах аварийного участка (типологическая карта болот, сетка линий стекания болотных вод) можно оперативно провести работу по быстрой локализации этого пятна. Очевидно, что типологические карты болот с сетками линий стекания должны заранее составляться на заболоченные участки трасс магистральных нефтепроводов и нефтяных месторождений.

6.5. Гидронамыв грунта на болотах

При строительстве на болотах разного рода сооружений (дорог, площадок под кусты буровых скважин, КС, ЦПС, УКПГ, ДНС и др.), удаленных от карьеров, широко используется гидронамыв. Минеральный грунт для этого берется из русел ближайших рек и озер. Участки болот, покрытые слоем минерального грунта толщиной 1-2 м, уже нельзя относить к болоту, поскольку на них прекращаются процессы болотообразования. Они выступают в роли искусственных суходольных островков на болоте. По завершении промышленного освоения территории эти островки зарастут лесом.

В целом же, многочисленные участки гидронамыва на болотах и сами освоенные под добычу углеводородов довольно обширные площади изменяют характер стока воды с болотных массивов как в период половодья, так и в меженные периоды и, следовательно, несколько нарушают водный режим на дренирующих их водотоках

6.6. Сброс промышленных и хозяйственных стоков на болота

Освоение нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири вызвало необходимость привлечения в рассматриваемый регион большого количества людей для строительства многочисленных промышленных и

хозяйственных объектов и населенных пунктов (городов, рабочих и вахтовых поселков). В результате появились вопросы, связанные с загрязнением водных объектов сточными водами. При отсутствии методики расчета ПДС загрязняющих веществ на болота возникла проблема научного обоснования сброса сточных вод на заболоченные территории. К сточным водам, как известно, относятся бытовые, ливневые и производственные. К последним следует отнести также глубинные сильноминерализованные воды, сопутствующие добываемым углеводородам. Поскольку болота в нашей стране до последнего времени рассматривались как ненужный и даже вредный для человека ландшафт, то никто не занимался изучением вопросов их охраны от загрязнения и засорения. Об охране болот в нашей стране начали говорить в начале 70-х годов. Понимание же необходимости их охраны появилось лишь в конце 20-го века, когда в Водном кодексе Российской Федерации (1995 г.) болота были отнесены к водным объектам.

Рассматривая вопрос об охране болот, следует иметь в виду, что болота, обладая хорошими очистными свойствами, являются своеобразными естественными фильтрами и успешно справляются с очисткой поступающих на них загрязнений.

Изучение самоочищающей способности болот, как показал анализ литературы по этому вопросу, проводилось на примере болот талой зоны. Работ по самоочищению мерзлых болот нам не известно. Согласно имеющимся данным, очистная способность болот талой зоны снижается от лесных к безлесным и далее от травяных к моховым. Евтрофные и мезотрофные болота более устойчивы к загрязнению их сточными водами, чем олиготрофные сфагновые болота. Это объясняется различной требовательностью растительности рассматриваемых болот к минеральному питанию. Нетребовательная к минеральному питанию растительность верховых болот не выдерживает дополнительной минеральной нагрузки от сточных вод и поэтому быстро сменяет свой состав. Восстанавливается растительность этих болот через 2-3 года после прекращения сброса сточных

вод.

Как показали исследования, мощность торфяной залежи в болотных микроландшафтах не влияет на очистную способность болот, поскольку очистка их осуществляется, практически, лишь деятельным слоем торфяной залежи. В этом слое, где постоянно изменяется влажность грунта и сосредоточены микроорганизмы, весьма интенсивно протекают водно-физические и биохимические процессы, обуславливающие самоочищение болот. В нижележащем, так называемом, инертном слое эти процессы крайне замедлены и практически не участвуют в очистке сточных вод.

Под **самоочищением** понимается совокупность механических, физико-химических и биохимических процессов, ведущих к восстановлению фонового состояния природного образования, подвергнутого загрязнению.

Эффективность процесса самоочищения болот от загрязняющих веществ зависит от состава, количества и интенсивности поступления загрязняющих веществ, типа болотного микроландшафта, сезона года и погодных условий.

Помимо механического и химического загрязнения, выброс на болота сточных вод оказывает также и тепловое загрязнение болот, особенно мерзлых. Теплые бытовые и промышленные воды, повышая температуру болотных вод, в определенной степени влияют на рост растительного покрова, а в условиях мерзлых болот - и на режим промерзания и оттаивания торфяной залежи.

