



Васюганское болото

природные условия, структура
и функционирование

Васюганское болото

природные условия, структура и функционирование

Томск 2003

Российская Академия Сельскохозяйственных Наук
Сибирское отделение
Сибирский научно-исследовательский институт торфа
Russian Academy of Agricultural Science
Siberian Institute of Peat

Васюганское болото

природные условия, структура и функционирование

Vasyugan Bog

nature conditions, structure and functioning

Под общей редакцией
чл.корр. РАСХН Инишевой Л.И.
Under the general direction of
Prof. Dr. L.I. Inisheva

Томск - 2003

УДК 630.182:252.6:502

Васюганское болото (природные условия, структура и функционирование) / 2-е изд., под редакцией чл.-корр. Л.И. Инишевой. –Томск: ЦНТИ, 2003, - с.

В работе приводятся сведения о Васюганском болоте и излагаются исследования на современном этапе. Показана история изучения Васюганского болота, начиная с 1876г. и до наших дней. Описаны природные условия и структура биогеоценозов, приведены расчеты депонированного углерода в торфяной залежи. Рассмотрена структура торфяных ресурсов, химические свойства торфов Васюганского болота. Приведены результаты режимных исследований на геохимически сопряженных ландшафтах олиготрофного типа.

Для географов, экологов, биологов, болотоведов, почвоведов, торфоведел.

Таблиц – 30, иллюстраций – 33, библи. – 108 названий

Авторский коллектив:

Л.И.Инишева (Сибирский НИИ торфа),

А.А.Земцов

(Томский государственный университет),

О.Л.Лисс (Московский государственный университет),

С.М.Новиков (Государственный гидрологический институт),

Н.Г.Инишев (Томский государственный университет).

Под общей редакцией

члена - корреспондента РАСХН Л.И. Инишевой

Vasyugan Bog, nature conditions, structure and functioning./ Under the general direction of prof., dr. L.L.Inisheva. –Tomsk, TsNTI, 2003, - p.

The data about Vasyugan Bog are given. The history of Vasyugan Bog researching with 1876 year to our days is shown. Nature conditions and biogeocenosis structure are described. The authors considered the problems of deposit carbon in peat deposits, the structure of peat resources and chemical properties of Vasyugan peats. Results of regimes researching of geochemical oligotrophic landscapes are described.

The monograph is of interest for specialists in geography, ecology, bog science, soil science and peat science.

Table – 30, ill. – 33, ref.: 108 entries.

Рецензенты: доктор географических наук, **Ю.И.Винокуров**

кандидат химических наук, **С.Г.Маслов**

ISBN

© **Л.И.Инишева, 2003**

© **Сибирский научно-исследовательский институт торфа, 2003**

Предисловие к 2-му изданию

Первое издание книги состоялось благодаря финансированию Российским фондом фундаментальных исследований инициативных проектов по болотной теме. Задумана книга была давно, когда авторы вольно или невольно соприкасались с проблемой Васюганского болота. С одной стороны, обширные геолого-разведочные работы свидетельствовали о большом народнохозяйственном значении освоения этого болота, с другой стороны – Васюганское болото – особое болото. Но представления о его местоположении, конкретных его особенностях как то расплывались в сознании. Не четко просматривалась и история его изучения. Появившаяся в результате этого интереса небольшим тиражом книга быстро разошлась.

По счастливой случайности появилась возможность книгу переиздать. А за это время появились новые публикации и сведения, которые позволили несколько шире взглянуть на проблемы изучения Васюганского болота.

Мы рады отметить, что изучение Васюганского болота за последние годы приобрело перспективу. Учеными Томского государственного университета опубликованы геоботанические исследования при переходе Васюганского болота от истока р. Ай –Игол до истока р. Уй в районе д.Орловка Кыштовского района Новосибирской области; а также на 2-х ключевых участках в осевой части Васюганского болота («Узас», между истоками р.Васюган и р. Чека; «Малая Ича» между истоками р.Чузик и р. Ича). Детальные исследования стратиграфического строения торфяной залежи сделаны в районе с. Плотниково и Полынянки Бакcharского района [80].

За период, прошедший со времени издания книги о Васюганском болоте, к исследованиям на болотном стационаре Сибирского НИИ торфа СО РАСХН присоединились также ученые Института оптического мониторинга СО РАН с тематикой климатозоологических изменений на территории Васюганского болота [7]. И это вдохновляет. Без длительных исследований за режимами болот на опорных пунктах вообще не могут быть решены глобальные проблемы рационального использования торфяных болот.

Во втором издании полностью представлен материал раздела 2.3, как его себе представлял один из авторов этой книги С.М. Новиков. С несколько иных позиций обоснована приуроченность Васюганского болота в болотном районировании Западной Сибири в разделе, написанном О.Л. Лисс. По результатам состоявшейся в 2001 году комплексной экспедиции Томского филиала института Леса и Сибирского НИИ торфа к центру Васюганского болота написан раздел 3.3. Несколько дискуссионный характер имеет изложенный материал в главе 5, касающийся вопросов ра-

ционального использования Васюганского болота и особенно в части охраняемого фонда.

За прошедший период получены уникальные результаты по исследованию режимов на болотном стационаре Васюганье», небольшая часть которых нашла отражение в 6-ой главе.

За это время мы понесли огромную утрату, скончался исследователь сибирской природы Алексей Анисимович Земцов. Участие в этой книге – была одной из последних его работ. Нам с ним легко и плодотворно работалось. Это замечательный, глубоко интеллигентный человек и истинный знаток сибирского края, который он очень любил. Таких сейчас мало. И поэтому особенно больно.

Редактор



подпись

*МОРЕ СФАГНОВЫХ МХОВ И ТОПЕЙ,
Безграничная тишь и даль ...
Вечность правит над всем болотом
И кто не был там – очень жаль.*

*Васюганье – край сказок-страшилок
Ты ж не хочешь остаться таким?
“Мне б хотелось быть морем кувшинок
Ну а также – богатством людским.”*

ВВЕДЕНИЕ

Васюганское болото. Как часто произносится это слово, когда речь идет о чем-то большом и необъятном. Да, это самое огромное болото в мире, с площадью – 5 269 437 га. Оно захватило Обь – Иртышский водораздел и раскинулось между $55^{\circ}40'$ - $58^{\circ}60'$ СШ и между $75^{\circ}30'$ - $83^{\circ}30'$ ВД. Наибольшая протяженность с запада на восток 573.0 км и с севера на юг около 320 км (рис. 1).

