

Томский государственный университет  
Сибирский научно - исследовательский институт торфа  
Государственный комитет по охране окружающей среды  
Томской области

## БОЛОТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ИХ РОЛЬ В БИОСФЕРЕ

Под редакцией доктора географических наук  
Профессора А.А.Земцова

УДК 551.0+556.56+630.116

Болота Западной Сибири - их роль в биосфере. 2-е изд. / Под ред. А.А.Земцова.- Томск: ТГУ, СибНИИТ.- 2000.- 72 с.

*Книга предназначена для ознакомления широкого круга читателей с проблемами, связанными с исследованиями болот Западной Сибири, изучением их роли в биосфере и экологических аспектов при их освоении. Рассмотрена история возникновения болот, их современная динамика и особенности строения торфяных залежей, оценены запасы торфа, сформулированы критерии выделения эколого-хозяйственных фондов, определены функции болот и направления их дальнейшего исследования.*

*Книга будет полезна для научных и научно-технических работников, занимающихся исследованием антропогенного воздействия на окружающую среду, а также для студентов и аспирантов естественно - научных специальностей.*

Редактор докт. геогр. наук А.А.Земцов

Ответственный за выпуск канд. геогр. наук А.В.Мезенцев

## От редактора

Западно-Сибирская равнина - крупнейшая на земном шаре, характерной особенностью которой является её сильная заболоченность. Болота занимают три физико-географические зоны (лесостепь, тайга, тундра), где сосредоточено 39 % мировых запасов торфа. Торфоболотная страна, как называли её раньше, - место, исключительно обводненное и трудно проходимое, а местами совершенно недоступное. Это действительно "адские топи" в "царстве Кощея". С высоты птичьего полета прежде всего видны колоссальные пространства ржаво-желтых болотных массивов, разрисованных кружевными узорами. Лишь голубые окна многочисленных, обычно небольших озер, и темно-зеленые ленты по берегам извилистых речек разнообразят эту картину.

Еще на картах, составленных С.У.Ремезовым в конце XVII в, в центральной части равнины, на месте современного крупнейшего Васюганского болота показано огромное озеро-море. Только в 1925 - 1930 гг. в пределах Западной Сибири работала специальная экспедиция Государственного лугового института под руководством А.Я.Бронзова (1930). Им был впервые опубликован капитальный труд по стратификации торфяников, геологии и растительности Васюганского болота. В это время Р.С.Ильин (1930) подробно охарактеризовал типы заболачивания и болота Нарымского края. Было положено начало научному исследованию болот Западной Сибири.

Позднее болота изучались многими крупными институтами, которые организовывали различные экспедиции. Опубликовано большое количество научных статей и монографий, где подробно описано строение и развитие болотных массивов, их природоохранное значение как регуляторов водного баланса, гигантских естественных фильтров, поглощающих токсичные элементы. Приведены количественные данные о запасах торфа, возможностях его использования в народном хозяйстве.

Однако в предлагаемой читателю книге обращается особое внимание на биосферную роль болот Западной Сибири. В таком аспекте и глобальном масштабе болота еще недостаточно рассматривались. Большой интерес, на мой взгляд, представляет раздел книги о роли болот в круговороте углерода.

Болота способны поглощать  $\text{CO}_2$  из атмосферы и как можно меньше возвращать его обратно. Растущие болота - уникальные в наземной биоте экологические системы, которые связывают  $\text{CO}_2$  атмосферы на длительный период. Поэтому весь мир заинтересован, утверждают авторы, чтобы болота Западной Сибири оставались в естественном состоянии. Болота реагируют на изменения климата. Авторы справедливо предостерегают, что, не зная природной динамики болотообразовательного процесса и форм его проявления при антропогенном воздействии, невозможно прогнозировать последствия их хозяйственного использования.

Подробно в книге рассматриваются перспективы использования торфяных ресурсов Западной Сибири. В основу изучения болотных массивов на современном этапе рекомендуется системный метод, который вскроет полнее механизм заболачивания. Одной из задач является разработка научных основ комплексного

природопользования. Взаимодействие природы и человека на современном этапе обязывает учитывать при использовании болот не только требования сегодняшнего дня, но и долговременные цели рационального природопользования.

Проблема изучения болот Западной Сибири давно привлекала внимание исследователей. И поэтому нельзя не вспомнить и не отдать дань уважения и восхищения работам Д.А.Драницина (1914, 1915), А.Я.Бронзова (1930,1936), Р.С.Ильина (1930), Н.Я. Каца (1929,1946,1948), М.И.Нейштадта (1932-1979), Л.В.Шумиловой (1947-1971), Н. И. Пьявченко (1954-1962), С.Н.Тюремнова (1956,1957), Ю.А.Львова (1959-1995), Ф.З.Глебова (1965-1995), О.Л. Лисс (1974-1994), К.Е.Иванова (1953-1983) и многих других исследователей болот, по материалам работ которых и написана эта книга. Цель ее - в доступной форме показать огромную роль болот Западной Сибири в биосфере, чтобы нам, живущим на этой земле, ее ценить и понимать.

И. В. ДРАНИЦИН

*10 июля 1998 г. профессор А.А.Земцов.*

*Здесь, где так вяло свод небесный  
На землю тощую глядит,-  
Здесь, погрузившись в сон железный,  
Усталая природа спит...  
Лишь кой- где бледные березы  
Кустарник мелкий, мох седой,  
Как лихорадочные грезы,  
Смущают мертвенный покой.*

Ф. Тютчев

## ВВЕДЕНИЕ

Многие века своего существования болота казались людям чем-то таинственным. Реальные опасности, подстерегающие путника в подобных местах, породили много сказаний и легенд. Болота считали обиталищем водяниц, дев-болотниц, кикимор. Что же это были за причины, заставляющие верить в колдовские чары болот? Прежде всего - их труднопроходимость. Наличие лужиц воды среди болот - «окна», а под ними - бездонная топь. Еще коварнее "чаруса". Это полянка светлой зеленой травы с обилием ярких цветов, а под ней пучина. Или вспыхивающие над поверхностью болота огоньки, перебегающие с места на место, служившие убедительным доказательством "бесовского присутствия".

Прошли годы и болота раскрыли многие свои тайны. Так стало известно, как образуются "окна", "чарусы". Определенные участки твердых горных пород, подстилающих болото, могут располагаться почти над поверхностью трясины. По ряду причин в них возникают пустоты. Получаются практически бездонные колодцы, заполненные песчаным материалом, обильно насыщенным водой. Любой предмет, попадающий на коварную поверхность "окон" и "чарусов", быстро засасывается. Стало известно и происхождение "бесовских" огней, это всего-навсего результат самовозгорания болотного газа (метана) при соприкосновении с кислородом воздуха. Каждое время рождает свое понятие о болотах. Наступает XXI век. Каково же современное восприятие болота?

Это, прежде всего, его **многофункциональность**. В природоохранном значении это регуляторы водного баланса, гигантские естественные фильтры, поглощающие токсичные элементы. Болота обеспечивают сохранение генофонда редких животных, птиц и растений.

**Геоморфологическая функция** болот проявляется при влиянии их в процессе выравнивания первичных форм рельефа. **Климатическая функция** выражается в их мощном влиянии на формирование теплового и водного баланса территорий. Торфяные болота - это и **производственный ресурс**, из которого получают до 40 видов продукции.

Но здесь пойдет речь о **биосферной роли** болот Западно-Сибирской равнины, которая представляет собой крупнейший болотный регион мира площадью более 30 млн. га и с запасами торфа 109 млрд. т. Уникальность болотообразовательного процесса и особенности

торфонакопления, определяющие свойства торфов и торфяных залежей, их территориальное распространение накладывают особую ответственность за их использование.

И несколько слов о терминологии. Это не простой вопрос. Болота - сложное природное образование, изучаемое специалистами разного профиля. И на разных этапах истории болотоведения в формулировке понятия на первый план выдвигались разные моменты.

Один из первых исследователей болотоведения В.Н.Сукачев (1972) приводит такое определение болота - "... определенный тип земной поверхности, где факторы литосферы, педосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы в своем взаимодействии создают одно целое, один определенный ландшафт".

Н.Я.Кац (1970) в Большой Советской Энциклопедии пишет: " Болото - избыточно увлажненный участок земли, на котором происходит накопление неразложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф".

Определение ГОСТ 19179-73: " Болото - природное образование, занимающее часть земной поверхности и представляющее собой отложения торфа, насыщенные водой и покрытые специфической растительностью".

Таким образом, главным понятием болота является абиотический фактор - обильная увлажненность почвы. И поэтому болотный ландшафт - явление почвенно-гидрологическое. В работе рассматриваются только торфяные болота. Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП " Интеграция" (проект К0824) и "Университеты России- фундаментальные исследования" (проект 3961).

Книга представляет интерес для экологов, географов и биологов, а также для всех, кто интересуется проблемами болот в биосфере.

## **ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ БОЛОТ И ИХ ОСОБЕННОСТИ**

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

На рис.1 показана характеристика некоторых природных условий Западной Сибири. В направлении к северу увеличивается слой поверхностного стока от 100 до 250 мм, подземный сток наибольших значений (100-125 мм) достигает в центральной части Западно-Сибирской равнины, уменьшаясь до 15 мм на юге и на севере территории. Густота речной сети к северу возрастает от 0,1-0,2 до 2,0 км/км<sup>2</sup>. Коэффициент увлажнения, показывающий соотношение ресурсов влаги и тепла, закономерно увеличивается от 0,6-0,7 на юге до 1,6-1,7 на севере исследуемого района. В

соответствии с изменением природных условий изменяется и заторфованность от 6 % в южных районах до 37 % к югу от широтного участка течения р. Оби. К северу заторфованность уменьшается до 28-16 %.

Зональное расположение различных типов болот и залегание на всех геоморфологических уровнях, независимо от гипсометрического положения и возраста, несомненно, свидетельствуют об одновременном их образовании и определяющей роли климата. Но такое значительное переувлажнение одними общеклиматическими причинами объяснить нельзя. Интенсивная заболоченность равнины тесно связана также с исключительно плоским рельефом поверхности и обилием на ней отрицательных форм как очагов заболачивания. Все исследователи единодушно отмечают, что ложе болот осложнено провалами различных размеров, "изъедено" блюдцеобразными понижениями, "испещрено" западинами, которые и стали очагами болотообразования. *Но каков их генезис? На этот вопрос у исследователей нет однозначного ответа.*



Рис.1. Характеристика природных условий Западной сибери

Одни предполагают эрозионное и эоловое их происхождение (Д.А.Драницын, Н.И.Кузнецов). Другие утверждают, что главную роль в их происхождении играли суффозионные процессы. Последние "выражены в такой степени, что на многих I междуречьях вряд ли можно найти элемент рельефа, не захваченный в той или иной мере провалами заметных размеров, вся поверхность страны является причудливо измятой благодаря тому, что каждый ее участок постепенно опускался не один раз провалами различных масштабов" (Ильин, 1930, с.53). Отдавая должное Р.С.Ильину за полноту и образность описания этих форм рельефа, нельзя согласиться с его генетическим толкованием последних. **Возможен их суффозионный генезис.**

Однако одним из не менее важных факторов образования таких форм рельефа были и **термокарстовые процессы**, столь характерные в области вечной мерзлоты. Здесь 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. Поэтому без учета распространения и условий залегания многолетнемерзлых пород выводы не могут быть бесспорными.

Важную роль в образовании болот играет гидрографическая сеть. Степень расчлененности рельефа Западно-Сибирской равнины по глубине и густоте крайне недостаточна, поэтому гидросеть не способствует интенсивному речному стоку. Реки здесь слабо врезаны, имеют малые уклоны, отличаются значительной извилистостью и крайне медленным течением. Они не вполне эффективно дренируют поверхность равнины.

Важное значение в переувлажнении равнины имеет 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. Однако эти процессы не оказывают влияние на заболачивание водораздельных равнин, ограничиваясь лишь долинами и образуя обширные **соры** в низовьях рек.

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. Современные тектонические поднятия не были препятствием для развития и широкого распространения болот. Видимо, скорости неотектонических движений в голоцене были близки к скорости торфонакопления. Тем не менее, болота являются чуткими индикаторами неотектонических движений, особенно по разломам и разрывным нарушениям. Так, например, по линии разломов земной коры располагаются так называемые древние ложбины стока, заболоченность которых колеблется от 50 до 85 %.



***Интенсивное развитие заболачивания и соединение первоначально изолированных болот в болотные системы началось 6-8 тыс. лет назад в атлантический период - климатический оптимум голоцена.*** Это время формирования значительной части современных торфяников на междуречьях и террасах.

На рис. 2 показан преобладающий на Западно-Сибирской равнине ход развития обычного находящегося на плоском междуречье болота, когда озеро, расположенное в котловине ледникового, аллювиального термокарстового или какого-либо другого происхождения, постепенно зарастает, сама котловина при этом заполняется торфом сначала низинного, а затем переходного типа, и возникает верховое болото, практически неизбежно захватывающее окружающие пространства. термокарстового или какого-либо другого происхождения, постепенно зарастает, сама котловина при этом заполняется торфом сначала низинного, а затем переходного типа, и возникает верховое болото, практически неизбежно захватывающее окружающие пространства.

Если отвлечься от временной динамики процесса, то рис.2 можно рассматривать как "мгновенную" фотографию основных типов болот - от ***низинных евтрофных***, преобладающих на юге территории, до ***верховых олиготрофных*** болот, разные виды которых занимают огромные междуречные пространства в лесной зоне Западно-Сибирской равнины, названной по этой причине учеными ***лесо-болотной зоной***.

***Заметим, что евтрофные ( от греческого "eu" - хорошо и "трофе" - пища ) или низинные болота богаты питательными элементами за счет подпитывающих их грунтовых вод. Полная противоположность им болота олиготрофные ("олигос" - малый, недостаточный). Минеральное питание они получают только за счет атмосферных осадков***

Рис. 2 позволяет увидеть основные источники водно-минерального питания болот. Так, низинные болота имеют вогнутую форму поверхности, водосборную площадь и получают основное питание в форме подземного (особенно богатого минеральными веществами) и поверхностного притока. Эти болота занимают "подчиненное" положение в рельефе, и их состояние полностью зависит от окружающих ландшафтов, расположенных на более высоких отметках местности, откуда и осуществляется сток воды.

Верховые же болота с выпуклой поверхностью не имеют водосборной площади, с которой могла бы поступать вода, богатая минеральными веществами. Поэтому они достаточно автономны в своем развитии, питаются в основном (или - на плоских междуречьях - целиком) выпадающими на их поверхность атмосферными осадками и снабжают окружающие пространства избытком слабо минерализованной влаги. Если эта влага в силу строения русловой сети на окрайках болота не может найти пути для быстрого стекания, она здесь застаивается, и на переувлажненных участках

образуются "дочерние" по отношению к верховому болоту залесенные переходные или даже низинные болота.