РАЗДЕЛ 7. ОХРАНА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

7.1. Организация охраны водно-болотных угодий

Вопрос о сохранении болот, полной или частичной охране болотных массивов, находящихся в различных климатических условиях залегания, стал в настоящее время особенно актуальным.

Основные причины, в силу которых охрану и заповедание болот следует считать совершенно необходимым мероприятием, сводятся к следующему:

- 1) болотные массивы являются ареалами обитания редких и исчезающих видов растений и животных, используются для добычи полезных растений и плодов, рекреационных и медицинских целей, в качестве охотничьих угодий;
- 2) исследуя процесс торфонакопления в тот или иной период существования болотного массива, представляется возможным расшифровать историко-географическую и атмосферную обстановку прошлого.

Из этих положений, безусловно, наиболее важное - сохранение болот как эталонов былого многообразия природной среды.

Последствия антропогенного воздействия на болотные экосистемы:

- Трансформация болот в другие типы экосистем, агроэкосистемы, урбанизированные территории; нарушение естественной динамики болот.
- Изменение роли болот в природных процессах круговорота воды, углерода, других элементов и соединений, а также их гидрологических, климатических и других регулирующих функций.
- Изменение ресурсных и других хозяйственно и социально важных функций болот.
- Исчезновение типичных болотных групп организмов.
- Негативное воздействие на мигрирующие виды птиц, связанных с болотами.

Охраняемый фонд торфяных болот - это совокупность торфяных болот с прилегающей территорией или их участков, которые сохраняются в

естественном состоянии с соответствующим комплексом природоохранных мероприятий. В настоящее время существует несколько направлений по выделению охраняемых болот.

Первое (геологическое) направление. Согласно методическим рекомендациям по составлению территориальных балансов запасов торфа, торфяные месторождения разделяются на группы: *эксплуатируемые, резервные, перспективные для разведки, прочие, строящиеся и разведываемые.* В число прочих входят охраняемые торфяные месторождения, расположенные целиком или частично на охраняемых территориях (*национальные парки, заповедники и т. п.*). Такой подход, безусловно, далек от совершенства и относится, скорее, в целом к заповедуемым территориям.

Второе (биологическое) направление разрабатывается учеными-экологами в рамках сохранения болот как водно-болотных угодий (Рамсарская международная конвенция об охране водно-болотных угодий), имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц. В России прогнозируется создание не менее 400 участков таких Рамсарских угодий (в настоящее время существует 35). Эта работа ведется при финансовой поддержке международных организаций Wetland International, TESIS, секретариата Рамсарской конвенции, Правительства Нидерландов, международного проекта «Телма».

На таком уровне составляются списки охраняемых болот. Например, в Ленинградской области к 1991 году в составе особо охраняемых территорий находилось 12 % болот (98 тыс. га), в том числе болота Нижнесвирского заповедника (14 тыс. га) и заказник «Мшинское болото» (38,1 тыс. га).

Существенный недостаток вышеприведенных направлений - отсутствие системного подхода к торфяным болотам как части всего природного комплекса, так как охрана болот только в пределах создаваемых заповедников - это не решение проблемы действительной их охраны.

Третье (научное) направление. При выделении охраняемых болот с позиций рационального природопользования необходимо иметь в виду, что торфяные болота это не только природный ресурс, но и ландшафтная оболочка, выполняющая ряд функций. В связи с этим между различными формами рационального природопользования на торфяных болотах предполагается соблюдение пропорциональности, объективно обусловленной размерами болот, степенью изученности, качественной характеристикой торфов, а также потребностью в торфяной продукции, земельных угодьях и биосферной необходимостью сохранения части болот в естественном состоянии.

Известен научный подход к распределению торфяных болот по направлениям рационального их использования, разработанный учеными Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси и НИИ торфяной промышленности (Санкт-Петербург).

Торфяные болота (целинные и под промышленной добычей торфа), сельскохозяйственные и лесные угодья на торфяных болотах, выработанные торфяники составляют эколого-хозяйственный фонд торфяных болот.

Эколого-хозяйственный фонд (ЭХФ) торфяных болот - это совокупность торфяных болот и их участков как особой природно-территориальной единицы, выполняющей определенные экологические, хозяйственные или эколого-хозяйственные функции и используемой на данный период (существующий ЭХФ) или планируемой к использованию (прогнозный ЭХФ). Формирование ЭХФ осуществляется в пределах водосборных бассейнов.