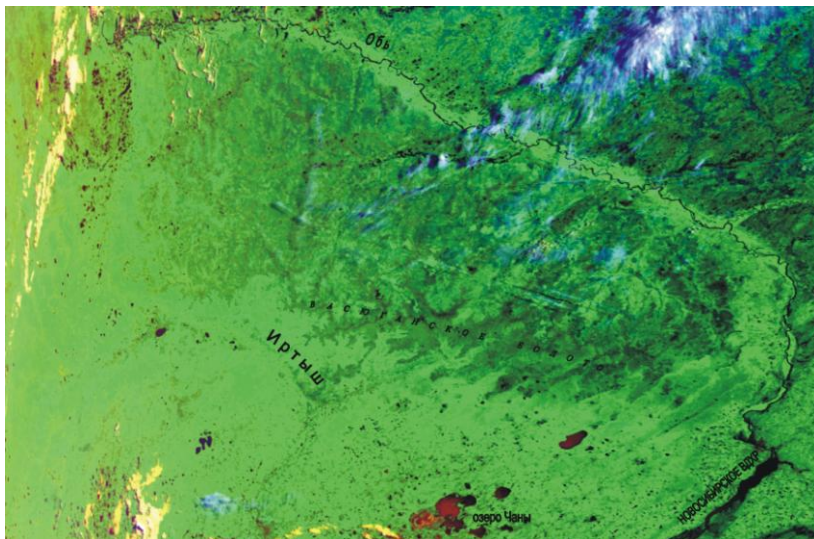


Рис.1 Васюганское болото

Территориально Васюганское болото располагается почти в равных

долях по обеим сторонам границы Новосибирской и Томской областей, заходит на север-запад очень небольшой площадью в пределы Омской области.

Но это болото не только самое большое, оно еще и самое уникальное на заболоченной территории Западной Сибири, которая по концентрации болот, их расположению и интенсивности заболачивания не имеет аналогов на земном шаре.

Васюганское болото занимает самую высокую часть Западно-Сибирской низменности (Васюганское плато) и расположено в двух природно-геохимических подзонах: южно-таежной и лесостепной (рис. 2). Своеобразные природно-геохимические условия сформировали здесь широкое разнообразие растительности, типов торфяной залежи и слагающих их торфов.

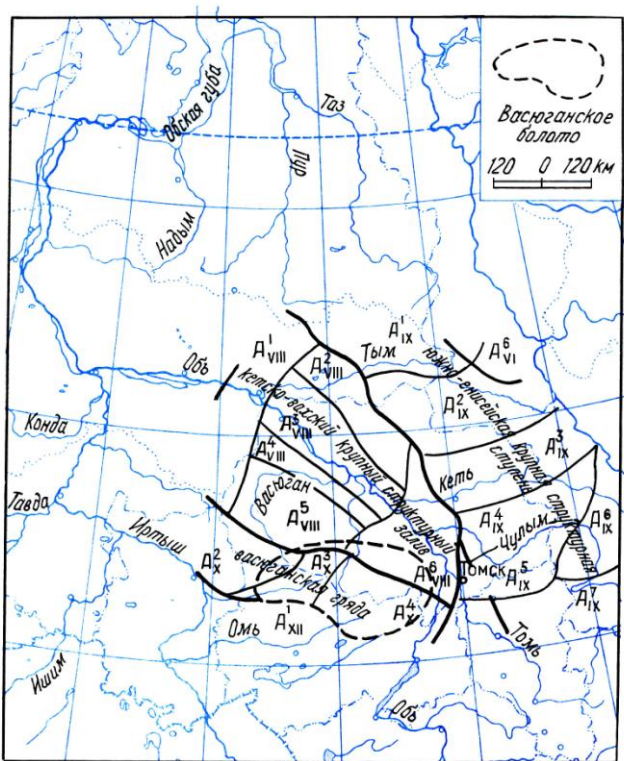


Рис.2 Карта новейших тектонических элементов (ред. Н.А. Флоренсов, И.П. Варла-

мов, 1978) А2VІІІ – Приобская структурная ступень; А3VІІІ – Кетско-Тымский прогиб; А4VІІІ – Средневасюганская структурная терраса; А5VІІІ – Васюганско-Чузыкская ступень; А6VІІІ – Колпашевский структурный залив; А2ІХ – Тымско-Сымская структурная ступень; А3ІХ – Кетско-Касский желоб; А4ІХ – Кетская структурная ступень; А5ІХ – Кийско-Чулымская впадина; А6ІХ – Верхнекетско-Чулымская терраса; А2Х – Уй-Васюганское валлообразное поднятие; А3Х – Тартасско-Кенгская седловина; А4Х – Шегарское сводообразное поднятие; А1ХІІ – Кузнецко-Томский прогиб.

Исследователями установлено, что начало развития болотообразования в целом на Западно-Сибирской равнине и в том числе на территории Васюганского болота относится только к голоцену. Согласно радиоуглеродным данным возраст нижних слоев Васюганского болота определяется в 9000 лет. Поскольку рост болот начался с раннего голоцена и продолжается до настоящего времени, то отдельные участки болот имеют разный возраст.

Так изначально Васюганское болото занимало площадь 4500 тыс. га, но представляло из себя 19 отдельных участков (их площадь достигала 3600 тыс. га и 900 га) - это были мелкозалежные участки с мощностью торфа менее 0.7 м [70]. К современному периоду все 19 прежде самостоятельных болот превратились в один огромный болотный массив и процесс далеко не закончен.

С 50-х годов, в период наибольшего интереса к торфяным ресурсам в России, руководителями Томской и Новосибирской областей были поданы заявки на разведку Васюганского болота, как наиболее перспективного с хозяйственно-экономических позиций.