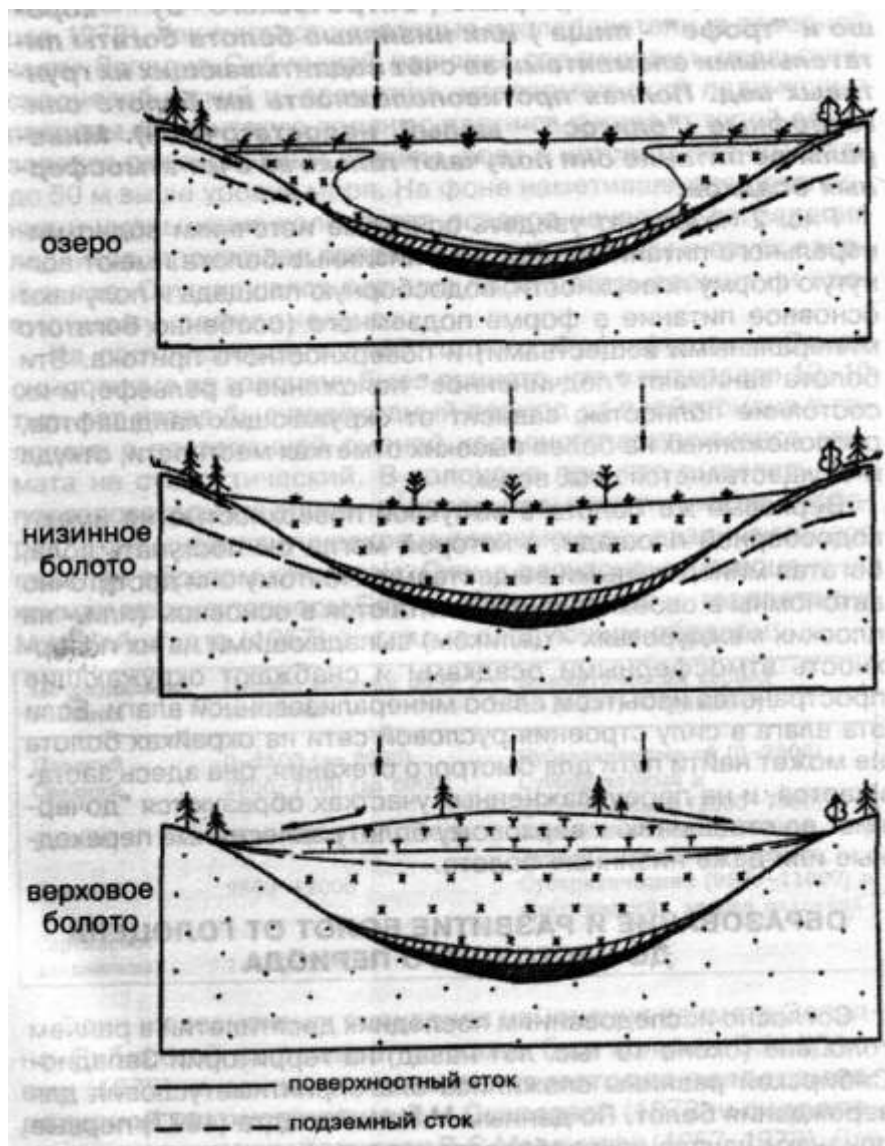


Рис.2. Стадии развития болота

## ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ БОЛОТ ОТ ГОЛОЦЕНА ДО НАСТОЯЩЕГО ПЕРИОДА

Согласно исследованиям последних десятилетий в раннем голоцене (около 10 тыс. лет назад) на территории Западно-Сибирской равнины сложились благоприятные условия для зарождения болот. По данным М.И.Нейштадта (1977) первые признаки начала почвообразования в районе Нижневартовска по радиоуглеродному методу датируются сроком 10585±80 лет назад. К этому временному отрезку относится и окончание Сартанского оледенения (22000±10500 лет назад), распространившегося до Полярного круга (Белоусова,1960; Земцов.1973). Как считают

некоторые исследователи, в северной части Западно-Сибирской равнины соединились уральский, среднесибирский и, возможно, новоземельский ледниковые покровы в гигантскую ледяную плотину, южнее которой образовался пресноводный водоем, вода в котором поднималась до 50 м выше уровня моря. На фоне наметившегося потепления и уменьшения количества осадков началась деградация ледников, произошел прорыв ледяной плотины и спуск озерных вод. Осушившаяся равнина подверглась размыву и эрозионному расчленению.

На состоявшемся в 1969 году во Франкфурте-на-Одере симпозиуме по голоцену было принято, что в интервале 12-10 тыс. лет назад был переходный период от плейстоцена к голоцену с постепенной сменой холодного арктического климата на субарктический. В голоцене принято выделять ряд последовательных времен: бореальное, атлантическое, суббореальное, субатлантическое и современное, различающиеся главным образом климатом. Схема расчленения голоцена на климатические периоды Блитта-Сернандера в интерпретации М.И.Нейштадта (1957) выглядит следующим образом:

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ГОЛОЦЕНА	ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ПО С <sup>14</sup> , ЛЕТ НАЗАД	КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД ПО ВЛИТТУ-СЕРНАНДЕРУ
ПОЗДНИЙ	0-2500 (до 3000)	СУБАТЛАНТИЧЕСКИЙ (0—2500)
СРЕДНИЙ	2500-7700 (до 8000)	СУББОРЕАЛЬНЫЙ И АТЛАНТИЧЕСКИЙ (2500-7500)
РАННИЙ	7700-9800 (до 10000)	БОРЕАЛЬНЫЙ (7500-9500) И НАЧАЛО
ДРЕВНИЙ	9800-12000	УЛУЧШЕНИЯ КЛИМАТА
САРТАНСКОЕ	10500-22000	СУБАРКТИЧЕСКИЙ (9500-11000) И
ОЛЕДЕНЕНИЕ		АРКТИЧЕСКИЙ , ВТОРАЯ ПОЛОВИНА

Один из возможных сценариев изменения климата Западно-Сибирской равнины в голоцене был получен В.М.Жуковым (1976) на основе использования **методов палеотемпературной реконструкции** Л.И.Сверловой (1972) и **гидролого-климатических расчетов** В.С.Мезенцева (1957,1973). Для независимого контроля вектора изменения составляющих палеоклимата им использовались в качестве реперов абсолютные радиоуглеродные датировки. Анализ хода кривых ресурсов тепла и влаги в Западной Сибири в голоцене позволил В.М.Жукову выделить четыре периода болотообразовательного процесса и торфонакопления. Исследовалась широтная зона в пределах 54-65 'с. ш., в которой в настоящее время распространены болотные зоны гидроморфного типа - зона крупнобугристых и олиготрофных грядово-мочажинных болот, зона мезоморфного (переходного) типа - евтрофных (мезотрофных) болот с участием олиготрофных сосново-сфагновых болот, и зоны ксероморфного типа - тростниковых и крупноосоковых, тростниковых и засоленных болот.

**Первый период** - период потенциально возможного появления и незначительного развития болотообразовательного процесса - датируется от 12 до 11 тыс. лет назад. Смена арктического климата на субарктический при некотором потеплении и достаточном количестве влаги создала к концу этого периода климатические предпосылки для появления очагов болотообразования и торфонакопления (особенно в более теплых южных ксероморфных болотных зонах).

Одним из основных факторов начала болотообразования в северной части Западно-Сибирской равнины стало повсеместное распространение здесь многолетней мерзлоты, котловин ледникового происхождения, а также термокарстовых западин. Исчезающе малые уклоны приводораздельных участков не позволили развиваться линейной эрозии и сформироваться речной сети, несмотря на высокую увлажненность. Эрозионный врез даже крупных Западно-сибирских рек незначителен ввиду крайне малых уклонов их русел. На фоне широкого распространения рыхлых отложений третичного и четвертичного возрастов это приводит к развитию боковой, а не глубинной эрозии, к увеличению извилистости рек, образованию густой сети рукавов, протоков, островов, осередков (Малик, 1976), а это, в свою очередь, вызывает замедление руслового стока.

В различных звеньях речной сети формируются подпорные явления, дальность распространения которых может достигать десятков километров в зависимости от климатических, гидрологических и геоморфологических факторов (Вендров, 1966, 1967; Малик, 1971). Наиболее устойчивые и мощные подпоры формируются на реках Среднеобской, Кондинской и Нижнеобской низменностей. В результате взаимных подпоров резко сокращается время активного дренирования реками своих водосборов, что способствует дальнейшему их переобводнению.

**Второй период** болотообразования датируется от 11 до 2 тыс. лет назад и характеризуется длительным потеплением и уменьшением количества атмосферных осадков. В ксероморфных болотных зонах в этот период происходило затухание болотообразования и торфонакопления, так как для поддержания положительного баланса водного питания болот требовались большие водосборные площади. В мезоморфной зоне из-за уменьшения поступления атмосферной влаги процессы болотообразования также могли ослабевать. Лишь в гидроморфных зонах положительный баланс водного питания обеспечивал интенсивное развитие болотообразования и торфонакопления.

По мере потепления климата происходило постепенное перемещение географических зон к северу на 3,5-4°, Рассмотрим это на примере анализа спорово-пыльцевых данных палеоботанического разреза болота "Нижневартовское". Развитие этого болота сопровождалось изменениями окружающей среды и характера болотного ландшафта (Нейштадт, 1976). Началу почвообразования здесь в голоцене 10585±80 лет назад соответствовал климат лесотундры с преобладанием ели и лиственницы.

Благоприятные условия для торфонакопления сложились 8780±35 лет назад и этот процесс с различной интенсивностью продолжается до настоящего времени. К указанной временной границе

лесотундра сменилась ландшафтом елово-лиственничных лесов и на 3000 лет установился климат северной тайги. Третья фаза продолжительностью 2500 лет характеризуется господством березы, ландшафтом и климатом подзоны лиственных лесов. Последним двум фазам суммарной продолжительностью 5000 лет соответствует ландшафт и климат подзоны средней тайги с преобладанием сосны и кедра, что свидетельствует об увеличении увлажнения и некотором похолодании. При длительном переувлажнении почвогрунтов заболачивание возникает сразу на больших площадях, приводя к резкой смене растительности и началу болотообразования. В силу ряда благоприятных природных условий болотные массивы и торфяники становятся все более активными очагами заболачивания окружающих территорий.

Очень важно понять, что процесс заболачивания протекал в разных условиях по-разному. Различают три типа заболачивания: *поверхностное, грунтовое и смешанное (поверхностно-грунтовое)* (Караваева, 1976). При разном сочетании физико-географических условий один и тот же тип заболачивания может быть реализован различными механизмами заболачивания и превращения сухоходольного ландшафта в болотный.

При *грунтовом* заболачивании на легких породах подъем почвенно-грунтовых вод усиливает подзолистый процесс, в результате чего формируется уплотненный горизонт или ортзанд, способствующие переувлажнению поверхностного обедненного подзолистого горизонта и началу торфонакопления.

*Поверхностный* тип заболачивания тяжелых пород связан с возникновением и усилением глеевого процесса в переувлажненных почвах, что еще более ухудшает внутренний дренаж почвенной толщи.

*Смешанный* тип заболачивания проявляется аналогично поверхностному с той лишь разницей, что в почвенной толще присутствует горизонт почвенно-грунтовых вод, подпирающий поверхностные воды, препятствующий дренажу и вызывающий смену растительности на более гидрофильную и начало торфонакопления.

**Третий период** болотообразования датирован интервалом 2000-500 лет назад. Он характеризуется небольшим похолоданием и увеличением количества атмосферных осадков, что привело к активизации болотообразовательного процесса и торфонакопления во всех болотных зонах. При благоприятных условиях рельефа болота разрастаются во все стороны, причем ежегодный прирост заболоченных площадей возрастает по мере удлинения контура болотного массива. Однако, по расчетам М.И.Нейштадта (1971) ежегодный прирост заболоченных площадей за последние 2000 лет уменьшился в связи с приближением болот к более дренированным формам рельефа: склонам и долинам рек. Дальнейшее разрастание болот в таких случаях продолжается параллельно руслам рек. Агрессивности процесса болотообразования способствует огромный запас воды, сосредоточенный в болотах и составляющий около 1000 км<sup>3</sup>.

**Четвертый период** болотообразования и торфонакопления (от 500 лет назад до настоящего времени) характеризуется тенденцией к потеплению и уменьшению осадков. Во всех болотных зонах болотообразование протекает достаточно активно, что обусловлено как значительными запасами влаги, так и биологической приспособляемостью болотной растительности к плавным колебаниям климатических условий. В этот период растущие болота стали сливаться в огромные болотные массивы площадью в сотни квадратных километров.

## **ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

На разнообразие стратиграфии болот Западной Сибири наложила отпечаток динамика природной зональности на протяжении всего голоцена. Плавная смена климата приводила к смещению географических зон, к эволюции растительности, изменению условий водно-минерального питания.

На севере Западной Сибири формирование торфяных залежей происходило на фоне наличия многолетней мерзлоты при ограниченных тепловых ресурсах климата. Поэтому торфонакопление здесь происходило очень медленно, а мощность торфа невелика.

По ботаническому составу торф, в основном, осоковый, осоково-гипновый, травяно-гипновый, осоково-сфагновый. Особенности водно-минерального питания обусловили протекание болотообразования по низинному типу.

Южнее границы распространения многолетней мерзлоты условия для болотообразования и торфонакопления более многообразны. Так, в долине р. Тыма заболачивание началось с олиготрофной или мезоолиготрофной фазы, а ведущая роль в формировании торфяных залежей изначально принадлежала торфу топяного подтипа. Это в значительной степени обусловило формирование залежей сравнительно монотонного строения.

Для Кеть-Тымского междуречья в строении торфяных залежей характерна существенная продолжительность евтрофной и мезотрофной стадий.

На протяжении почти всего голоцена болота на низких террасах Оби оставались в евтрофной фазе. Смена евтрофной и мезотрофной фаз на олиготрофную наступила в субатлантический период. Однако и в настоящее время евтрофные и мезотрофные травяно-сфагновые болота широко распространены на низких террасах долин рек Оби, Кети и Тыма.

Как отмечают О.Л.Лисе и Н.А.Березина (1981), на водораздельных равнинах доля участия олиготрофной стадии в развитии болот значительно возрастает. Торфяники верхового типа с поверхности покрыты различными видами сфагнума, слабо разложившиеся остатки которого составляют верхнюю часть торфяной залежи, а иногда и всю толщу почти до дна (4-6 м, иногда до 10 м). На поверхности торфяников распространен грядово-мочажинный комплекс.

Участки залежи, образовавшиеся за последние сотни лет в процессе развития и слияния отдельных болот в крупные массивы, сложены переходными и реже низинными торфами.