Определение существующего ЭХФ производится по данным разведки, проектам земельного и лесного фондов и другим материалам. После выявления существующего проводится формирование прогнозного ЭХФ. Для этого неиспользуемый торфяной фонд с учетом критериев выделения ЭХФ вновь распределяется по направлениям наиболее рационального их использования.

В отношении районов со слабо изученными и неизученными запасами торфа распределение торфяного фонда по прогнозным ЭХФ по мере получения новых данных может изменяться не только за счет перераспределения неиспользуемого фонда, но и за счет пересмотра всех ранее выделенных фондов.

Существующий охраняемый фонд - это торфяные болота или их участки в границах известных особо охраняемых территорий (заповедников, заказников, зеленых зон городов, научных стационаров и т. д.).

Прогнозный охраняемый фонд включает дополнительно к существующему торфяные болота или их участки, рекомендуемые к сохранению на основе разработанных критериев после проведения научных исследований.

Предлагается руководствоваться следующими критериями для выделения торфяных болот, их участков и заболоченных территорий в охраняемый фонд:

1) Для сохранения объектов водоохранного значения выделяются болота:

а) расположенные на водоразделе и являющиеся источниками питания мелких рек и крупных озер;

б) верхового типа или их части с водоохранной зоной для внутриболотной гидрографической сети (речки, ручьи, протоки, топи, озера);

в) напорного питания по берегам озер, служащие для подземного питания озер;

г) при наличии родников, используемых в курортологии, или как источники питьевой воды;

д) площадью от 1 до 10 га на сельскохозяйственных угодьях или от 1 до 30 га в лесах, если они являются регуляторами водного режима и источниками водного питания фауны;

е) если подстилающий грунт торфяного месторождения и грунт прилегающих территорий сложен из песков, имеет резко выраженное

напорное питание и при осушении невозможно обеспечить необходимый уровень грунтовых вод.

2) Для защиты пойм рек от почвенной эрозии сохраняются представительные болота пойменного залегания и болота, защищающие сельхозугодья от эрозии.

3) Для сохранения дикорастущих ягод и лекарственных трав (выявляются исследованиями).

4) Для сохранения редких и исчезающих экземпляров фауны и флоры (определяются на основании исследований).

5) Для научных целей сохраняются уникальные в генетическом, геохимическом, археологическом планах торфяные болота, на которых ведутся научные исследования (по заключению ученых).

6) В рекреационных и санитарно-гигиенических целях охраняются торфяные болота, расположенные в 5-10 км от города с численностью населения от 20 до 100 тыс.; у городов с численностью свыше 100 тыс. человек - в зоне 10-25 км. При наличии в городе предприятий химической промышленности защитная зона увеличивается еще на 25 %.

7) Для охотничьих и рыболовных целей в охраняемый фонд распределяются торфяные болота, их участки и заболоченные территории, играющие важную роль в воспроизводстве ценных представителей охотничьей фауны (по предложению комитета по охране природы, администрации, общества охотников и рыболовов).

8) В охраняемый фонд включаются торфяные болота и заболоченные территории, используемые перелетными птицами для отдыха и питания во время перелетов (по заключению ученых).

9) В охраняемый фонд включаются болота, используемые в бальнеологии и для археологических раскопок.

10) В охраняемый фонд включаются торфяные болота, находящиеся на территории особо охраняемых природных территорий.

11) В охраняемый фонд включаются болота и заболоченные территории, соответствующие критериям международной значимости, представляющие собой уникальные для данной территории водно-болотные угодья (по заключению ученых).

12) В зонах широкого развития осушительных работ в охраняемый фонд включаются не менее 40-50 % площади оставшихся болот и все олиготрофные болота, расположенные на водоразделе.

13) В случае, когда охраняемое торфяное болото отбирается из числа нескольких равноценных или близких по факторам экологической ценности, следует по каждому из сравниваемых торфяных болот укрупненно определить удельные капиталовложения, себестоимость и удельные приведенные затраты при условии потребления торфа. Варианты должны сравниваться по последнему показателю, и в качестве охраняемого должно быть выбрано то болото, которое экологически равноценно с другими, но экономически наименее ценное, или которому соответствует максимальное значение удельных приведенных затрат на 1 т торфа.

Системы разделения торфяных болот по эколого-хозяйственным фондам разрабатываются для каждой территории и уже имеются в Томской, Новосибирской, Ленинградской областях, Ханты-Мансийском автономном округе.