В результате Свердловским, Горьковским, Новосибирским отделениями ПГО “Торфгеология” с 1950 по 1993 годы на территории Васюганского болота проводились разведочные работы

Были поставлены задачи: обследовать территорию, определить границы размещения торфяного месторождения, его площадь, запасы торфа, качественную характеристику и строение торфяной залежи. Это была тяжелая экспедиционная работа в труднодоступном районе. Решение этой задачи в районе не изученных запасов торфа потребовало применения новых методов выявления, учета, оценки торфяных ресурсов и большого мужества изыскателей-торфоразведчиков. Благодаря их труду 25.5% всех запасов торфа Васюганского болота отнесены к разведанным и оставшиеся 74.5 % к прогнозным. А это значит, что по разведанным запасам торфа подробно определены качественные характеристики торфов, даны направления их использования в народном хозяйстве, подсчитаны запасы на каждый вид торфяной продукции и доказано, что в торфяной залежи Васюганского болота заложен большой потенциал ценного сырья.

Проведена огромная работа, затрачены немалые деньги. Казалось бы, вот сейчас и начинать пользоваться плодами труда, создавая торфяные

предприятия по комплексной переработке торфа, о чем мечтали, и даже успели запроектировать такие производства, ученые–торфоведа [96, 107].

Однако за этот период в природопользовании сменилась парадигма, суть которой заключается в нахождении приемлемых компромиссов между экологическими и социально-экономическими императивами. Мировое сообщество, обеспокоенное деградацией природной среды, начиная с конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) стремится соблюдать принципы “Устойчивого (сбалансированного) развития...”. Это и хорошо, так как эти принципы предполагают использование природных ресурсов при условии их воспроизводства с целью сохранения присущих им биосферных функций. А биосферные функции болотных экосистем (БЭС) достаточно значимы: они являются элементами ландшафта, играют важную роль в поддержании состава атмосферного воздуха, обеспечивают сохранение генофонда редких видов животных, птиц и растений, служат гигантскими естественными фильтрами, влияют на формирование теплового и водного балансов территории. Поэтому при определении направлений использования БЭС приоритет принадлежит их заповеданию.

Вместе с тем, учитывая природную и хозяйственную многофункциональность и значимость БЭС, устойчивое рациональное природопользование должно предусматривать не только заповедание, но и многоуровневую систему управления их хозяйственного использования. В особенности это касается болот Западной Сибири, где процесс заболачивания прогрессирует, что приводит к противоречию с нашими представлениями о комфортности природных условий и о благоприятных перспективах экономического развития Западной Сибири.

Возможно ли выделение всего Васюганского болота в статус охраняемого? Надо полагать, возможно. И Новосибирская область это уже осуществила. Решением областного совета депутатов в 1997 г. территория Васюганского болота в 1.6 млн. га, приходящаяся на долю области, объявлена Государственным природным заказником федерального значения. А в издании, “Водно-болотные угодья России” [14 с. 68] предлагается в качестве особо ценного водно-болотного угодья выделить участок БЭС в ее восточной части в верховьях рек Кенги, Чаи, Оми, и рек бессточного бассейна. Заметим, что еще много раньше для детально изученных БЭС Беларуси [88] был разработан научный подход к выбору направлений использования торфяных месторождений и торфов в народном хозяйстве. Предложено ресурсы торфа подразделять на пять целевых фондов: земельный, запасной, резервный, разрабатываемый и охраняемый.

Земельный фонд образуют мелиорированные торфяные месторождения, которые используются как угодья в сельском и лесном хозяйстве. Разрабатываемый фонд включает месторождения, предназначенные для

промышленной добычи торфа. Запасной фонд образуют торфяные месторождения, располагающие сырьем для производства кормовых дрожжей, воска и др. торфяной продукции. Находящиеся в естественном состоянии торфяные месторождения, направление использования которых не определено, составляют резервный фонд.

В охраняемый фонд входят месторождения, используемые в природоохранных, научных и рекреационных целях.

Учитывая, что Западная Сибирь относится к району практически не изученных запасов торфа, предпринимались попытки выделения целевых фондов и сибирскими исследователями [42, 60, 94]. Но если критерии выделения запасов торфа в первые четыре фонда особых затруднений не вызывают, то критерии выделения в охраняемый фонд - это предмет научных исследований по каждой территории и в особенности для Западной Сибири, где процесс заболачивания захватил обширные территории. Примером тому является Васюганское болото.

На основании вышеизложенного, первоочередной задачей, на наш взгляд, при разделении территории Васюганского болота по направлениям использования, является разработка научных основ комплексного природопользования БЭС, предусматривающая сохранение функций этого огромного болотного комплекса. Цель этого уровня исследований - определение порога устойчивости и оценка зон экологического риска при антропогенном воздействии. Это, прежде всего, климато-гидрологические функции Васюганского болота. К этому же блоку проблем относится и направление исследований по изучению качественных свойств торфов и торфяных залежей, разработка научных основ регионального мониторинга Васюганского болота.

Авторы предлагают вместе подумать над проблемой выявления экологической и экономической “цены” различных видов, способов освоения и охраны болот для выработки критериев устойчивого пользования ими. И подумать об этом на примере Васюганского болота.

В книге, предлагаемой вниманию читателей, рассматриваются условия формирования Васюганского болота, краткая история изучения и изысканий, как дань уважения исследователям Васюганского болота. В книге описывается структура болотных биогеоценозов Васюганского болота, современная динамика и баланс углерода. Отдельная глава посвящена структуре торфяных ресурсов, в которой систематизированы результаты экспедиционных исследований, проведенных геологоразведочными экспедициями ПГО “Торфгеология”. Большую помощь в подготовке материалов для этой главы оказали сотрудники торффондов “Новосибирскгеология” и “Росгеолфонда” (Л.С. Михантьева, Г.И. Попова, Л.А. Осипенникова, З.С. Кудрявцева, А.К. Назаров), которым авторы очень

благодарны.

Авторы постарались собрать разрозненные сведения о болоте, чтобы представление о нем было как можно более полным. Это объясняется тем, что многочисленные исследования посвящены в целом болотам всей Западной Сибири. Мало работ касается непосредственно Васюганского болота. Поэтому в книге приводится описание природных условий значительно большей территории, обозначенной в литературе как болота Нарымского края, Привасюганье, Западное и Восточное Васюганье и просто Васюганье. Что понимать под этими названиями?