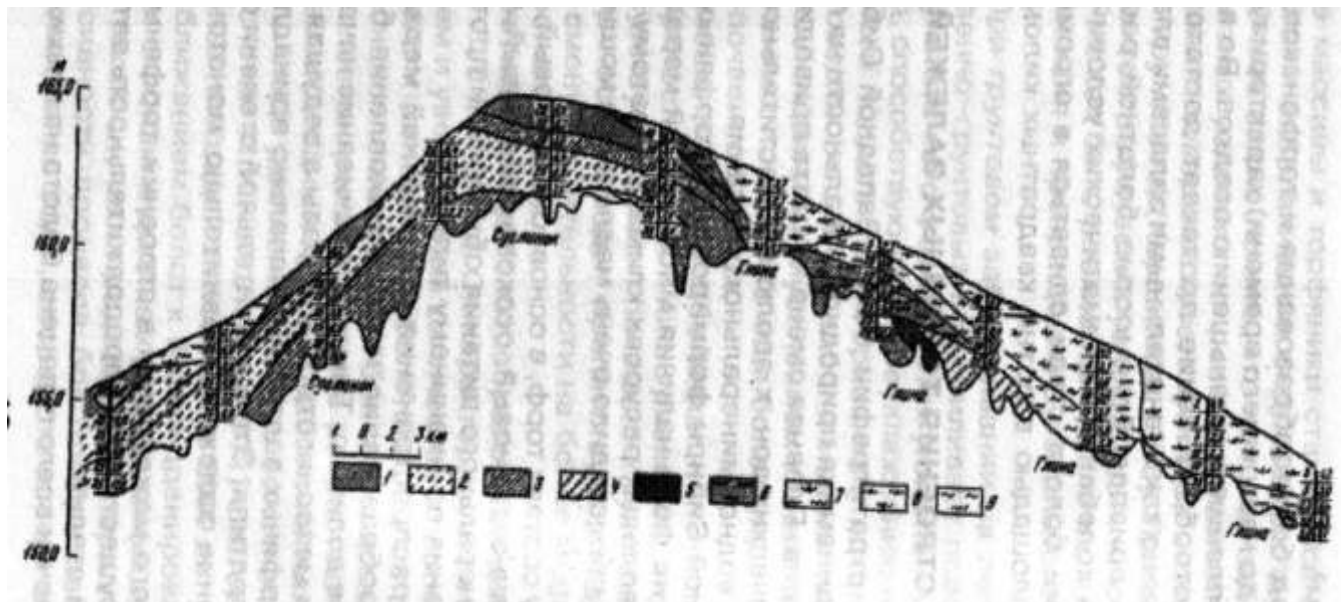


Рис.3. Поперечный разрез через Большое Васюганское болото, включая его гребень  
(по материалам треста "Геолоторфразведка")

В шурфах цифры справа- зольность, %; слева – степень разложения торфа, %

Торф: 1-осоковый; 2- гипновый низинный; 3- осоково- гипновый низинный; 4- травяной; 5- травяно- мохово низинный; 6- то же, переходный; 7- комплексный верховой; 8- фускум торф; 9- сфагновый мочажинный

На рис. 3 представлен стратиграфический профиль через Большое Васюганское болото и его гребень (рисунок заимствован из монографии "Научные предпосылки..", 1977). С южной стороны профиля залежь верхового сфагнового торфа подстиляется слоем низинного торфа разной мощности. Подстилающий слой состоит из низинного тростникового, осокового или гипново-осокового торфа, которые перекрываются осоково-сфагновым переходным торфом.

По направлению к северу разреза торф верхового типа залегает от основания или почти от основания залежи. Преобладает комплексный верховой или фускум торф и соответственно комплексная верховая залежь. Степень разложения торфа 5-10 % (до 25 %), зольность 1,2-4 % (до 8,9 %).

При дальнейшем движении к югу мы пересекаем границу, за которой ресурсы тепла превалируют над ресурсами влаги. Коэффициент увлажнения, показывающий соотношение ресурсов влаги и тепла, в целом за год и особенно в летний период становится меньше единицы (см.рис. 1). Здесь переувлажнение создается в пониженных формах рельефа за счет поверхностного и (или) грунтового стока с определенной водосборной площади, размеры которой увеличиваются в южном направлении. Особенности водно-минерального питания обусловили распространение низинных болот, торфяная залежь которых сложена преимущественно тростником и осокой.

Посреди низинных болот встречаются типичные верховые, сильно выпуклые сфагнуво-кустарничково-сосновые болота - "рямы". Они сложены фускум торфом (до 5 м), подстилаемым довольно тонким слоем тростниково-осокового торфа, залегающего на сапропеле.

## СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА БОЛОТООБРАЗОВАНИЯ

*Продолжается ли заболачивание территории Западной Сибири сейчас и если да, то с какой скоростью?*

Существует две точки зрения относительно интенсивности процесса заболачивания в настоящее время. Факторы, благоприятствующие началу заболачивания в раннем голоцене, имеют место и сейчас: превышение ресурсов влаги над ресурсами тепла, поверхность всей равнины еще больше выложена болотами и торфяниками, русла приводораздельных рек оторвались от минерального грунта и погрузились в торф и т.д..

В толще почвогрунта, как правило, глинистого или суглинистого, образовался горизонт с еще более низкой фильтрационной способностью, что ослабило и без того затрудненный водообмен поверхностных и подземных вод. Переобводнению обширных территорий по-прежнему способствует многолетняя мерзлота. Накопленный в болотах запас воды в 1000 км<sup>3</sup> оказывает переобводняющее влияние на окружающие суходолы.

Анализ пыльцевых диаграмм с абсолютной радиоуглеродной датировкой, расчеты скорости заболачивания за последние 500 лет, позволили М.И.Нейштадту сделать вывод о том, что процесс заболачивания Западно-Сибирской равнины протекает очень активно и в настоящее время, захватывая около 92 км<sup>2</sup> ежегодно (Научные предпосылки..., 1977). При этом подтопляются, заболачиваются и гибнут луга и леса 1 и 2 бонитета. Непрерывное развитие болот через несколько тысяч лет приведет к полному заболачиванию и заторфовыванию Западно-Сибирской равнины, за исключением наиболее дренируемых и повышенных участков.

На взгляд Ф.З.Глебова (1988) существенное уменьшение ежегодного прироста площади болот за последние 2 тыс. лет свидетельствует о затухании агрессивности болотообразовательного процесса. Депрессии рельефа, которые потенциально могли быть заболочены, уже заняты болотами. Примерно через 1 тыс. лет процесс заболачивания Западно-Сибирской равнины завершится, при этом суммарная площадь болот возрастет лишь на 2 % от нынешней.

Весьма веские аргументы есть у обеих точек зрения. Какая из них окажется верной покажут лишь дальнейшие исследования.

## ТОРФЯНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Западно-Сибирский экономический район, располагаясь на территории трех природно-географических зон (лесостепной, лесной и тундровой), представляет собой крупнейший торфяной регион мира с 39 % мировых запасов торфа. В его состав входят: Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская, Тюменская, Омская и Томская области. Средняя заторфованность региона составляет 13 % (рис.4), но в его центральной части (Тюменская, Томская области) возрастает до 15-25 %.



В Западно-Сибирском экономическом районе по состоянию на 01.01.88 г. учтено 5004 торфяных месторождения общей площадью в промышленной границе 32474,2 тыс. га и торфяными ресурсами 113712,8 млн.т. Из них более 50 % располагается в Тюменской области и около 30 % - в Томской области. Сравнительно невелики торфяные ресурсы Кемеровской области и Алтайского края, составляющие соответственно 178,8 млн. и 203,4 млн.т. (табл. 1). Изученность торфяных ресурсов как в целом Западно-Сибирского экономического района, так и большинства областей, входящих в его состав, невысокая, и более 90 % торфяных ресурсов являются прогнозными.

*Запасы торфа, как и запасы полезных ископаемых по степени изученности подразделяются на разведанные (категории А, В и С<sub>1</sub>), предварительно оцененные (категория С<sub>2</sub> и прогнозные (категории Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub>, Р<sub>3</sub>).*

В то же время изученность торфяных ресурсов южных областей довольно значительна. Например, в Кемеровской области разведано около 80 % учтенных торфяных ресурсов, в Алтайском крае - около 60 %, а в Новосибирской области - около 40 %. Из них по промышленным категориям в Кемеровской области - более 40 %, в Алтайском крае - около 30 %.

Мало изучены торфяные ресурсы Омской области, где прогнозные ресурсы составляют более 97 %, а по промышленным категориям изучено около 1,5 %. *Заметим, что промышленная залежь торфа - залежь пригодная по глубине для промышленной разработки (более 0,7 м в неосушенном состоянии). Кроме того, к промышленным запасам относят торфяные ресурсы, разведанные по категориям А+В+С.*

Наиболее детально изучены торфяные ресурсы в южной части Тюменской и Томской областях, где по промышленным категориям разведано соответственно 678 и 476 млн. т запасов торфа.

Более 96 % разведанных запасов торфа района располагаются на 148 крупных торфяных месторождениях площадью свыше 1000 га. В то же время по количеству преобладают торфяные месторождения площадью от 50 до 1000 га, хотя запасы торфа на них составляют около 3 % от разведанных. На 343 разведанных торфяных месторождениях площадью до 50 га сосредоточено менее 1 % запасов торфа.

Основные запасы торфа (более 70 %) сосредоточены на 106 крупных торфяных месторождениях, имеющих площади более 50 тыс. га. Среди них выделяется группа уникальных торфяных месторождений, таких как Васюганское (53 тыс. км<sup>2</sup>), Канцьярское (132 км<sup>2</sup>), Лайменское (502 км<sup>2</sup>), Салымо-Юганское (732 км<sup>2</sup>).

Торфяные месторождения Западной Сибири включают в себя все три основные типа: *низинный, переходный и верховой*, которые сложены аналогичными типами торфов.

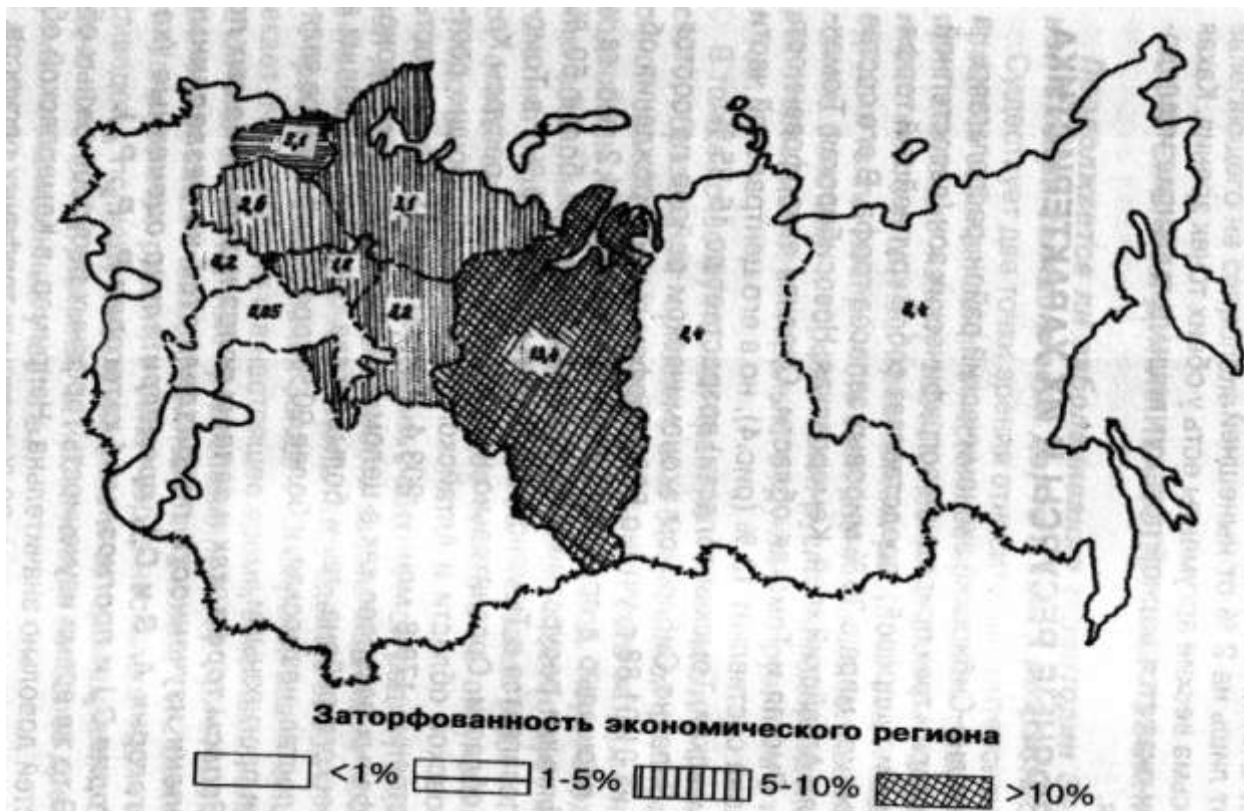


Рис. 4. Заторфованность территории России по экономическим районам

ТАБЛИЦА 1.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ ИЗУЧЕННОСТЬ ( ПО СОСТОЯНИЮ НА 01.01.88)

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЙОН, ОБЛАСТЬ	ОБЩИЕ ТОРФЯНЫЕ			ИЗ НИХ РАЗВЕДАННЫЕ ЗАПАСЫ						
	КОЛ-ВО ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	ПЛОЩАДЬ В ГРАНИЦЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕЖИ, ТЫС. ГА	ТОРФЯНЫЕ РЕСУРСЫ, МЛН. Т	КОЛ-ВО ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	ПЛОЩАДЬ В ГРАНИЦЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕЖИ, ТЫС. ГА	ЗАПАСЫ ТОРФА, МЛН. Т				ЗАБАЛАНСОВЫЕ
						ВСЕГО	БАЛАНСОВЫЕ			
							В ТОМ ЧИСЛЕ ИЗУЧЕННЫЕ ПО			
A+B	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>								
ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ РАЙОН	5004	32474,2	113712,8	881	3442,8	11113,8	1451,9	4199,2	5205,3	257,4
АЛТАЙСКИЙ	213	51,1	203,4	77	22,7	115,8	63,5	2,2	27,6	22,5
КЕМЕРОВСКАЯ	166	42,4	178,8	147	36,1	160,2	69,7	3,9	57,1	29,5
НОВОСИБИРСКАЯ	584	2095,2	7333,1	159	918,5	2766,7	121,0	759,2	1851,1	35,4
ОМСКАЯ	316	1211,7	3513,6	38	30,5	95,6	43,4	24,5	19,6	8,1
ТОМСКАЯ	1167	8060,0	32769,8	118	1388,3	4507,9	476,0	2384,9	1616,1	30,9
ТЮМЕНСКАЯ	2558	21013,8	69714,1	342	1046,7	3467,7	678,3	1024,5	1633,8	131,0

Деление болот на 3 основных типа ни в коей мере не исчерпывает их бесконечного разнообразия. Болотоведы считают, что на Западно-Сибирской равнине можно увидеть практически все типы

болот, которые встречаются в северном полушарии. Например, грядово-мочажинные болота (рис. 5), чередующиеся с сосново-кустарничково-сфагновыми болотами (рис. 6). Природа создала здесь оптимальные условия для накопления торфа. Средняя его мощность 3-4 м, а в отдельных массивах торф залегает до глубины 10-12 м.

Извилистые, длинные узкие гряды, высотой до 1 м, перемежаются с обводненными понижениями (рис. 7). Гряды покрывают самые засухоустойчивые виды сфагновых мхов. На грядах растут сосны, вересковые кустарники, много ягод.

Мочажины всегда мокрые и покрыты влаголюбивыми сфагновыми мхами. Так на огромных пространствах идет монотонное чередование растительных сообществ, расположенных параллельными полосами. Подобный феномен вызывает интерес. Поэтому многие исследователи пытались найти причину их возникновения. Разные гипотезы их происхождения основываются на взаимодействии фильтрующегося потока воды и различных комплексов болотной растительности. Изменения внутриболотного фитоценоза тесно связаны с колебаниями степени обводненности различных участков болота, что свидетельствует и о причинах, их вызывающих.

Богаче растительность низинных (евтрофных) болотных массивов, занимающих обширные пространства водоразделов рек, речных долин на границе пойм и надпойменных террас. На рисунке 8 представлено такое безлесное гипново-осоковое болото. Кустарничковый ярус состоит из березы карликовой, низкой, ивы пятитычинковой и пепельно-серой. Травяной покров состоит из осок (невзрачной, плетевидной, топяной, двудомной, двутычинковой, волосистоплодной), пушицы узколистой, вахты, вежа ядовитого, сабельника; моховой покров - разнообразные зеленые мхи.

В переходной полосе от открытых осоково-гипновых сообществ к лесной растительности, располагающихся на склоне террасы, могут быть березово-ерниково-осоково-папоротниковые ассоциации.