7.2 Гидроэкологический мониторинг заболоченных территорий

Экологический мониторинг, согласно определения Ю. А. Израэля - это система наблюдений за изменениями состояния среды, вызванными антропогенными причинами, которая позволяет прогнозировать развитие этих изменений. Мониторинг, являясь многоцелевой информационной системой, складывается из: 1) наблюдений за состоянием природной среды и за факторами воздействия на нее, 2) оценки состояния природной среды и факторов воздействия, 3) прогноза состояния окружающей среды. Одним из принципов мониторинга является его комплексность.

Поскольку экологическое состояние болот в основном определяется его водным режимом, то экологический мониторинг болот вправе называть гидроэкологическим.

Оценка гидроэкологического состояния заболоченных территорий при проведении мониторинга должна основываться на результатах дистанционных и наземных видов обследований. Эти обследования должны охватывать наиболее крупные промышленные объекты (нефтяные и газовые месторождения, магистральные газо- и нефтепроводы), расположенные в разных болотных зонах.

Выбранные для мониторинга объекты вначале обследуются дистанционно (с самолета), затем проводится аэрофотосъемка и составляются аэрофотосхемы масштаба 1 : 5000-8000. Аэрофотосхемы дешифрируются (определяются типы болотных микроландшафтов и их границы, водотоки и водоемы, выявляются все техногенные нарушения, произошедшие в районе промышленного объекта) и создается картографическая основа для ведения мониторинга (типологическая карта болот). Эта карта служит для выбора мест расположения пунктов наблюдений за элементами гидрологического режима водных объектов на нарушенных и ненарушенных участках, а также для слежения за динамикой техногенных нарушений во времени и по площади. Последнее предусматривает определение смещения границ болотных микроландшафтов, уточнение положения границ участков подтопления и осушения болот, мест разлива нефти, участков нарушения растительного покрова, выявление изменений в морфометрии рек и озер. При решении перечисленных задач широко используется не только типологическая карта, но и карта-схема сетки линий стекания болотных вод, отражающая динамику болотных вод. Дистанционные обследования для оценки динамики техногенных нарушений в дальнейшем проводятся один раз в 3-5 лет. Причем каждый раз проводится аэрофотосъемка района промышленного объекта, что позволяет объективно выявлять и документально подтверждать

происходящие изменения в природной среде.

Наземные обследования и наблюдения являются неотъемлемым и существенным дополнением к дистанционным обследованиям. Они проводятся с целью количественной оценки изменений гидрологического режима, произошедших под влиянием разного рода техногенных воздействий. В задачи наземных обследований входит описание техногенного воздействия и его последствий, а также проведение наблюдений за количественными характеристиками выявленных нарушений в строении и режиме водных объектов. Описание последствий должно включать в себя вид, характер и степень нарушения, площадь нарушения водного объекта, оценку динамики развития процесса техногенного воздействия и восстановления естественных условий природной среды.

Состав и объем наблюдений, проводимых в зонах техногенного воздействия, определяется характером нарушения и типом водного объекта.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Черновский Л.А. Учение о гидросфере: учебное пособие/Л.А. Черновский, А.Г.Гриценко.-Новосибирск: СГГА, 2008. - 172 с.
2. Геоэкологическая паспортизация районов Новосибирской области: монография/Л.К.Зятькова, Б.В. Селезнев, Е.В. Комиссаров, Л.П. Коптева.- Новосибирск: СГГА, 2011.-270 с.
3. Инишева Л.И. Болотоведение: учебник для вузов. - Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2009. - 210 с.
4. Гидрология заболоченных территорий зоны многолетней мерзлоты Западной Сибири. Под ред. С.М. Новикова – СПб.: ВВМ, 2009. 536 с.

Дополнительная литература

1. Кочеева, Н. А. Механизмы адаптации биоразнообразия к изменению климата в Алтае-Саянском экорегионе/ Н. А. Кочеева, Ю. М. Семенов. - (Хроника, информация) //География и природные ресурсы. - 2012. - № 3. - С. 185.
2. Биоразнообразие растений, микроорганизмов и методы их изучения: - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. - 140 с.
3. Болота Западной Сибири - их роль в биосфере. 2-е изд. / Под ред. А.А.Земцова.- Томск: ТГУ, СибНИИТ.- 2000.- 72 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biodat.ru/vart/doc/gef/book2.html>
2. <http://www.nature.air.ru/biodiversity/book3>
3. <http://www.zapovednik-mordovia.ru/index.php>.
4. <http://www.bookzie.com>

5. <http://geo.web.ru/db/glossary.html> vipbook.info/nauka-i-ucheba/geograf...

Экосистемы болот СССР. Авторы: Боч М. С., Мазинг В. В.