Нарымский край - это административно-территориальная единица, входящая в состав Западно-Сибирского края, позднее в Новосибирскую, а с августа 1944 года в Томскую область. *Под термином “Васюганье” или “Васюганская равнина” понимается плоская или пологоволнистая, локально дренируемая равнина, слабо наклоненная к северу и прорезанная сетью долин рек Большой Юган, Васюган, Парабель и др.* [8]. Южная граница Васюганья проходит по Барабинской лесостепи. Северная граница тянется по Обь-Иртышскому водоразделу от устья р.Демьянки - правого притока Иртыша до устья р.Тым - правого притока Оби. Как видно из приведенного определения, Васюганье занимает не только Васюганское болото, но и бассейны правых притоков Иртыша и левых – Оби. Мы рассматриваем Васюганское болото, которое занимает территорию Васюганского плато, и границы которого определены при разведочных работах.

В работе принимали участие Л.И.Инишева (Введение, 3.3, 4, 5, 6, Заключение), А.А.Земцов (1, 2.1, 2.2), О.Л.Лисс (3.1, 3.2), С.М.Новиков (2.3), Н.Г. Инишев (2.3, 6.3).

Авторы благодарны за финансовую поддержку РФФИ при выполнении исследований (проекты № 98-05-79016, №99-05-64233; № 99-04-63078, № 01-05-64189, ФЦП “Университеты России” УР07-01-023).

1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

М.И. Нейштадт [71] называет заболоченность Западно-Сибирской равнины мировым природным феноменом. На Земном шаре нет территории, где бы болота занимали такие огромные площади. Только зона тайги включает 141.0 млн. га, из них 70.4 млн. га заболочено. Особенно много болот на юге Западной Сибири, в пределах Васюганья (70% площади).

Отдельные разрозненные сведения о природе Васюганья появляются в конце XIX в., хотя русские пришли сюда значительно раньше. Одним из первых посетил Васюганье естествоиспытатель **Б.П. Шостакович**, предприняв в 1876 году поездку по рр.Васюгану и Чижапке с целью проверки поступавших сведений о наличии здесь золота и каменного угля [84, 105]. Однако золота он не нашел, а куски каменного угля находил лишь на берегу реки в виде амулетов у инородцев. Будучи на Васюганье, Б.П. Шостакович дал очень схематичное и не совсем верное описание природы, но достаточно подробно охарактеризовал промыслы и жизнь инородческого населения. Он сильно преувеличил “гиблость края”. Б.П. Шостакович ничего нового не открыл, он лишь повторил старую легенду о Васюганском море. Ибо во многих более ранних изданиях Васюганские болота изображались громадным заболоченным озером - морем. **С.У. Ремезов** в своем “Чертеже всех сибирских городов и земель” [89] изображал на месте Васюганских болот озеро, из которого вытекают притоки Оби.

В 1882 году западносибирский отдел Русского географического общества поручил **Н.П. Григоровскому** исследование колонизации Васюганья за последние 25 лет. Он должен был проверить, действительно ли “по верховью Васюгана и впадающих в него речек поселились крестьяне из российских губерний, старообрядцы-раскольники; будто бы настроили себе селения, завели пашни и скотину и живут, тайно предаваясь своему фанатическому богомолью” [23, с. 1].

Н.П. Григоровский [23, 24] приводит сведения о геологии края; описывает строения береговых яров, где вскрываются: белые пески с известью, но известковых гор здесь нет. Согласно его описанию, Васюганье занимает до 500 верст с запада на восток и до 400 верст с севера на юг. Эта площадь почти сплошь и рядом изрезана маленькими и большими речками и озерами, имеющими названия и без названий, низкими хвойными, кедровниками и смешанными лиственными лесами, а на юге покрыта непроходимыми болотами, которые во время весенних разливов вод сливаются вместе и слывут у местных инородцев и соседних крестьян Тарского округа под именем “Васюганского моря” [23, с.50]. По Васюгану, по свидетельству Н.П. Григоровского, в то время в 30 юртах “проживало 726 душ обоего пола, считая тут и малолетков”.

И это на протяжении более 2000 верст!

В 1901 году выходят из печати “Историко-статистические очерки Нарымского края” **А.Ф. Плотникова**. Этот автор также обращает особое внимание на заболоченность Васюганья. “В отношении количества болот Нарымский край занимает первое место в Томской губернии. Болот здесь такое множество и самой различной величины, что большей частью им ни счета, ни названия не имеется. Но мы назовем одно самое большое по размерам и до настоящего времени еще не исследованное Васюганско-Абинское болото” [83, с. 13]. Тянется это болото на 400 верст в длину и на 50 верст в ширину, названное местными жителями “Васюганским морем”.

Значительно усилился интерес к изучению природы Западной Сибири в начале XX в. Этому способствовали следующие причины: осуществление реформы 1861 г. и особенно Столыпинской земельной реформы 1906 г. привело к массовому обезземеливанию крестьян центральных губерний России и их переселению на новые земли; строительство транссибирской железнодорожной магистрали.

Достаточно сказать, что только в одном 1907 г. в Томскую губернию пришло до 200000 семейных переселенцев и около 75000 ходоков. Нужно было исследовать новые земельные угодья под пашню. На очередь был поставлен и заболоченный Нарымский край, куда Департаментом Государственных Земельных имуществ в 1903 г. был командирован **А.П. Выдрин** с целью “выяснить последовательность, направление, характер и технические приемы более подробного исследования края и определить, какие из бассейнов притоков Оби представляют наибольшую вероятность заселения в будущем”. Иными словами, необходимо было составить план будущего более детального обследования, которому в то время не суждено было осуществиться.

В Барабе вдоль железнодорожной линии с 1895 по 1904 гг. работала гидротехническая партия, командированная Отделом Земельных улучшений Главного управления землеустройства и земледелия под руководством **И.И. Жилинского** [33]. Этой партией были проложены магистральные и боковые каналы общей протяженностью 1670 км, поставлены опытные работы по осушению и частичному окультуриванию болот, которые дали благоприятные результаты и показали полную целесообразность мелиорации Барабы.

В 1908 г. переселенческим управлением Томского района направлены в Нарымский край две партии. Одна из них, с участием **Н.А. Сборовского** и **А.В. Отрыганьева** [81], проходит инструментальную линию от д.Орловки через Васюганские болота до юрт Черталиных и по реке Васюгану (рис. 3). Итоги этих работ подведены А.А. Праздниковым и Н.А. Сборовским [85]. Следует отметить достаточно точную характеристику,

которая была дана этими авторами географическим ландшафтам Васюганья. От русла реки и водораздела они наблюдали следующий порядок расположения приречных комплексов:

Небольшой вал последних речных наносов, затем узкая полоса прибрежной растительности (кустарники красной и черной смородины, черемуха, ива) и, наконец, остальная часть долины, заросшая осиной, березой, рябиной, шиповником, лабазником и пр.