В Томской области, например, преобладают верховые и переходные торфяники. В Новосибирской и Омской областях наиболее распространены низинные торфяники.

Каждый тип торфов разделяется на три подтипа: лесной, лесотопяной и топяной. В основу разделения положено процентное содержание древесных остатков в торфе, зависящее от степени залесенности торфяника, которая, в свою очередь, зависит от его обводненности. Обводненность препятствует развитию древесной растительности.

На основании процентного соотношения в торфе остатков основных групп торфообразователей (травянистых растений, моховых, древесных) подтипы торфяников подразделяются на группы, а группы уже объединяют виды торфов. В общем понятии *торф - органическая горная порода, содержащая в абсолютно сухом торфе не более 50 % минеральных компонентов и образовавшаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода (Тюремное, 1976).*

Ю.В.Ерковой (1957) составлена классификация видов торфа Западно-Сибирской низменности (рис. 9).

Большая часть запасов торфа в Западной Сибири представлена торфом верхового типа, доля участия переходного и низинного типов в общей сложности составляет немногим более 30 %.

В Западной Сибири сосредоточены огромные запасы торфа малой степени разложения, составляющие почти 22 млрд. т. Заметим, что запасы аналогичного торфа в европейской части России составляют всего лишь 2,4 млрд. т.

Торфа малой степени разложения являются очень ценным сырьем для торфяной промышленности. Из него можно получить продукты биохимического производства и строительной индустрии.

Каждое торфяное болото может в своем составе иметь много видов торфов. Рассмотрим в качестве примера Васюганское болото, в составе которого преобладает верховая торфяная залежь. Ее особенности на Васюганье: мощность до 4-6, иногда до 10 м, в основном слагается сфагновыми слабо - разложившимися торфами из сфагнум фускум или из ряда сфагновых мхов, образующих так называемый комплексный верховой торф. В связи с тем, что торфяники в этой зоне в процессе своего развития сливались, образуя крупные массивы, отдельные участки залежи сложены переходными и реже - низинными торфами.

Поэтому, в торфяных залежах Васюганья заложен большой потенциал ценного сырья. Преобладание здесь комплексной и состоящей из сфагнум фускум торфяных залежей (70%) обычно с большими запасами малоразложившегося торфа обеспечивает возможность развития производства из торфа биохимической и другой ценной продукции в неограниченных масштабах. Из этого сырья можно получить: кипованный торф, торфорассадные блоки и плиты, парниково-тепличный грунт, высокие сорта торфяной подстилки и др. Но мы всегда должны помнить, что Васюганское болото - это одновременно уникальная болотная система, выполняющая природоохранные функции.

Торфяные месторождения Западно-Сибирской равны чрезвычайно разнообразны по условиям образования и вития, качественно-количественным показателям залежи поверхности, характеру распространения и другим факторам, в изменении которых прослеживается довольно четкая закономерность, тесно связанная с природной зональностью. В соответствии с изменениями комплекса физико-географических факторов меняется заторфованность, а также характер и особенности торфяных месторождений. Именно принцип зональности и был положен в основу всех существующих схем районирования торфяных месторождений Западной Сибири (Кац, 1928,1946,1978; Бронзов, 1930; Нейштадт, 1936; Тюренов, 1956,1976; Кац и Нейштадт, 1963; Лисе, 1975).

Учитывая эту особенность в размещении и характере торфяных ресурсов Западной Сибири, описание их приводится по торфяно-болотным зонам, выделенным по результатам работ треста

Теолторфразведка". Данное районирование базируется на оценке заторфованности и характера распространения торфяных месторождений, запасов торфа и его распределения по типам залежей, глубины, качественно-количественных показателей залежи, особенностей поверхности торфяных месторождений, а также на оценке возможных направлений использования торфяных ресурсов в каждой зоне.

Всего на территории Западно-Сибирской равнины выделено шесть торфяно-болотных зон, границы которых в основном совпадают с границами природных зон Западной Сибири (рис. 10).

Расположение выделенных торфяно-болотных зон, их границы и сопоставление с природными зонами Западной Сибири определяются параметрами, приведенными в табл. 2.

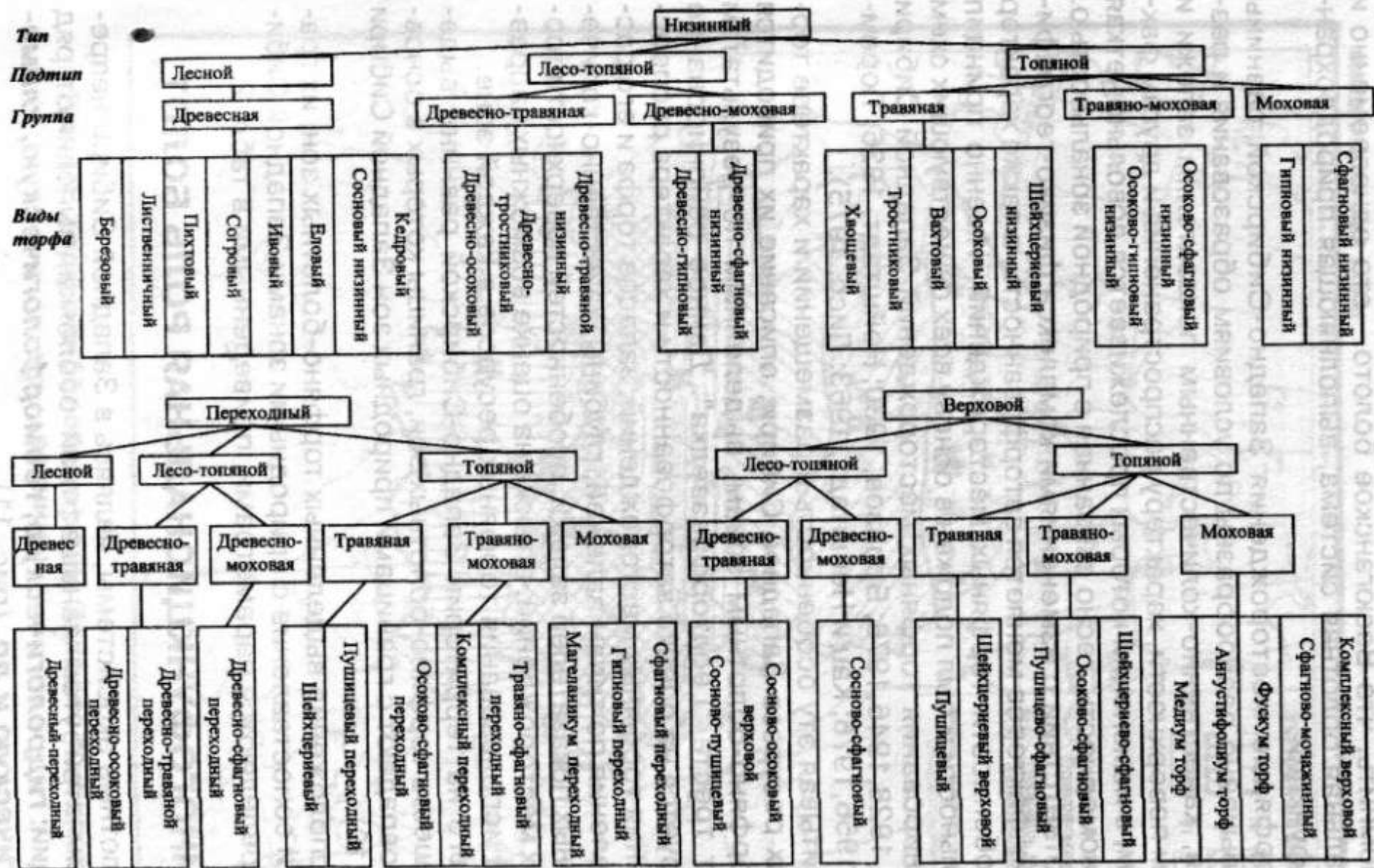


Рис. 9. Схема классификации торфов

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РОЛЬ БОЛОТ

Болотные экосистемы, являясь в Западной Сибири неперенным атрибутом ландшафтной оболочки, выполняют ряд функций: *гидрологическую, геоморфологическую, климатологическую и др.* (рис. 11).

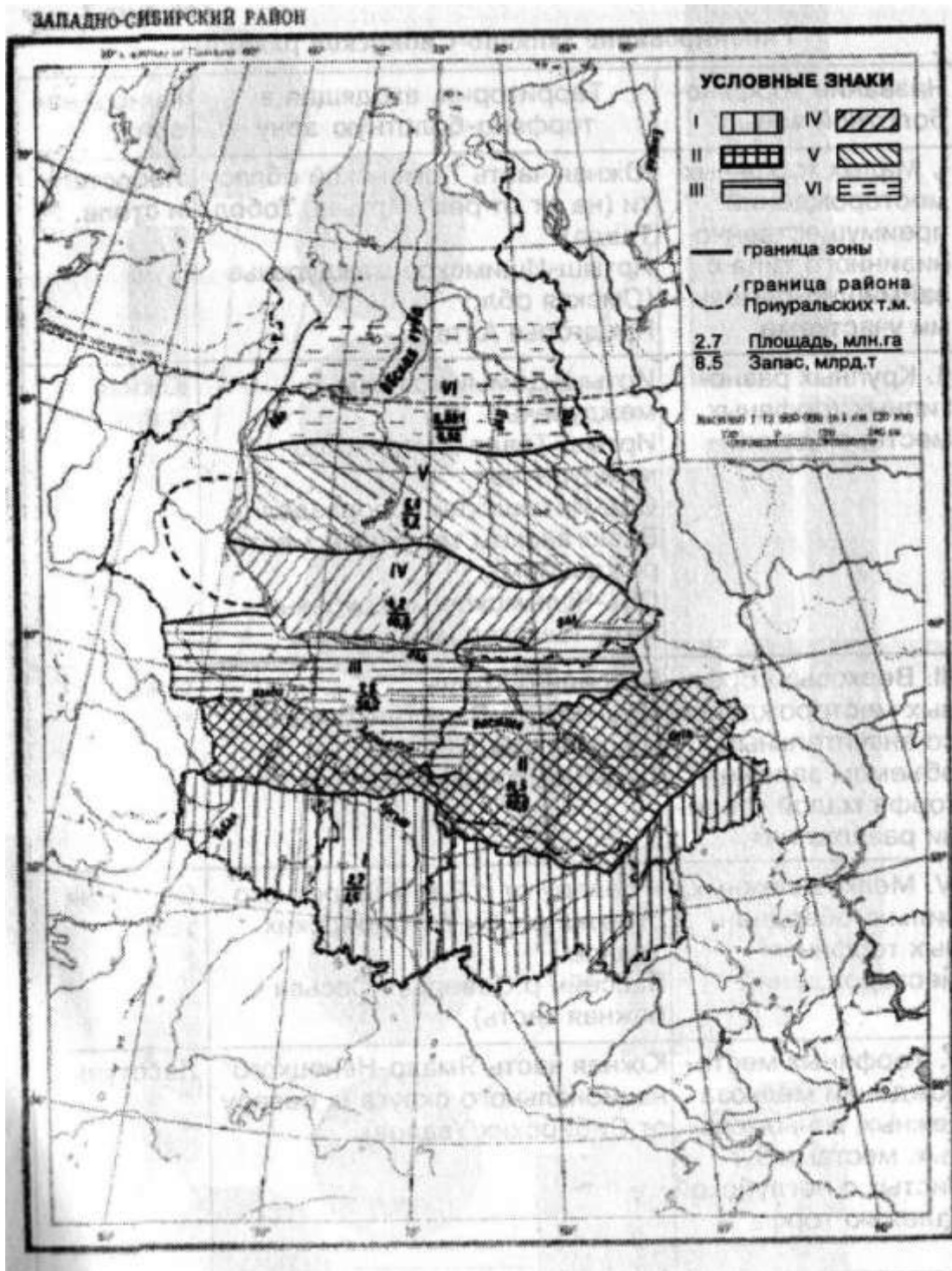


Рис. 10. Торфяно-болотные зоны Западно-Сибирской равнины

## РАЙОНИРОВАНИЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ

Название торфяно-болотной зоны	Территория, входящая в торфяно-болотную зону	Природная зона
I. Малых торфяных месторождений преимущественно низинного типа с займищно-рямовыми участками	Южная часть Тюменской области (на юг от рек : Иртыш, Тобол, Тавда) Иртыш-Ишимское междуречье (Омская обл.) Предгорья Алтая	Лесостепь и степь
II. Крупных разнотипных торфяных месторождений	Иртыш-Демьянковское междуречье Иртыш-Тавда-Кондинское междуречье Обь-Иртышский водораздел (с Васюганским торфяным месторождением) Обь-Чулымское междуречье Кеть-Тымское междуречье	Южная тайга
III. Верховых торфяных месторождений со значительным объемом залежи торфа малой степени разложения	Бассейн р.Конды Обь-Иртыш-Васюган-Демьян-ковское междуречье Тым-Вахское междуречье	Средняя тайга
IV. Мелкозалежных, сильно обводненных торфяных месторождений	К северу от р.Вах и широтного отрезка р.Оби до Сибирских Увалов Бассейн р,Северная Сосьва (южная часть)	Северная тайга
V. Торфяных месторождений мелкозалежных, вечномерзлых, местами бугристых с неглубокой залежью торфа	Южная часть Ямало-Ненецкого национального округа (к северу от Сибирских Увалов)	Лесотундра
VI. Приполярных торфяных месторождений	Приполярная часть Ямало-Ненецкого национального округа	Лесотундра и тундра





Рис. 11. Функции болот в биосфере

**Болота играют, например, важную роль в поддержании состава атмосферного воздуха:** их 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 потепление глобального климата, о чем более подробно будет рассмотрено в отдельной главе.

**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 препятствует 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<sup>3</sup> испарившейся влаги на территорию Восточной Сибири и Казахстана.

**Болота обеспечивают сохранение генофонда** редких, в том числе не встречающихся нигде видов животных, птиц и растений. На торфяных болотах произрастают лекарственные растения (багульник, вахта, сабельник, таволга) и ягоды.

Торфяные месторождения служат **гигантскими естественными фильтрами**, поглощающими токсичные элементы. А.П.Бояркина (1977) установила, что слой торфа толщиной в 18 см концентрирует в себя аэрозоли за последние 15-17 лет.

Полуколичественный спектральный анализ торфяных колонок из отдаленных от индустриальных центров районов показал, что содержание свинца, марганца, меди, цинка значительно возрастает от нижних слоев (XVIII в.) к верхним (современным).

В местах особо сильного техногенного загрязнения накопление токсичных веществ на болотах на порядок выше, чем на окружающих суходольных территориях. По мнению М.А.Глазовской (1979), болота - это восстановительные ландшафтно-геохимические барьеры, своеобразные "ловушки", где могут аккумулироваться токсичные техногенные органические вещества и некоторые металлы.

Аккумулирующая способность устраняет загрязнение территории: попадая на поверхность болот из атмосферы, растворимые вещества частью используются растениями, частью с выпуклых болот могут сбрасываться к окраинам или топям. Нерастворимые или слабо растворимые вещества наряду с растительными остатками захороняются в процессе торфообразования, выключаясь из обмена.

Учитывая особое **гидрологическое значение болот** и тот факт, что другие функции (климатическая, геоморфологическая и т.д.) в существенной мере определяются водным балансом и гидрологическим режимом болотных экосистем, эти функции объединены нами понятием "средообразующая функция" (Инишева, Земцов, 1995) и рассматриваются отдельно от

гидрологической (рис. 11). Более подробно гидрологическую функцию болот обсудим в следующей главе.

Болотные системы не только испытывают на себе влияние определенной среды, но, являясь компонентом биосферы, находятся в тесном взаимодействии с другими биогеоценозами.

***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.*** Так болота оказывают влияние на формирование гидрологического режима окружающих территорий, разное в разных зонах.

В гумидных зонах близкое стояние грунтовых вод на прилегающих к болотам территориях может иметь как отрицательное (заболачивание), так и положительное (ликвидация периодических почвенных засух) значение.

В лесостепной зоне Западной Сибири высокая заболоченность (до 25 %) существует вопреки климату (это зона недостаточного увлажнения) и, возможно, благодаря влиянию севернее расположенных болот подзоны осиново-березовых лесов. В частности, велико воздействие на развитие болотообразовательных процессов в Барабинской лесостепи огромного Васюганского болота (около 5 млн. га), которое частично заходит и в зону лесостепи. Наличие болот и близкое стояние к поверхности грунтовых вод создают здесь условия естественного рассоления и развития вокруг болот луговой растительности.

Большинство водораздельных болот таежной зоны наступает на окружающие леса. Согласно выводам М.И.Нейштадта (1972), саморазвитие болота есть чрезвычайно сложный процесс, связанный в значительной мере с характером рельефа местности. Очертания отдельных "языков" показывают, что болота как бы "выбирают" наиболее подходящие участки для своего продвижения, или, наоборот, временно останавливаются в своем горизонтальном распространении, обходя гипсометрически более высоко расположенные площади, оставляя их внутри себя с тем, чтобы впоследствии продвинуться на них.

Процесс наступления болот на леса неравномерен во времени и пространстве. Даже на сильно заболоченных водораздельных равнинах местное улучшение дренажа приостанавливает развитие болот вширь, приводит к облесению тех участков болот, на которых произошло улучшение дренажа, вызванное многими естественными причинами, например, образованием внутриболотной речной сети.

Так, на Кеть-Тымском водоразделе встречаются обширные естественно осушенные участки среди сплошь заболоченных водораздельных пространств (Лисе, 1981). Эти самоосушенные участки болот с залежью торфа 4-5 м своим происхождением обязаны тектоническим движениям; они заняты кедрово-сосново-березовыми лесами с подлеском из рябины. В травяном ярусе наряду с

лесными видами сохраняется и примесь болотных, несмотря на отсутствие переувлажнения на поверхности. В то же время отмечены случаи вновь начавшегося заболачивания таких прежде самоосушенных торфяников.

Таким образом, изложенные выше факты свидетельствуют о постоянном и интенсивном влиянии болот на окружающую среду

## ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ БОЛОТ

Гидрологическая функция 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.)

## ВОДООБМЕН В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Одним из проявлений гидрологической функции считается *водоохранная роль болот*, которую, во избежание неоднозначности истолкования, следует рассматривать по отношению к конкретным водным объектам или звеньям влагооборота, тем более что она является одним из важных критериев выделения охраняемого фонда торфяных ресурсов.

Водоохранная роль болот может быть как положительной, так и отрицательной. В последнем случае антропогенное воздействие на болотные экосистемы может иметь благоприятные последствия. При этом решение вопроса о водоохранном значении болот зависит от того, к какому конкретно звену влагооборота это понятие применяется. Например, известно, что болота на водосборной площади несколько снижают объем речного стока в замыкающем створе бассейна (негативная роль болот), но консервируют значительные запасы влаги в торфяных отложениях. Здесь водоохранная роль относится к запасам воды в болотных экосистемах, законсервированным в толще торфяников, а также - к находящимся в обводненных микроландшафтах и 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 (Воронков, 1988).

При площади заболачивания Западной Сибири около 1 млн. км<sup>2</sup> и запасах торфа 120 млрд. т (при влажности 40 %) запасы воды в торфе достигают 1000 км<sup>3</sup> (Нейштадт, 1977), т.е. в среднем 1000 мм на единице заболоченной площади, что значительно превышает годовой сток рек в этих районах (100-300 мм/год).

**Водообмен болотных экосистем с окружающими ландшафтами происходит посредством поверхностного и грунтового стока.** Поверхностный сток происходит в гидрографической сети и в деятельном горизонте торфяников (путем фильтрации). Болотная гидрографическая сеть включает водотоки, озера и топи.

Густота речной сети в лесной зоне Западно-Сибирской равнины обычно составляет 0,2-0,4 км/км<sup>2</sup>, резко снижаясь на болотах до 0,03-0,05 км/км<sup>2</sup> (Малик, 1978), что свидетельствует о сравнительно небольшом значении внутриболотных водотоков в дренировании болотных массивов по сравнению со стоком в деятельном горизонте. Водотоки питают сток более крупных рек болотными водами.

В зоне олиготрофного заболачивания на обширных заозеренных пространствах Сургутского Полесья гидрографическая сеть представлена системой озер, соединенных многочисленными протоками. В менее обводненном Конда-Тавдинском районе речная сеть на болотных массивах развита слабо, вода стекает из внутриболотных озер через систему проточных топей, расположенных между выпуклыми торфяниками. В Обь-Иртышском районе речная сеть более развита, преобладают грядово-мочажинные микроландшафты, заозеренность сравнительно невелика.

Южнее зоны олиготрофных болот рельеф поверхности болотных систем менее контрастный, а гидрографическая сеть менее густая. Водотоки берут начало из внутриболотных озер и топей и протекают среди евтрофных и мезотрофных болот.

В верховьях малые внутриболотные реки текут в торфяных руслах, иногда исчезая внутри торфяной залежи. В нижнем течении к ним примыкают заболоченные леса, а еще ниже -приречные полосы на минеральных грунтах. Соотношение между площадями водораздельных болот (область поверхностного стока) и приречными суходольными полосами (область грунтового стока) определяется дренированностью территории, т.е. средними условиями отвода подземных и поверхностных вод с междуречий в речную сеть. К.Е.Иванов (1975) доказывает, что при одинаковых условиях увлажнения и залегания поверхности водоупора ниже дна русел водотоков ширина приречных дренированных полос зависит от глубины вреза русла по отношению к отметкам поверхности берегов долины, от водопроницаемости слагающих междуречье грунтов, а также от рельефа междуречья и расстояния между дренирующими его реками. Все это соответствует условиям сложившегося динамического равновесия между болотными и суходольными ландшафтами. Знание перечисленных параметров позволяет рассчитать размеры приречных дренированных полос и прогнозировать изменение ландшафтной структуры при осушительных работах, т.е. увеличении густоты дренажной сети.

**Часть поверхностных вод стекает с болот путем фильтрации в деятельном горизонте торфяников.** В этом горизонте, сложенном живыми растениями и их слаборазложившимися остатками, наблюдается наиболее высокая пористость и

водопроницаемость, происходят колебания уровней болотных вод, процессы тепло- и влагообмена с атмосферой. Толщина деятельного слоя в микроландшафтах олиготрофных болот Западной Сибири составляет 0,2-0,5 м, а в евтрофных и мезотрофных - 0,2-1,0 м. Коэффициенты фильтрации на уровне средней поверхности болота в отдельных микроландшафтах достигают 0,5 м/сут, а в располагающемся ниже деятельного инертном горизонте (разложившийся торф) снижаются до  $10^4$ - $10^6$  м/сут. Последние из приведенных значений соответствуют суглинистым минеральным грунтам.

Происходящий внутри деятельного горизонта фильтрационный (рассредоточенный, диффузный) 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) (Лисе, Березина, 1981).

***Относительно подземного водообмена существуют две противоположные точки зрения.***

Согласно более распространенной из них, в пределах площади, занятой верховыми торфяниками, поступление болотных вод в нижележащие водоносные горизонты (над которыми они "подвешены") путем вертикальной фильтрации через инертный горизонт торфа и через закольматированную поверхность раздела с подстилающим минеральным грунтом весьма незначительно (Иванов, Новиков, 1980).

Имеется и противоположная точка зрения, согласно которой в лесо-болотной зоне питание подземных вод осуществляется не только инфильтрацией поверхностных вод на суходолах (имеющей подчиненное значение), но и, главным образом, за счет вертикальной фильтрации из верхнего питающего слоя обводненных торфяников в слоистой водоносной системе с преимущественно низкими коэффициентами фильтрации. Значимость процесса перетекания болотных вод в нижележащие водоносные горизонты через инертный слой торфяников, несмотря на его плохие фильтрационные свойства и слабую водоотдачу, обусловлена огромными размерами водообменных систем (площадь болот и озер).

Большое значение придается также наличию гидрогеологических окон, фациальной изменчивости пород разделяющего слоя и неоднородности торфяной залежи. Питание подземных вод за счет перетекания из вышележащего горизонта болотных вод оценивается модулем  $0,35$ - $1,2$  л/(с\*км<sup>2</sup>) или 40-70 % от модулей подземного стока в соответствующих районах (при коэффициентах фильтрации нижних горизонтов торфа и слабопроницаемого подстилающего

слоя  $10^{-4}$ \* м/сут).

**Рассмотрим влияние болот на сток с речных водосборов.** Болотные экосистемы отличаются от суходольных земель в естественном состоянии повышенным в большинстве случаев испарением. Различия наиболее велики в южных засушливых районах (за год они соизмеримы с нормой стока) и постепенно уменьшаются в северном направлении. Снижение нормы годового стока в относительном выражении тем больше, чем больше площадь озер и болот по отношению к площади всего бассейна, и может быть оценено по уравнению водного баланса при наличии данных об испарении с разных типов местности.

Болота всех типов, обладая определенной регулирующей емкостью, как и леса, способствуют уменьшению максимальных модулей половодий и паводков. Наибольшее снижение стока при одинаковой степени заболоченности наблюдается, если на водосборе распространены болотные массивы с озерно-болотными комплексами и сильно обводненными микроландшафтами, а также в районах развития низинных болот (юг равнины). Наименьшее снижение стока дают выпуклые верховые болотные массивы с микроландшафтами средней обводненности и развитой по окрайкам речушечной сетью, когда обеспечивается быстрый сброс талых вод с болота.

Степень равномерности распределения стока воды внутри года характеризуется коэффициентом естественной зарегулированности и зависит от размера регулирующих емкостей на поверхности и в недрах речного бассейна, в том числе и болот. Так, болота зоны многолетней мерзлоты и верховые болота не имеют значительной регулирующей емкости, где могла бы накапливаться вода в многоводный период года. У последних эта активная емкость практически ограничена объемом деятельного горизонта толщиной в первые десятки сантиметров. Более велика она у сильно обводненных озерно-болотных систем, характерных для Сургутского Полесья. Лучшей регулирующей способностью обладают также низинные и переходные болота, накапливающие и пропускающие через торфяную залежь значительные массы воды. Кроме того, само существование низинных болот свидетельствует о том, что наряду с поверхностным они получают достаточно обильное грунтовое питание, и имеются благоприятные условия для формирования подземного притока в реки. Повышение доли зарегулированной подземной составляющей в речном стоке способствует выравниванию колебаний водности внутри года.

В соответствии с вышеизложенным были получены зависимости между коэффициентом естественной зарегулированности стока и относительной площадью дренированных типов местности на водосборе, отражающие негативное влияние водораздельных болот на коэффициенты естественной зарегулированности стока в лесо-болотной зоне Обь-Иртышского междуречья. Зарегулированность рек Сургутского Полесья минимальна при заболоченности водосборов около 50-60 %. Она возрастает при изменении заболоченности в сторону, как уменьшения, так и увеличения. В последнем случае сказывается регулирующая роль крупных озерно-болотных систем (Никитин, Земцов, 1986).

**Таким образом, любые болота на водосборе способствуют снижению речного стока по сравнению с незаболоченными бассейнами в естественном состоянии.** Верховые болота с микроландшафтами средней и слабой обводненности характеризуются относительно высоким стоком в половодье и низкой меженью, наиболее неравномерным распределением водности внутри года. Если на водосборе развиты сильно обводненные водораздельные озерно-болотные массивы или, в южных районах, низинные болота, то речной сток более зарегулирован, амплитуда колебаний водности внутри года менее значительна. В итоге следует вывод, что болота в естественном состоянии не играют водоохранной (в количественном отношении) и водорегулирующей роли по отношению к речному стоку.

### **ГЕОХИМИЯ БОЛОТНЫХ ВОД**

В соответствии с вышеизложенным проявляется и качественная сторона гидрологической роли болот. Рассматривая условия формирования химического состава и качества болотных, речных и подземных вод и роль болот в этом процессе, необходимо учитывать соподчиненность ландшафтов в речном бассейне. Верховые болота - это элювиальные геохимически автономные, а низинные - аккумулятивные геохимически подчиненные ландшафты. В последних состав торфа и болотных вод формируется в результате притока веществ с поверхностными и подземными водами с более высоко расположенных участков местности. Одновременно торфяники являются сложными комплексными геохимическими барьерами (Глазовская, 1988) - ландшафтно-геохимическими барьерами как линейного, так и площадного типа. Поступление болотных вод в реки и в нижерасположенные водоносные горизонты способствует понижению рН, жесткости и концентрации главных ионов в воде, увеличению содержания органики, железа, марганца и некоторых других микроэлементов.

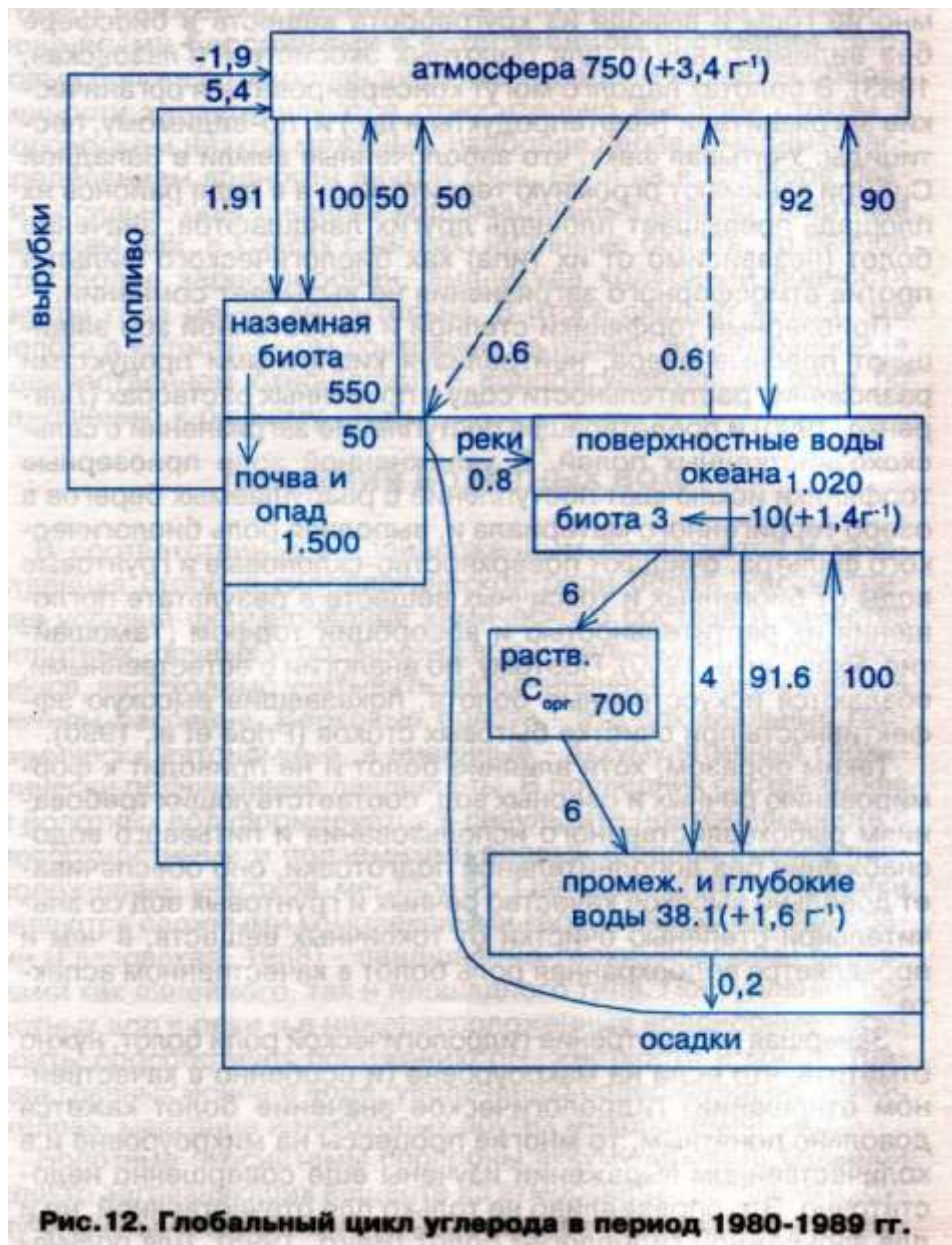
Болотные экосистемы способны аккумулировать большой спектр загрязняющих веществ из атмосферы. Торфяники, будучи кислым восстановительным поверхностным геохимическим барьером с очень высокой сорбционной емкостью, накапливают такие токсичные техногенные элементы, как мышьяк, селен, свинец, кадмий, ртуть и другие, консервируя их на многие годы и выводя из круговорота веществ в биосфере без видимого вреда для болотных экосистем (Глазовская, 1983). В болотах надолго могут консервироваться органические загрязнители (нефтепродукты и др.) и, по-видимому, пестициды. Учитывая факт, что заболоченные земли в Западной Сибири занимают огромную территорию, а в ряде районов их площадь превышает площадь других ландшафтов, значение болот (независимо от их типа) как биологического фильтра против атмосферного загрязнения не вызывает сомнений.