Поднявшись на увал коренного берега одной или двумя террасами, пересекаем широкую полосу урмана или тайги, состоящую в основном из хвойных пород - кедра, пихты, ели, лиственницы и березы.

Затем идет полоса смешанного леса - хвойного с большой примесью лиственных пород (осины, березы); узкая полоса лиственных насаждений по пространству поверхностно заболоченному; березовый рям, мелкослойная малорослая береза по моховому болоту, где, однако, толщина мохового покрова не более 1 арш. Далее следует полоса соснового ряма и, наконец, чистое моховое болото с пятнами озер и зыбун - совершенно безлесное.

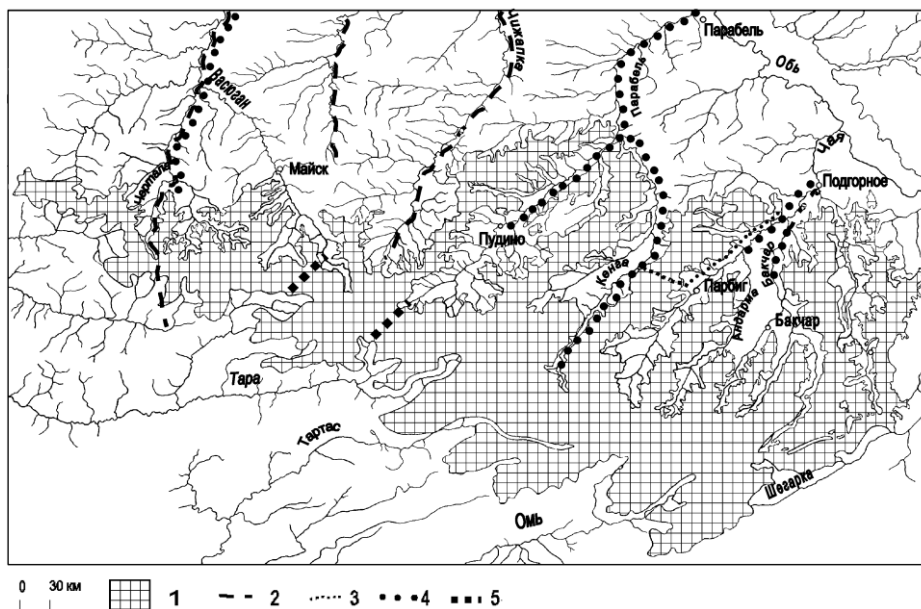


Рис.3 Схематическая карта экспедиционных исследований. 1 – Васюганское болото; 2 – Сборовский Н.А., Отрыганьев А.В., 1908-1909гг.; 3 – Драницын Д.А., 1915г.; 4 – Бронзов А.Я., 1930г.; 5 – ТГУ (Земцов А.А.), 1945г., 1965г.

Переселенческие экспедиции и партии провели, по существу, первые исследования природы Васюганья, однако они были рекогносцировочными и во многом схематичны. Говоря о ценности данных, полученных этими экспедициями, необходимо заметить следующее. Если можно вполне согласиться с **Д.А. Драницыным** [27, с. 43], который писал, что “хотя край последнее время усиленно посещался исследователями, но наши сведения по геологии страны от этого нисколько не выиграли, так как прежняя неизвестность сменилась лжеизвестностью, вроде до крайности схематизированных описаний осадочных пород и явно ошибочными указаниями на выходы кристаллических”, то нельзя этого сказать относительно общих результатов экспедиций. Авторы дали достаточно объективную оценку природным условиям, рассеяв прежние легенды о “гиблоти края”.

Позднее, Нарымский край снова стал объектом изучения на этот раз почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России, которыми руководили почвовед **Д.А. Драницын** и ботаник **Н.И. Кузнецов** (см. рис.3). Следует отметить квалифицированные и весьма ценные описания рельефа, геологического строения почв, а также болот. Д.А. Драницын [27] и Н.И. Кузнецов [52, 53] пришли к выводу, что заболачивание края происходит не путем зарастания гипотетических гигантских озер, а в результате наступления болот на сушу под действием влажного климата и благоприятных орографических условий. Д.А. Драницын [27] доказал, что в Васюганье нет выходов твердых пород или древних галечников, а сложено оно горизонтально залегающими пресноводными осадками, которые отложены в больших пресноводных водоемах. Отсутствие раковин в отложениях указывает на неблагоприятные условия для органической жизни. Некоторые из перечисленных выше положений Д.А. Драницына не потеряли своего значения до сих пор, другие имеют уже чисто исторический интерес, а третьи оказались ошибочными (например, его представление о двукратном оледенении Васюганья).

Н.И. Кузнецов описал растительность и закономерности ее распространения по элементам рельефа, а также отдельные болотные массивы.

Труды этих исследований внесли фундаментальный вклад в дело изучения природы Васюганья и дали достаточно ясное о нем представление. Совершенно справедливо, на наш взгляд, отбрасываются сложившиеся про большое болото (озеро-море) легенды, которыми не гнушались даже некоторые научные издания и где фигурировали бесстрашные смельчаки-мореплаватели по Васюганскому морю; остяки, ходящие через болото по переходным жердочкам и медведи, наловчившиеся таскать с собой тяжелые обрубки деревьев для утрамбования топей [27, с. 22].

Начавшаяся в 1914 г. первая мировая война надолго прервала исследования Васюганья. Только после Октябрьской революции они возобновились вновь. Исключительно большое значение имели работы по изучению болот Обь-Иртышского междуречья, проводимые Сибирской экспедицией, организованной Государственным луговым институтом под руководством **А.Я. Бронзова** (см. рис.3). Результаты многолетних (1925-1930 гг.) работ этой экспедиции опубликованы в монографии А.Я. Бронзова “Верховые болота Нарымского края” [9]. А.Я. Бронзов пересек в нескольких местах Васюганское болото, описал растительность болот и их эволюцию, изучил строение торфяной залежи. Работа А.Я. Бронзова отличается тщательностью выполнения и глубиной анализа. “Этими исследованиями - писал М.И. Нейштадт [70, с. 10] - начался второй период научного изучения этих своеобразных природных образований, который продолжался до начала 50-х годов”.