Приозерные торфяники степной и лесостепной зон защищают пресные озера, нейтрализуя кислотными продуктами разложения растительности соду в почвенных растворах (Лавренко, 1990) и предотвращая поступление загрязнений с сельскохозяйственных полей. В увлажненной зоне приозерные торфяники исключают поступление с разрушаемых берегов в озеро терригенного материала и, выполняя роль биологического фильтра, очищают поверхностно-склоновые и грунтовые воды от биогенных и токсичных веществ в результате поглощения их растительностью и абсорбции торфом (Тамошайтис, Якавоните, 1990). Поэтому, по аналогии с естественными, создаются искусственные болота, показавшие высокую эффективность при очистке бытовых стоков (Pride et al, 1990).

Таким образом, хотя влияние болот и не приводит к формированию речных и озерных вод, соответствующих требованиям рыбохозяйственного использования и питьевого водоснабжения без дополнительной подготовки, оно обеспечивает довольно высокое качество речных и грунтовых вод со значительной степенью очистки от токсичных веществ, в чем и проявляется водоохранная роль болот в качественном аспекте.

Завершая рассмотрение гидрологической роли болот, нужно отметить, что если на макроуровне (и особенно в качественном отношении) гидрологическое значение болот кажется довольно понятным, то многие процессы на микроуровне и в количественном выражении изучены еще совершенно недостаточно. Это справедливо не только для отечественной, но и для зарубежной гидрологии болот (Baird, 1995). Для получения новых знаний, необходимых, прежде всего для исследования экологического значения болот в биосфере и прогнозирования последствий хозяйственной деятельности людей, нужно большое количество экспериментальных данных, полученных в полевых условиях и не только уточняющих параметры существующих моделей, но и позволяющих создавать новые, более точно описывающие сложные природные процессы.



## РОЛЬ БОЛОТ В КРУГОВОРОТЕ УГЛЕРОДА

Согласно имеющимся прогнозам в середине XXI века ожидается повышение средней глобальной температуры на ГС, 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.

Сегодня доля антропогенной углекислоты в парниковом эффекте оценивается в 61 %, метана- 23 %, закиси азота- 4 %, а остальное приходится на другие микропримеси. Положительный или отрицательный эффект таких изменений может быть различным для отдельных регионов. Так как основная доля в парниковом эффекте приходится на  $\text{CO}_2$ , то оценка его потоков составляет первоочередную задачу.

Ситуация существенно различна для стран с ограниченной территорией и развитой индустрией и стран с обширной территорией: если для первых единственный путь для установления благоприятного баланса парниковых газов - ограничить выбросы, то для вторых существует возможность сохранить и увеличить мощности природных поглотителей и накопителей парниковых газов.

Глобальный цикл углерода можно проследить на рис. 12, заимствованном у Siegenthler, Saminto (1993).

Функции наземных экосистем в качестве источников или стоков  $\text{CO}_2$  определяются балансом между фотосинтетической продукцией органического углерода ( $\text{C}_{\text{орг}}$ ) и выделением  $\text{CO}_2$  при дыхании и разложении органического вещества.

Поскольку отношение  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  при фотосинтезе и дыхании близко к 1, можно утверждать, что экосистемы с высоким содержанием органического углерода как в живой биомассе, так и в устойчивом органическом веществе почвы служили не только глобальным источником углекислоты, но и глобальным источником атмосферного кислорода. По содержанию устойчивого  $\text{C}_{\text{орг}}$  почвы на единицу площади экосистемы России располагаются в ряд: болота, степи, леса (Заварзин, 1994).

Многие авторы считают, что за последние 150 лет содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличилось от 260 до 340 ppm (ppm -part per million - часть на миллион ppm=1-10<sup>-4</sup>%) как вследствие сжигания топлива, так и в результате антропогенных воздействий на почвы и минерализации гумуса, общий годовой прирост оценивается в 1.5-2 ppm, и по некоторым прогнозам парциальное давление  $\text{CO}_2$  в атмосфере может достичь к 2000 г - 360-380 ppm, а к 2100 - 420-900 ppm (Bolin B, 1986).

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.

Торфяные болота рассматривают как один из основных углеродных пулов биосферы. Согласно С.Э.Вомперскому (1994), который в свою очередь ориентируется на данные Международного общества по торфу, площадь торфяных болот мира оценивается в 510<sup>6</sup> км<sup>2</sup> (3,5 % суши Земли), а запасы торфа в пересчете на углерод - 120-240 млрд.т. По самым последним данным площадь болот мира оценивается уже цифрой 6413000 км<sup>2</sup> и соответственно возрастают запасы углерода до 234-252 млрд. т (Lappalainen, 1996).

В России общая площадь оторфованных, заболоченных и болотных земель составляет 3,69 млн. км<sup>2</sup> ( или 21,6 территории страны) с содержанием углерода 113,53 млрд. т, в том числе площадь торфяных болот - 1,39 млн. км<sup>2</sup>, содержание углерода в них - 100,93 млрд. т (Вомперский, 1994). По данным других авторов содержание депонированного углерода в торфяных болотах России оценивается в 116,5 млрд. т (Бирюкова, Орлов, 1996) и 118,9 млрд. т (Ефремов, 1994). Некоторые

различия в цифрах объясняются слабой изученностью торфяных ресурсов России и неодинаковыми методиками расчетов.

В Западно-Сибирском регионе площадь торфяных болот достигает 42 % от территории России (Вомперский, 1994) с содержанием 42,3 млрд. т углерода, что составляет 36 % от депонированного углерода России (Ефремов, 1994).

Специфичность биосферной функции болот обуславливается незамкнутостью у них цикла круговорота веществ, когда торфяно-болотные экосистемы возвращают в окружающую среду меньше веществ, чем забирают, т.е. преобладает постоянный сток углерода из атмосферы в торфяное болото. Согласно данным многих авторов (Нейштадт, 1977) процесс болотообразования в Западно-Сибирском регионе прогрессирует. Так, по данным ААТитляновой с соавт.(1996), скорость приращения углерода в торфах Западной Сибири варьирует от 15 до 65 г/м<sup>2</sup> год, что приводит к ежегодной аккумуляции 5-20 млн. т углерода в торфяных болотах. Основная масса ежегодно поступающего органического вещества минерализуется в процессе торфообразования в зоне аэрации. В дальнейшем, при подъеме болотных вод за прирастающей вверх поверхностью торфяника слой ежегодного прироста (торфогенный слой) попадает в анаэробные условия, где процесс разложения продолжается в замедленном темпе, с образованием продуктов распада при участии гетеротрофных микроорганизмов.

В условиях увеличения содержания углерода в атмосфере наиболее ценными являются биогеоценозы, которые способны поглотить больше CO<sub>2</sub> из атмосферы и как можно меньше вернуть обратно. Таковыми и являются болота. Вот поэтому растущие болота являются уникальными в наземной биоте экологическими системами, связывающими на длительный период CO<sub>2</sub> атмосферы. Вот почему весь мир заинтересован, чтобы Западно-Сибирский регион оставался в естественном состоянии в отношении прогрессирующего заболачивания территории. Если к тому же не забывать, что уже длительное время торф активно добывается в Европе (Германии, Финляндии и других странах) и, следовательно, процесс связывания болотами атмосферного углерода в этих странах нарушен, то станет очень понятной озабоченность экологов мира в сохранении болот в естественном состоянии на территориях других стран. На выработанных торфяных месторождениях многих стран в настоящее время проводятся исследования по восстановлению процессов болотообразования и торфообразования. В результате формируются новая научная проблема - болотоводство.

## **ЭМИССИЯ CO<sub>2</sub>**

Основная масса углерода, связанного в органическом веществе торфа, освобождается в аэробных условиях гетеротрофными организмами, образующими главный поток CO<sub>2</sub> с поверхности болот. Натурных оценок потока CO<sub>2</sub> в атмосферу из торфяных болот сравнительно мало. Согласно

результатам исследований (Кобак, 1988; Silvola, 1986; Immirzi and Maltby, 1992; Moore T.R., Knowles, 1987; Tolonen and Vasander, 1992; Wieder et al, 1994) с поверхности естественных болот может быть выделено от 87 до 2565 мг  $\text{CO}_2$   $\text{м}^{-2}$   $\text{год}^{-1}$ . Большой разброс в значениях величин потока  $\text{CO}_2$  объясняется неодинаковыми условиями торфообразования и разными методиками определения. Об этом подробно изложено в ряде работ (Демкина, 1989; Иванникова, 1981; Александров и другие, 1996; Silvola and so on, 1992; Campbell, 1981).

Рассмотрим результаты исследований болот южно-таежной подзоны Западной Сибири по биологической продуктивности и эмиссии  $\text{CO}_2$  (Ефремова и др., 1994; Наумов, 1994; Титлянова, 1995; Инишева и др., 1997). Запасы живой фито-массы изменяются на болотах от 1900 до 17100  $\text{г}/\text{см}^2$ , чистая первичная продукция от 210 до 780  $\text{г}/\text{м}^2$  в зависимости от трофности болота. Расчеты, проведенные для Васюганского болота, показывают, что ежегодный прирост углерода в торфе на всей площади изменяется в пределах 0,8 - 3,25 млн. т, что составляет 16 % от приращения углерода в болотах Западной Сибири.

Эмиссия  $\text{CO}_2$  на облесенном сосной олиготрофном кустарничково - сфагновом болоте достигала значений 84,4  $\text{мг С м}^{-2}\text{ч}^{-1}$  мезотрофном осоково- сфагновом болоте - 86,7, на открытом сфагново - осоковом переходном - 22,8, лесном болоте (кедровая согра) - 127,8  $\text{мг С м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ .

В суточной динамике максимальный поток  $\text{CO}_2$  приходится на вечернее время (до 100  $\text{мг С м}^{-2} \text{ч}^{-1}$ ), а минимальные значения были зарегистрированы в утренние часы с 6 до 10 ч (50  $\text{мг С м}^{-2}\text{ч}^{-1}$ ). Скорости потоков  $\text{CO}_2$  с 12 ч до 17 ч близки к среднесуточным и могут быть взяты за основу для сравнения объектов по эмиссии  $\text{CO}_2$

Разные элементы микрорельефа (кочки, межкочечные понижения) также отличались по интенсивности выделения  $\text{CO}_2$ , что определяется неоднородностью растительного покрова и различным уровнем болотных вод. Так например, весьма отчетливо проявляются особенности эмиссии  $\text{CO}_2$  при динамике уровня болотных вод. С их понижением происходит увеличение выделения  $\text{CO}_2$ , зависимость практически линейная.

Для более глубокого понимания происходящих в болотных экосистемах процессов представляет интерес анализ соотношения интенсивностей потока  $\text{CO}_2$  в атмосферу и их содержания в торфе. Пока таких работ по Западно-Сибирскому региону нет.

## **ЭМИССИЯ $\text{CH}_4$**

Один из "парниковых газов" является метан. Суммарный поток метана в атмосферу из всех источников составляет 500 млн. т  $\text{CH}_4$  в год или 500 Тг (1 тераграмм =  $10^{12}$  г). Согласно оценкам ученых вклад болот России может составлять 25-50 % от всего потока метана с территории России. При этом доля вклада Западно-Сибирских болот в эмиссию метана составляет половину всего потока.

Вместе с тем проведенные исследования в полевых условиях (Паников и др., 1993) позволили уточнить эти цифры. Таким образом, получилось, что вклад Западно-сибирских болот в эмиссию метана не превышает 1,7 Тг/год или не более 1 % от глобальной эмиссии (500 Тг/ год). Разнообразные болотные экосистемы продуцируют метан в разных количествах: верховые олиготрофные кустарничково сфагновые болота 0,04-0,91 мг С м<sup>-2</sup>ч<sup>-1</sup>, мезотрофные крупнобугристые 0,01-0,45, кедровая согра 0,01-0,91 мг С м<sup>-2</sup>ч<sup>-1</sup>. Интересно отметить, что интенсивность выделения метана на этих же болотных системах в 33-15350 раз меньше по сравнению с выделением СО<sub>2</sub> при среднем кратном значении 1796.

Несколько слов о происхождении метана в болотах. Торфяные залежи по окислительно-восстановительным условиям разделяются на две основные части: окислительную (аэробную или её ещё называют торфогенной) и восстановительную (анаэробную). В последней процессы трансформации органического вещества не затухают, так как "работают" анаэробные бактерии и одним из результатов их жизнедеятельности является продуцирование СН<sub>4</sub>. Часть его выделяется из торфяных залежей на основе законов диффузии газов, а большая часть остается в толще торфа и освобождается лишь при разрушении болота. Количество выделяющегося метана зависит от состава органического вещества торфяных залежей, неоднородности зон аэрации болота, его парцеллярной мозаичности. Большой интервал значений эмиссии СН<sub>4</sub> указывает на слабую его изученность (в основном это разовые наблюдения). Возможен, например, залповый выброс метана из болота, достигающий величины 65 % от суммы всей эмиссии за вегетационный период, и это отмечали исследователи много раз. Вот почему для региональных и годовых оценок необходимы исследования эмиссии метана в динамике.

Необходимо также иметь ввиду, что тепличный эффект метана в 20 раз превышает действие углекислого газа. К тому же метан фотохимически активен для озонового слоя атмосферы. Возможно, что закладываемые в расчет нормы эмиссии метана болотами завышаются. Крайне необходимы основательные исследования баланса углерода болот.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

В свете вопроса сохранения естественного многообразия природных систем (Карук, 1987), без которого удовлетворение ресурсных и других (социальных, культурных, научных и т.д.) потребностей социально-экономического развития общества теряет рациональный смысл (Золотаренко, 1992), проблема устойчивости болотных систем и их взаимосвязей является одной из актуальных. Как и любая природная система, болото должно рассматриваться с позиции его жизне- и ресурсовоспроизводящих возможностей для человека.

Образовавшиеся уже в среднем голоцене и еще более увеличившиеся к настоящему времени крупные болотные массивы с мощной торфяной залежью являются устойчивыми

саморегулирующимися системами, обладают различными гомеостатическими механизмами, обеспечивающими относительную независимость этих болот от внешних условий. Влияние же их на окружающую природу может быть значительным, соответственно накопленной обводненной морт- и биомассе.

Как всякая система, болота, особенно олиготрофные, обладают определенным гомеостазом. Гомеостатический механизм болот - фитоценотический; в его основе лежат изменения в растительном покрове, обусловленные колебаниями водного режима, на который растения болот очень чутко реагируют. Известно, что всякой системе присущи свои пороговые нагрузки. Превышение их ведет к нарушению гомеостаза или к необратимым нарушениям. Болота различных типов, и в первую очередь олиготрофные, выносят довольно широкую амплитуду изменения отдельных факторов. Превышение границ пороговых нагрузок разрушает систему, и болото перестает существовать.

Поэтому очень важно правильно оценить допустимые нормы воздействия, превышение которых может вызвать необратимые процессы распада. В одних случаях распад и деградация болот благоприятствуют состоянию природной среды, в других, наоборот, оказывают отрицательное воздействие (Иванов, 1975).

Надо заметить, что однозначного толкования понятия устойчивости геосистем до настоящего времени не существует.

К.Е.Иванов (1986) под устойчивостью системы понимает "степень сохранения ее структуры (или организации) и основных ее функций и свойств (качеств), если под воздействием внешних факторов какая-либо часть функций или свойств системы претерпела существенные изменения и отклонения от нормы (или некоторого "среднего") состояния".

По разной широте и долготе Западно-Сибирской равнины определены пределы возможного воздействия на водный режим болотных систем, когда они могут адаптироваться и не распадаются от переосушения или переобводнения. Для крупных систем центральной части равнины на основе дешифрирования озерно-болотных комплексов по аэрофотосъемке и построению сеток линий стекания вычислены коэффициенты полного, внешнего и внутреннего дренирования (в естественном состоянии болот) и сделан вывод, что *для реально существующих систем имеется большой запас устойчивости при увеличении дренированности территории.*

*Запас устойчивости по отношению к переобводненности значительно меньше.* В средней и северной тайге верховые болота более устойчивы, чем в южной тайге. Например, увеличение густоты гидрографической сети в озерно-болотных системах Сургутского Полесья до 5 км/км<sup>2</sup> (при нынешних 0,1-0,2 км/км<sup>2</sup>) и до 2 км/км<sup>2</sup> в районе Васюганья (естественное состояние - 0,3-0,4 км/км<sup>2</sup>) не приведет к распаду болотных систем как природных образований (Иванов, 1986).

И.Ф.Гелета (1986), считая, что полученные К.Е.Ивановым критерии характеризуют потенциальную или фоновую устойчивость систем, осуществил более детальное ( по пространственно-временным масштабам) исследование болотных массивов, находящихся в пограничном между устойчивым и неустойчивым состоянии.

В итоге был сделан вывод, что в южной тайге верховые болота площадью от 0,09 (при уклоне 0,001) до 2,6 км<sup>2</sup> (при уклоне 0,0056) находятся на грани устойчивого состояния, а процесс развития более крупных массивов в естественных условиях необратим. ***Полученный критерий устойчивости (отношение средней длины линии отека в болотном массиве к среднему уклону его поверхности) и приведенные значения критических площадей могут быть положены в основу выявления ситуации, когда любая степень искусственного осушения болота приведет к его полному исчезновению (для условий южной тайги).***

Проведение мелиоративных мероприятий в пределах таежной зоны может вызвать неблагоприятные последствия в отношении изменения водно-теплового режима. Расчет, выполненный для территории всей центральной части Западно-Сибирской равнины, показывает, что при сплошном осушении болот в реки будет сброшено около 80 км<sup>3</sup> воды. В результате теплозапасы территории уменьшатся примерно на  $3344 \cdot 10^{15}$  Дж, что составляет около 21 % суммарного потока тепла за теплый период года. Следовательно, широкое осушение болот может вызвать усиление континентальности внутриболотного климата, а также изменение теплового режима всей окружающей территории.

В лесостепной зоне Западной Сибири близкое залегание к поверхности грунтовых вод определяет сравнительно высокую заболоченность территории, особую степень гидроморфности почв и обилие влажных лугов. При сокращении площадей болот в результате естественных процессов или мелиоративных мероприятий может произойти снижение уровня грунтовых вод и, соответственно, количества и продуктивности лугов в поймах рек.

На окружающих болота суходолах возможно понижение уровня грунтовых вод, тесно связанное с литологией грунтов и рельефом. Так, по данным Московского филиала ВНИИТП (Янушевский, 1984), на Мещерской низменности, сложенной преимущественно песчаными флювиогляциальными отложениями, при длительной и интенсивной добыче торфа понижение уровня грунтовых вод (УГВ) наблюдается в полосе до 3 км. На первом километре снижение УГВ составило 44-80 см, на третьем- 7-20 см. Такое понижение УГВ вызвало уменьшение продуктивности растительного покрова на песчаных надпойменных террасах. Вместе с тем, согласно нашим исследованиям, после 13 лет осушения торфяных месторождений в поймах рек Томской области существенно изменился водный режим в сторону уменьшения влагозапасов и произошло снижение уровня грунтовых вод на прилегающей территории на 40-70 см (Инишева, 1992).



*Степень устойчивости болотных систем к воздействию внешних факторов прямо пропорциональна их массе* (Лисе, Березина, 1976). Уже в среднем голоцене болотообразование, охватившее к тому времени огромные территории, привело к возникновению таких колоссальных болотных массивов, что их центральные части приобрели относительную автономность и перестали зависеть от существовавших в голоцене колебаний условий внешней среды. Об этом свидетельствуют особенности стратиграфии торфяных залежей крупных болот, в центральных частях которых обнаруживается чрезвычайное однообразие в строении торфяного пласта (по ботаническому составу), незначительные колебания степени разложения, величин зольности и влажности торфа.

Чутко реагируют на климатические ритмы не только тысячелетнего и векового, но даже и внутривекового ранга лишь небольшие болота или периферийные части крупных болот. Это подтверждается не только переслаиванием различных видов торфа в залежи, но иногда и перерывами в торфообразовании, которые могут быть вызваны изменением не только климатических, но и гидрологических условий.

Вышеизложенное позволяет констатировать, что, не зная природной динамики болотного процесса и форм его проявления при антропогенном воздействии, невозможно прогнозировать последствия тех или иных хозяйственных решений. С этих позиций изучение болот и болотного процесса очень важно в экологической оценке территории при разработке региональных экологических нормативов.

## **НАПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ**

Между различными формами рационального использования торфяных ресурсов должна существовать пропорциональность, объективно обусловленная величиной торфяного фонда в регионе, его количественной характеристикой, потребностью в торфяной продукции, земельных угодьях, биосферной необходимостью сохранения части торфяников в естественном состоянии. *Торфяной фонд - совокупность всех используемых в разных целях и неиспользуемых ресурсов торфа, выступающих в качестве объектов права и собственности государства, права пользования, правовой охраны и управления* (Мороз, 1989). Отклонение оптимальных пропорций может привести к отрицательным хозяйственным и экологическим последствиям.

Известные методические рекомендации по выделению целевых фондов торфяных ресурсов, разработанные для условий Беларуси и европейской территории России, пригодны для наиболее изученной по торфяным ресурсам территорий. Однако для условий Западной Сибири приемлемы далеко не все критерии выделения торфяных фондов, особенно это относится к охраняемым

объектам. Необходимость разработки территориальных критериев объясняется особенностями процессов торфообразования.

Прежде всего, в Западной Сибири преобладают крупные болотные системы, образовавшиеся в результате слияния большого числа болотных массивов и в результате имеющих сложное строение торфяных залежей. Кроме того, для многих болот характерна сильная заозеренность, уникальная по своим свойствам гидрографическая сеть, особый флористический состав, строение болотных сообществ и другие особенности.

Разработка критериев выделения торфяных фондов для условий Сибири - это очень трудоемкая и капиталоемкая научная работа.

Отметим, что до настоящего времени исследователи, определяя направление наиболее рационального использования торфяных ресурсов, пользовались понятием *"целевые фонды"*. Предлагаемое нами понятие - *эколого-хозяйственные фонды (ЭХФ)* - на современном этапе более конкретно отражает приоритетность экологической функции болот и детализирует направления их хозяйственного использования.

Для общего представления рассмотрим понятие ЭХФ и более подробно остановимся на охраняемом ЭХФ как предмете нашего внимания.



Рис. 13. Схема выделения эколого-хозяйственных фондов

*Эколого-хозяйственный фонд торфяных ресурсов* - это совокупность торфяных месторождений и их участков как особой природно-территориальной единицы, выполняющей оп-

ределенные экологические, хозяйственные или эколого-хозяйственные функции и используемой на данный период (существующий ЭХФ) или планируемой к использованию (прогнозный ЭХФ).

Определение существующих ЭХФ проводится по данным разведки, проектам и другим материалам. После выявления существующих ЭХФ проводится формирование прогнозных. Для этого неиспользуемый торфяной фонд с учетом критериев выделения ЭХФ вновь распределяется по направлениям наиболее рационального их применения (рис. 13).

Следует отметить, что в отношении районов со слабо изученными и неизученными запасами торфа, к которым относится и Западная Сибирь, распределение торфяного фонда по прогнозным ЭХФ по мере получения новых данных может изменяться, и не только за счет перераспределения неиспользуемого фонда, но и в целом за счет пересмотра всех ранее выделенных фондов.

**Охраняемый фонд торфяных ресурсов** - это совокупность торфяных месторождений или их участков, которые сохраняются в естественном состоянии с соответствующим комплексом природоохранных мероприятий. Распределение торфяных ресурсов по ЭХФ проводится с выделения, в первую очередь, охраняемого фонда, как приоритетного.

**Существующий охраняемый фонд** - это торфяные месторождения или их участки в границах известных природоохранных зон (заповедников, заказников, зеленых зон городов, научных стационаров и т.д.).

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

**В разрабатываемый фонд** входят торфяные месторождения с сырьем для производства традиционных видов торфяной продукции - топлива, органических удобрений, компостов, подстилки, строительной теплоизоляции. Критерии для отнесения месторождений в разрабатываемый фонд базируются на требованиях к сырью соответствующих стандартов и технических условий.

**В запасной фонд** выделены месторождения с битуминозным и гидролизным сырьем. В этот же фонд входят месторождения с сырьем для получения топлива для металлургии, активных углей и гуминовых кислот.

**Земельный фонд.** Некоторые месторождения наиболее эффективно могут быть использованы после осушения как сельхозугодия (пашни, пастбища, сенокосы) или для лесоразведения. Опыт показал, что в этом направлении наилучшие результаты получены на месторождениях низинного и переходного типа. В качестве сельхозугодий целесообразно выделять месторождения, расположенные в зоне, перспективной для развития сельского хозяйства. В основном это районы юга и юго-востока Западной Сибири, а также пойма реки Обь.

**Неиспользуемый или резервный фонд** включает в себя торфяные месторождения, направление использования которых не определено или которые по каким-либо причинам в настоящее время не используются.

Согласно вышеперечисленным ЭХФ, методика выделения, которых разработана специалистами Горьковской геологоразведочной экспедиции треста Геолторфразведка и Института торфа АН БССР, разделение торфяных ресурсов на ЭХФ из всего Западно-Сибирского региона было проведено с разными изменениями и дополнениями в Новосибирской и Томской областях. На рис. 14 приведены результаты работ по Томской области.

Критерии, разработанные для большинства фондов, могут быть в какой-то мере применимы для условий Западной Сибири, ввиду того, что они базируются на требованиях к сырью соответствующих стандартов и технических условий или просто общеприняты. Аналогичные же критерии выделения охраняемого фонда, разработанные учеными европейской территории России, мало приемлемы для условий Западной Сибири. Рассмотрим их (Тановицкий, 1988):

**I. Объекты научного значения:** 1. базы и стационары для наблюдений и исследований; 2. Уникальные, а также характерные по стратиграфии и растительному покрову месторождения;

**II. Природоохранные объекты:**

3. Воспроизводственные участки и места обитания ценных в охотохозяйственном отношении видов животных; при этом отдается предпочтение торфяным месторождениям, находящимся на территории государственных лесохозяйственных и опытно-показательных охотохозяйств, рыболовно-охотничьих баз и др.;

4. Месторождения с наличием редких и исчезающих видов болотной флоры и фауны или их сообществ;

5. Месторождения, используемые птицами для отдыха и питания во время перелетов;

6. Месторождения, являющиеся зонами рекреации (места отдыха, туристско-экскурсионные базы др.);

7. Месторождения, ценные в бальнеологическом отношении;

8. Месторождения, расположенные в зеленых зонах городов при заболоченности территории менее 20 %;

9. Месторождения или их отдельные участки, пригодные для заготовки дикорастущих ягод, главным образом, клюквы, при площади клюквоносных участков не менее 10-25 % от площади месторождения и среднегодового урожая клюквы не менее 100 кг/га;

10. Месторождения с богатыми ресурсами лекарственного сырья.

**III. Водоохранные объекты:**

11. Месторождения, с которых берут начало реки, имеющие общенациональное или региональное значение;

12. Месторождения, где подстилающий грунт сложен из песков или супесей;

13. Месторождения, на территории которых или в непосредственной близости от них расположены озера, имеющие научную, хозяйственную или рекреационную ценность;

14. Месторождения с наличием на них родников, используемых в курортологии или источником питьевой воды с дебитом свыше 0,2 л/с;
15. Месторождения долинного залегания, служащие для защиты от эрозии пойм рек, сохранения нерестовых участков;
16. Месторождения, расположенные в лесах и являющиеся регуляторами водного режима для окружающей территории;
17. Месторождения, расположенные на водоразделах, сток с которых питает реки при среднегодовом расходе более 1 л/с по основному источнику.

Как можно сразу заметить, что часть критериев, например, п.п. 1-7, не связанные с природно-климатическими особенностями регионов, регламентируются соответствующими нормативными документами, имеют определенный режим охраны и могут использоваться на любой территории. Вместе с тем вполне вероятно, что при более детальном рассмотрении и эти критерии могут быть изменены или дополнены в связи с особенностями формирования горизонтальных ландшафтных связей и границ между антропогенными и природными ландшафтами. Такие особенности могут определить, например, размеры и формы санитарно-гигиенических зон городов, водоохраных полос водоемов, рек и др. Эти критерии можно назвать критериями общего значения. Они требуют конкретизации с учетом региональных условий (рис. 15).

Другая группа критериев, например, п.п. 10-16, наименованные нами как региональные, в условиях Западной Сибири требуют научных исследований.

Западная Сибирь почти целиком представляет собой водосборный бассейн реки Оби, за исключением северной части с бассейнами рек Нарым, Пура, Таза (Малик, 1978). Большинство равнинных водосборов Западной Сибири расположены в пределах контуров болотных массивов и играют важную гидрологическую роль. Годовой сток Оби достигает 400 км<sup>3</sup>, уступая лишь Енисею и Лене, а густота речной сети в бассейне Оби сравнительно невелика - 0.25 км/км<sup>2</sup>. Болотные ландшафты обуславливают очень низкий сток рек в переувлажненных районах.