По заданию Сибирского переселенческого управления в 1928 году начал исследования **Р.С. Ильин** [41], который совершил ряд маршрутов в бассейнах Васюгана и других рек. В его монографии “Природа Нарымского края” охарактеризованы рельеф, геологическое строение, ландшафты и почвы. Большое внимание уделялось и болотам, которые являются наиболее распространенными в крае. Р.С. Ильин предложил рельеф как основу для разработанной им оригинальной классификации болот болотно-хвойной зоны Западной Сибири; описал типы заболачивания и дал им подробную характеристику. Р.С. Ильин пришел к выводу, что “...торфы Нарымского края представляют собой капитал тех будущих времен, когда будут исчерпываться запасы каменного угля и человечество подойдет к необходимости использования торфа уже не столько на топливо, сколько в химической промышленности” [41, с. 99].

С 1932 г. начал изучать болота Барабинской лесостепи **М.И. Нейштадт**. Эти исследования продолжались, можно сказать, всю его жизнь. Он автор многих монографий и статей, один из видных исследователей болот Западной Сибири.

В 1951-1956 гг. торфоразведочными экспедициями Гипроторфразведки были исследованы болота центральной части Западной Сибири с целью выявления торфяных месторождений. Именно в этот период было разведано и Васюганское болото. В изучении болот использовалась новая техника - аэрофотосъемка, вездеходы, вертолеты, летающие лодки. Этими исследованиями начался третий этап изучения Васюганского болота - период торфоразведочных работ, который продолжался до 1993 года.

В этот же период в Томской области изучали болота ученые Томского госуниверситета **Л.В. Шумилова** и **В.М. Елисеева**, **Ю.А. Львов**, **Г.Г. Яснопольская** и др.

Гидрологические исследования болот Западной Сибири начались с 1958 г. сотрудниками Государственного гидрологического института **К.Е. Ивановым** (руководитель работ), **С.М. Новиковым**, **Е.А. Романовой** и др.

Учреждениями АН СССР в то же время были открыты стационары:

1. Томский, где работы начали проводиться регулярно с 1960 г.
2. Бакcharский, в Бакcharском районе Томской области, (с 1963 г).
3. “Плотниково” - в Бакcharском районе Томской области на отрогах Васюганского болота (с 1956 г.).

Первые два принадлежат Институту леса СО АН СССР, третий - ботаническому саду СО АН СССР и затем ИПА СО РАН.

Значительный вклад в изучение природы Западно-Сибирской равнины внесен учеными ряда факультетов Московского государственного университета, которые с 1965 года на базе разведочных работ экспедиции Гипроторфразведки начали научно-исследовательские работы по проблеме - “Природные ресурсы Западной Сибири и их народно-хозяйственное использование”. Для нас они представляют особый интерес, во-первых, потому, что эти работы комплексные. Изучались практически все элементы географического ландшафта (геологическое строение и неотектонические движения, рельеф и формирующие его современные экзогенные процессы, климат, почва и растительность болот). Особое внимание уделено болотам, их образованию и торфонакоплению. Во-вторых, исследованиями москвичей была охвачена вся центральная часть Западно-Сибирской равнины. Южная граница района их исследования проходит по линии Омск-Новосибирск, а северная - примерно от устья Демьянки (правого притока Иртыша), до нижнего течения р. Тым (правого притока Оби). Сюда полностью входит Васюганское болото - объект нашего исследования.

В Институте географии АН СССР была организована западносибирская комплексная экспедиция, главными задачами которой являлись изучение и анализ природных условий Западно-Сибирской равнины и разработка научных основ преобразования природы для рационального использования естественных ресурсов и более эффективного хозяйственного освоения территории.

К настоящему времени болота Западной Сибири и отчасти Васюганское болото сравнительно хорошо изучены и им посвящены сотни статей и крупные монографические исследования. [28, 29, 34, 55, 56, 63, 64, 65, 77, 79, 86, 87, 108, Сборники “Природные условия Западной Сибири” 1971–76].

Характерной особенностью в изучении природы, в том числе и болот Западной Сибири в 70-ые годы XX в., является активное участие многих ведущих научно-исследовательских институтов АН СССР (географии, леса и древесины), Государственного гидрологического института, Западно-сибирского научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института, Института геологии и геофизики и других.

Не менее активное участие приняли Московский, Томский, Тюменский университеты, Томский политехнический институт и др. Выполненные ими комплексные и детальные исследования природных условий и ресурсов Западной Сибири имели важнейшее значение и стимулировали интенсивное хозяйственное освоение обширных и богатейших месторождений нефти и природного газа. Развитие на их базе нефте- и газодобывающей промышленности, строительство нефте- и газопроводов, линий электропередач, железных и шоссейных дорог - все это привело к коренному изменению природы. Это не могло не сказаться на развитии болот и путях их освоения.

В настоящее время, в связи с перестройкой и введением в России рыночных реформ, заметно изменились приоритеты и направления развития, в том числе и науки. Но это уже другой этап, оценка которому будет дана нашими потомками.

2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БОЛОТ ТАЕЖНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ПОДЗОН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

2.1. Геологические аспекты

В геологическом строении Западно-Сибирской плиты выделяются фундаменты и рыхлый мезозойско-кайнозойский чехол. В свою очередь, фундамент состоит из двух структурных этажей:

1. Нижнего складчатого, сложенного сильно метаморфизированными породами докембрия и палеозоя, смятого в крутые складки и прорванного многочисленными интрузиями различного состава и возраста;