Многие торфяные месторождения Западной Сибири расположены в лесах, и если их вводят по этому критерию в охраняемый фонд, то практически весь Западно-Сибирский регион окажется под охраной. И многие другие критерии, которые в этом списке обозначены или их нет, требуют обоснования в приложении к условиям Западно-Сибирской равнины.

И, наконец, особого внимания заслуживает следующее обстоятельство. Торфяные болота являются компонентами природных территориальных комплексов и играют важную роль в регулировании процессов. Выявляя изучая прямой косвенно связи болот с окружающей средой, определяя пределы нарушений этих связей, можно выяснить направления и создать предпосылки

Запрещения  
использовани

ЗАКАЗНИКИ

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

Ограничения  
использования

функции

критерии

Сохранение  
водного баланса

Зеленая зона городов

Защита  
ландшафтов от  
антропогенного  
воздействия

Защитно-санитарная зона  
промышленных предприятий

Природоохранное  
значение

Защита почв от  
эрозии

Водо- охранный зона рек  
пойменного залегания

Овражно-балочные

склоновые

Сохранение  
видового  
разнообразия

Место охраны мигрирующих  
животных и птиц

Реликтовая и исчезающая  
флора и фауна

Уникальные в генетическом и геохимическом отношении

Научные стационары, учебные полигоны

Научно-  
познавательное  
значение

Эталонные БЭС типичные для ботанико-географических зон и подзон

Объекты туризма

Рекреационное  
значение

Природные парки

Охотничьи и рыбьи угодья

Промысловое  
значение

ягодники

Традиционные места сбора

Лекарственные растения  
и медоносы

С урожайностью выше  
средней

С промышленными  
запасами лекарственного  
сырья

Рис. 15

для сохранения экологического равновесия заболоченной территории Западной Сибири. При этом целесообразно руководствоваться принципом целесообразности территориальных природных комплексов и сохранить их целиком с реками, озёрами и с окружающими болотные массивы Лугами и лесами.

В заключение хотелось бы отметить очевидное для читателя. Он мог убедиться, что очень и очень многие из обсуждавшихся в работе вопросов, касающиеся болот, нельзя считать разрешенными. Огромное разнообразие болот на Западно-Сибирской равнине пока далеко не покрыто даже экспедиционными исследованиями, т.е. теми описаниями природы болот, которые дают первые представления о предмете исследований. В то время как для основательного определения роли Западно-сибирских болот в биосфере необходимы длительные стационарные исследования.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Все вышерассмотренное относится к проблеме роли болот в природе. И мы надеемся, что достаточно убедительно прозвучало, что болота - это уникальные природные образования с их многофункциональной ролью. На огромной территории Западно-Сибирской равнины болота обеспечивают эколого-биосферное равновесие и эволюцию геосистем в течение тысячелетий. Природным феноменом назвал процесс болотообразования на территории Западной Сибири исследователь болот М.И. Нейштадт. Вместе с тем, прогрессирующее заболачивание приходит в противоречие с нашими представлениями о комфортности природных условий и перспективах экономического развития. По-видимому, нет нужды доказывать необходимость мелиоративных работ в Западно-Сибирском регионе. Речь о другом: их организация должна быть рациональна, этому должны предшествовать тщательные научные исследования. Действительно, любой природный объект, подвергшийся антропогенному воздействию, динамически устойчив, пока сохраняются его многочисленные связи, его полное единство с окружающим ландшафтом. В полной мере это относится к болотам, как природным объектам, взаимодействие которых с окружающими ландшафтами определяется прежде всего особенностями водообмена.

Учитывая все вышесказанное, в основу изучения болотных экосистем (БЭС) региона на современном этапе должен быть положен системный подход, позволяющий полнее вскрыть причины и механизмы заболачивания территории, объективно отражающий динамику современных природных процессов БЭС в естественном состоянии и при антропогенном воздействии, учитывающий сложность, нелинейный характер взаимосвязи их составляющих и влияние случайных факторов на функционирование БЭС.

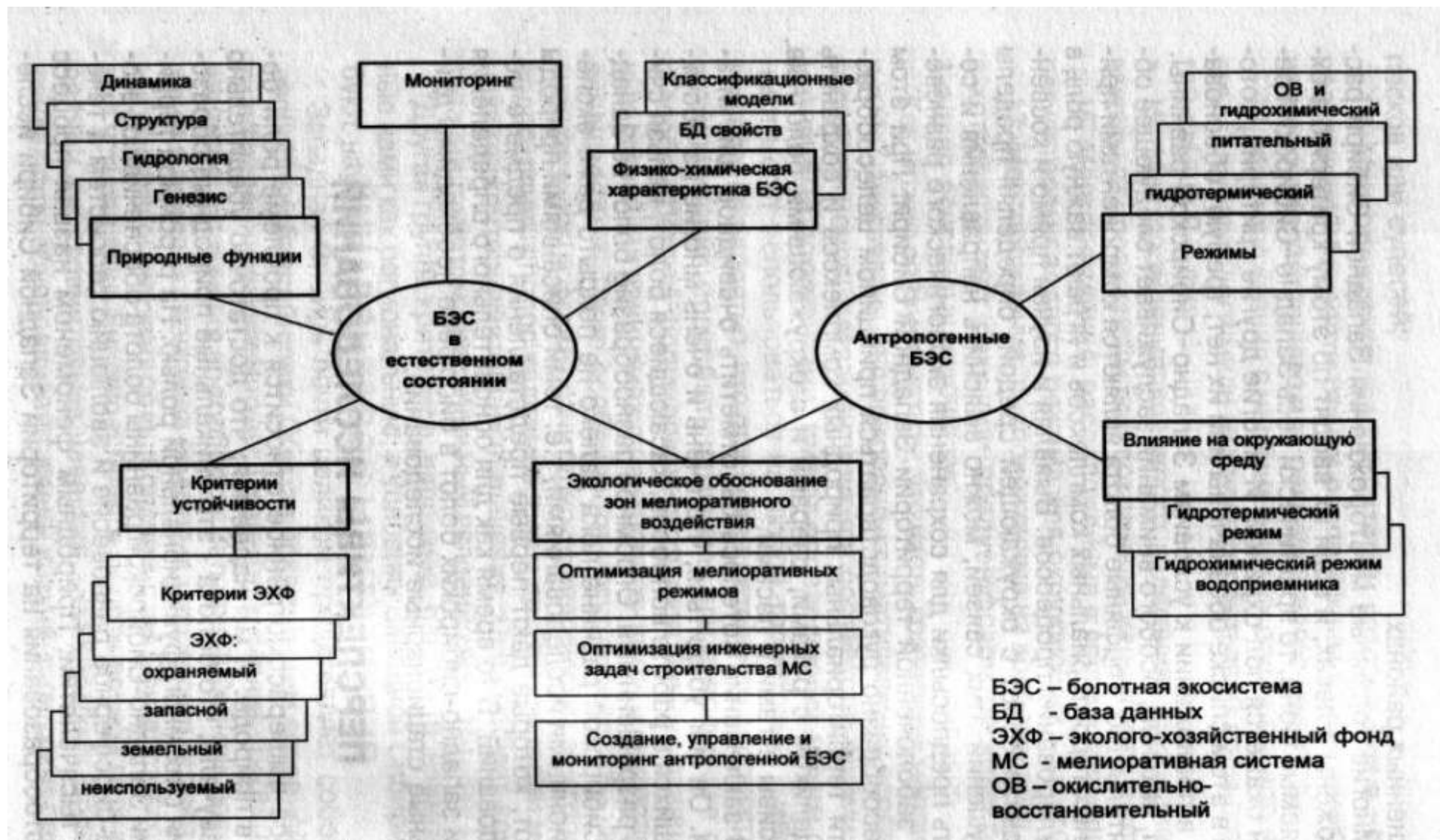


Рис. 16. Направления исследований



Такой подход требует разработки различных сценариев (моделей) с целью объективной оценки экологической значимости и хозяйственной пригодности БЭС. Одновременно обостряется необходимость изменения принципов хозяйственного освоения и комплексного использования торфяных ресурсов с учетом как экономических, так и экологических проблем. Концепция изучения БЭС Западной Сибири с целью рационального природопользования представлена на рис. 16. Первоочередная задача сводится к разработке научных основ комплексного природопользования, предусматривающих самовосстановительные функции компонентов БЭС

Цель этого уровня исследований - определение порога устойчивости отдельных БЭС и оценка зон экологического риска при антропогенном воздействии на БЭС. Следует обратить внимание на то, что пространство, занимаемое в Западной Сибири болотами, столь огромно, что решение задачи возможного в будущем освоения торфяных ресурсов требует глобального подхода, причем во взаимосвязи с остальными природными компонентами и факторами. В основу таких исследований, как уже отмечалось, нами предлагается поставить состояние водного баланса территории, поскольку существование болот как своеобразных природных объектов и их взаимодействие с окружающей средой обусловлено прежде всего особенностями водообмена.

Гидрологическая функция болот определяет и их водоохранную роль, а также является связующим звеном геологического и биологического круговоротов. Гидрологическая функция, при этом, проявляется в двух взаимосвязанных аспектах: количественном и качественном. Первый аспект касается количественных характеристик стока вод, второй - качества вод.

К эколого-генетическому блоку проблем относится и разработка научных основ регионального мониторинга БЭС, а именно: исследование их природно-ресурсного потенциала, установление экологически допустимых границ нагрузки и определение резервов для антропогенного вмешательства.

Фундаментальное решение выдвигаемых задач требует современного знания принципов организации и устойчивого функционирования природных БЭС. В методологическом аспекте решение этих проблем для Западно-Сибирского региона, характеризующегося слабой изученностью БЭС, представляется в виде комплексного исследования природных и природно-антропогенных модификаций болотных ландшафтов.

К эколого-генетическим проблемам относится и направление исследований по количественно-качественной оценке торфяных ресурсов.

Детальные исследования по изучению качественных свойств торфов и в целом торфяных залежей Западной Сибири определяются прежде всего их сырьевой ценностью для промышленности и сельского хозяйства. Имеющийся опубликованный материал свидетельствует, что сосредоточение на изучении отдельных торфяных месторождений, видов торфяных залежей и

типов торфа осложняет оценку потенциальной значимости торфяных ресурсов и тем более ограничивает прогнозирование возможностей их освоения.

Поэтому разработка классификации торфов, основанной на учете особенностей их химических свойств, позволит получить общую систему оценки хозяйственной пригодности торфов и в целом торфяных залежей. Кроме того, химическая классификация торфов удовлетворит самые высокие требования к производственной оценке торфяного сырья. Последнее обстоятельство очень важно для совершенствования технологических процессов при производстве различных видов торфяной продукции и для решения задачи по объективному разделению торфяных ресурсов на эколого-хозяйственные фонды с приоритетностью выделения природоохранных фондов

Цель вышерассмотренных исследований заключается в разработке способов управления болотообразовательным процессом при освоении территории; определении пороговых нагрузок при условии сохранения гомеостатического равновесия при антропогенном воздействии.

Другое крупное направление исследований связано с изучением опыта мелиорации в Западно-Сибирском регионе. Систематизация таких исследований и анализ последствий мелиорации на основе сравнения исходных (природных) и постмелиоративных режимов торфяных залежей позволит разработать приемы мелиорации и способы оптимизации режимов торфяных месторождений при разных вариантах их использования: сельскохозяйственное использование, лесомелиорация, добыча торфа для торфяного производства, рекультивация торфяных месторождений после выработки торфа.

Знание режимов естественных и антропогенных БЭС позволит повысить требования к мелиоративному прогнозу и перевести мелиоративное проектирование на новый качественный уровень.

Разобщение исследований отдельных составляющих природного комплекса приводит к крупным просчетам. Эти неудачи в мелиорации являются результатом недостаточного знания сущности процессов, протекающих в зоне аэрации, особенностей изменения водно-солевого, воздушного, температурного и других режимов почв как в естественном состоянии, так и под влиянием мелиоративного воздействия. Познание сущности процессов, происходящих в торфяной залежи, и их количественная оценка возможны в результате изучения режимов при длительных стационарных исследованиях. Таким образом, для выработки стратегии использования природных ресурсов, а следовательно, и экологической (а не только экономической) оценки предполагаемых мероприятий необходимо знать прогноз изменения торфяной экосистемы при ее мелиорации. Это возможно при экспериментальном и натурном изучении этих изменений с последующим оформлением результатов в виде динамической модели, которая в практике инженерного проектирования объектов мелиорации должна подвести к единому проектному решению, учитывающему экономический и экологический факторы.

В каждом проекте мелиорации должна быть критически оценена степень мелиоративного воздействия на режимы почв, и это воздействие с учетом временного фактора не должно заходить за пределы зоны экологического резерва.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Глебов Ф.З. Взаимоотношения леса и болота в таежной зоне.- Н.: Наука, Сибирское отделение.-1988. -184 с.
- Торфяные ресурсы РСФСР.- М.: Объединение Торфгеология-1991 - 99 с.
- Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г., Михантьева Л.С. Торфяные ресурсы Томской области и их использование. - Н. - 1985. -88 с.
- Тановицкий **И.Г.** Заповедники и заказники на торфяных месторождениях БССР. - Минск: Наука и техника. - 1983- 102 с.
- Логинов П.Е., Хорошев П.И. Торфяные ресурсы Западно-Сибирской равнины.- М.: Геолторфразведка - 1972 - 147 с.
- Вомперский С.Э. Роль болот в круговороте углерода.// Чтения памяти акад. А.Н.Сукачева./ Биогеоценоотические особенности болот и их рациональное использование.- М.: Наука.- 1994.- С. 5-38.
- Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири.- М.: Наука.- 1977.-247 с.

The West-Siberian plain is one of the greatest over the World, and it maybe characterized byunprecedented extent of mires. Mires occupy three physical-geographical zones, namelyforest-steppe, taiga and tundra, where 39 % of the global stocks of peat are concentrated, and 5004 proven peat deposits exist.

The history of West-Siberian mires, their modern changes and particularities of the peat deposits structure are considered in the book. The role of mires in biosphere is at the center of attention. The role of mires in maintaining the content of atmospheric air, in preservation of gene pool of rare species of animals, birds and plants, and in absorption of anthropogenic pollutants is depicted. In particular, the authors emphasize hydrological function of mires because of the rest of functions (i.e. climatic, geomorphological, etc.) to the great extent are determined by the water balance and hydrological regime of mire ecosystems.

The chapter devoted to the role of mires in the carbon cycle appears to be of great interest. Mires are able to absorb CO<sub>2</sub> from atmosphere and only little amount of it is to be returned back. West Siberian peatlands contain 42.3 billion tons of carbon, which constitutes 36 % of the total amount of carbon accumulated in mires of Russia. Progress of bog forming in West Siberia causes deposition of 5 to 20 million tons of carbon in mires per year. An analysis of the balance of carbon in mire ecosystems of West Siberia is represented in the book.

Criteria for selection of ecological and economic stocks of peat as well as prospects of West Siberian peat resources use are considered in detail. Perspective directions of integrated use of natural resources are examined. The modern style of interrelations between society and nature when using mire resources requires to take in to consideration both needs of the day and long-term goals of rational use of natural resources.

A great variety of types of mires in the West Siberian plain is not completely investigated. This is the reason why the perspectives of investigation of mires are identified in the final chapter of the book.