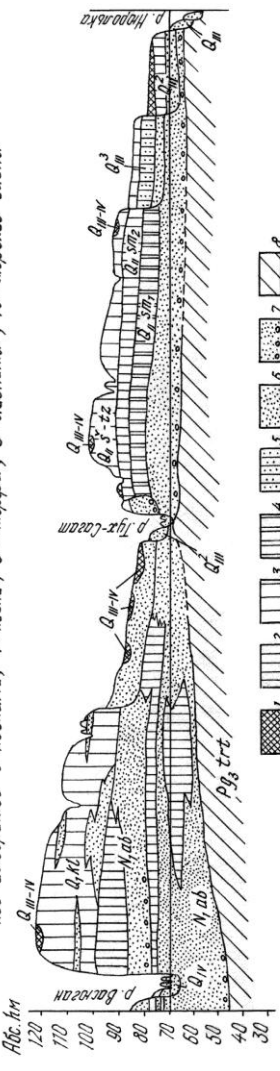
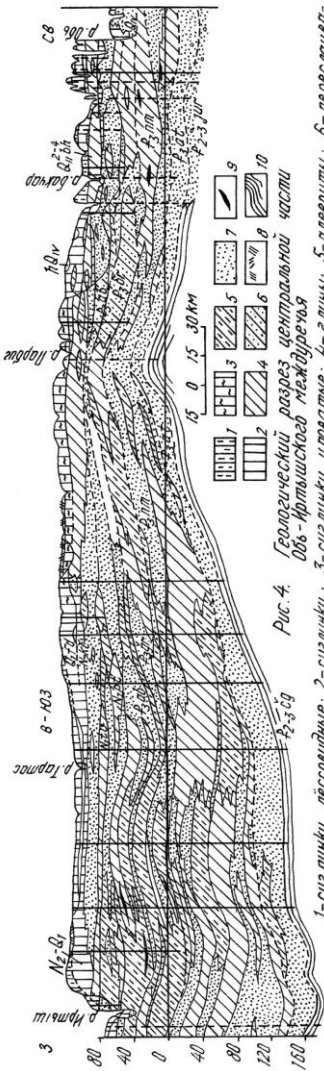
2. Верхнего, который представлен комплексом отложений палеозоя и нижнего мезозоя, накапливавшихся в постгеосинклинальную стадию развития отдельных участков плиты. Отложения эти сильно дислоцированы и не имеют сплошного распространения, заполняя более или менее обширные впадины и прогибы в рельефе фундамента [95]. Некоторые геологи включают верхний этаж фундамента в состав осадочного чехла.

Левобережье Оби в пределах Томской области, где расположено Васюганское болото, входит в состав Западно-Сибирской складчатой системы, которая здесь представлена Томь-Кольванской складчатой зоной. Породы, слагающие эту зону, обнажаются, в частности, в окрестностях г. Томска, а к северу они погружаются под Мезозойско-Кайнозойский чехол на значительную глубину. Например, на Межовской площади, расположенной в южной части на периферии Васюганского болота, граниты фундамента были вскрыты скважинами на глубине 2120 и 2465 м [67].

Строение мезозойско-кайнозойского чехла. В результате медленного опускания фундамента, продолжавшегося в течение мезозоя и кайнозоя, расчлененный горный его рельеф оказался погребенным под мощным чехлом рыхлых осадочных пород. Последние сносились с одновременно поднимающихся соседних гор и заполняли впадины фундамента, нивелируя его поверхность. Мощность чехла в Васюганье достигает 2 -2,5 км. Осадочные породы чехла имеют ритмичное строение. Каждый ритм (или осадочная серия), снизу сложен континентальными породами, а сверху - морскими или прибрежно-морскими преимущественно глинистыми породами. Ритмичность осадконакопления вызвана тектоническими движениями земной коры, периодически повторяющимися во времени.

В осадочном чехле выделяется девять серий, которые объединяются в три мегацикла: триас-антский, апт-олигоценый и олигоцен-четвертичный [20].

Нас интересуют отложения третьего мегацикла - некрасовская серия, в составе которой чередуются сероцветные пески, алевроиты и глины с прослоями бурых углей. Эти отложения формировались в озерных, озерно-аллювиальных и озерно-болотных условиях. В неогене происходило накопление отложений в континентальных условиях (бурлинская серия), где неравномерно чередуются сероцветные песчано-глинистые породы с прослоями бурых углей и лигнитов. На геологическом разрезе Обь-Иртышского междуречья, опубликованном в монографии С.Б. Ершовой [31], показаны породы палеогена и неогена, слагающие Васюганье (рис. 4).



Отложения морского палеогена в левобережье Оби распространены в бассейне Васюгана с его притоками Чижаккой и Нюролькой. Это плотные глины, местами тонкослоистые с присыпками и линзочками алевролита, пески и песчаники. Залегают они на породах верхнего мела. Эоцен пред-

ставлен морскими осадками преимущественно глинами. В конкретном разрезе скважины, пробуренной на междуречье Чузика и Кенги и описанном С.Б. Шацким и И.А. Кульковой [104], наблюдаются отложения аллювиальных геолого-генетического комплекса нижнего и среднего олигоцена, который формировался в условиях активизации тектонических движений. В нем преобладают мелко и средне-зернистые пески кварцевого и полево-шпатового состава. Пески часто содержат прослои и линзы алевроитовых глин и алевроитов.

Постепенное ослабление колебательных движений и тектоническое прогибание плиты способствовало формированию заболоченных равнин, сложенных озерными, болотными и озерно-аллювиальными осадками - глинами и алевроитами с прослоями и пачками песков.

В третий, еще не заверченный мегацикл, входят и отложения четвертичной системы - надразделы: плейстоцен (Р) и голоцен (Н). Поскольку граница отложений четвертичной системы с породами палеогена и неогена не всегда хорошо прослеживается, приходится некоторые свиты датировать N - P. Таковы отложения смирновской, кочковской свит.

Отложения первой делятся на две части:

1. Нижняя, в основном песчанистая с редкими прослоями глин и суглинков,
2. Верхняя, представленная переслаивающейся толщей глин, суглинков и мелко- тонкозернистых песков. В этих отложениях содержатся известковисто-мергелистые конкреции и многочисленные обломки раковин пресноводных моллюсков. Этими отложениями слагается днище Васюганского болота.

Следует заметить, что отложения чехла лучше изучены. В 1951-1957 гг. Западносибирской нефтегеологией пробурено несколько профилей в руслах рек Васюган с притоками Чаи, Парбига, Галки, Андармы, Иксы и площадей на отдельных участках (Средне-Васюганской, Средне-Парабельской и др.). В 1958 г. здесь открыто крупное железорудное месторождение. Позднее в пределах Васюганского болота в верховьях Черталы открыты Игольское и Таловское, в верховьях Чижалки - Урманное и Нижнетабоганское, а в верховьях Чузика - Калиновое месторождения нефти. Не оправдались пророчества наших предшественников, что "о минеральных богатствах и вообще полезных ископаемых в Нарымском крае- крае болот и воды- не может быть и речи" [83, с. 5]. Васюганские болота не только содержат драгоценное богатство - торф, но и скрывают от глаз человека многие полезные ископаемые. Так что изучение Васюганских болот крайне необходимо и в этом отношении.

В Барабинской лесостепи формировались в верхнем плиоцене и нижнем эоплейстоцене карбонатные суглинки, песчаные супеси и пески. В пределах Васюганской равнины кочковская свита делится на две пачки: нижнюю (каргатскую) и верхнюю глинистую (убинскую), которые формировались в озерных и озерно-аллювиальных условиях. Широко распространены эти отложения в пределах обширных междуречных равнин на глубине от 5 до 30 м в прогибах Васюганско-Каменской синеклизы [31].

Эпоха тектонической активности начала кочковского века сменилась прогибаниями, охватившими Васюганско-Каменскую синеклизу. Серия мелких колебаний климата в позднекочковское время завершилась похолоданием. В пределах обширной озерной равнины отлагались глины зеленовато-бурого цвета, реже карбонатные суглинки с обломками раковин моллюсков, а также мелких железистых и марганцевых включений и известковистыми конкрециями [31].

Четвертичная система. К эоплейстоцену (Е) относятся иловатые карбонатные суглинки и глины федосовской свиты, развитые в северо-восточной Барабе. Мощность их достигает 20-60 м [31]; формировались они в холодных климатических условиях.

Отложения неоплейстоцена (NP) сплошным чехлом перекрывают междуречья и заполняют речные долины в пределах Васюганья. Мощность их колеблется от нескольких до 20 м. Залегают они с разрывом на породах палеогена и неогена (рис. 5). Их генезис различен, а процессы их формирования были одновременно рельефообразующими в пределах Васюганско-Каменской синеклизы. Поднятие последней, начиная со среднего неоплейстоцена, превратило ее в аккумулятивную междуречную равнину, которая приурочена к крупным положительным структурам, а также способствовало ее расчленению и переработке экзогенными процессами.

Средний неоплейстоцен характеризуется общим поднятием Западно-Сибирского плато, перестройкой его структурного плана, значительными изменениями климата с периодическими колебаниями. Произошло поднятие южных, центральных и погружение северных частей плато. Образовался уклон к северу. В пределах Васюганско-Каменской гряды заложена транзитная гидросеть прарек Оби и Иртыша и водоразделов, приуроченных к области поднятия Васюганско-Каменской антеклизы.

В отложениях прадолин выделяется тобольский горизонт - преимущественно русловые и пойменные осадки великих прарек равнин. Эти осадки заполняют переуглубленную долину пра-Оби, дно которой у пос. Красный Яр, расположенного ниже по течению Оби г. Новосибирска,

находится на абсолютной высоте 60-65 м. В основании горизонта залегает русловой аллювий - пески разнотернистые светло-серого и желтого цвета. Местами они гравелистые, с галькой, окатанными кусками нижележащих олигоценых глин и обломками древесины. Слоистость аллювия косая и линзовидная, с растительным детритом, древесной корой, слабо окатанными кусками торфа.

2.2. Геоморфология

Согласно геоморфологическому районированию болотных ландшафтов в зоне выпуклых олиготрофных (сфагновых) болот, выделено 9 районов. Среди них - крупнейший район этой зоны Обь - Иртышский - делится на Демьяно-Васюганский и Тартас-Иртышский подрайоны. Первый занимает центральную часть района, где сосредоточены особо крупные олиготрофные болотные системы, которые расположены на водоразделах I порядка и отдельными языками заходят на водоразделы рек II порядка. Сюда относится большая часть Васюганского болота. Второй - самый южный и наиболее заболоченный и обводненный. Заболоченность здесь достигает 45 %. В этом подрайоне имеются сильнообводненные эвтрофные и мезотрофные топи, занимающие 27% площади болот [6].

В орографическом и геоморфологическом отношении Васюганское болото расположено в основном на Васюганской наклонной равнине. По своему генезису - это пластово-аккумулятивная наклонная субгоризонтальная равнина. Последняя является гетерогенной морфоструктурой с разнообразным структурно-тектоническим планом, где выделяются как положительные (Средневасюганский, Парабельский своды и др.), так и отрицательные структуры (Нюрольская, Бакчарская впадины и др.). В единую морфоструктуру они объединены в неоген-плейстоцене. Абсолютные отметки Васюганской наклонной равнины колеблются в пределах 116 - 146 м. Максимальная отметка расположена в истоках р. Бакчар. Интенсивность расчленения рельефа в баллах преимущественно до 20, местами до 30; горизонтальная до 0.6 км/км², а глубина расчленения - до 10 м.

На карте новейших тектонических движений в пределах Васюганья выделяется Васюганская новейшая гряда, где суммарная амплитуда новейших поднятий колеблется от 100 до 150 м (см. рис. 2). Тектонические линейные нарушения имеют СВ и СЗ ориентировку. В западной части гряды выделяются валообразные поднятия. Амплитуда этих поднятий достигает 150 - 175 м, а тектонические нарушения имеют СЗ простирание.

Тартасско-Кенгская седловина отделяет Уй-Васюганское валообразное поднятие от Шегарского сводообразного поднятия, расположенного в

восточной части Васюганской гряды. Тектонические нарушения СЗ простирания приурочены к ЮЗ его части.

Современные морфотектонические структуры в Васюганье сформировались в неотектонический этап, начало которого приходится на вторую половину олигоцена. Для этого этапа тектонических движений характерны: общая восходящая направленность, периодичность, неравномерность и прерывистость проявлений. Часто наблюдается совпадение основных новейших тектонических движений с крупными элементами осадочного чехла. Преобладает пликативный тип новейших тектонических движений. Однако нельзя не учитывать разрывные, дизъюнктивные нарушения, ибо большинство древних разломов земной коры отражается в новейшем тектоническом плане. Граница многих неотектонических элементов местами совпадает с линиями активизированных древних разломов. Частично по разломам ориентированы долины рек Верхнего Васюгана до впадения в нее слева Черталы, а также долины Кенги, Парбига и Чижапки. Но такие совпадения встречаются редко. Тот же Васюган в своем среднем и нижнем течении пересекает разломы.

Сопоставив карту новейших тектонических движений Западно-Сибирской равнины с картой распространения болот в ее пределах, можно видеть, что болота развиты почти на всех тектонических структурах. Основная и наибольшая система Васюганского болота находится в области тектонического поднятия. Кажется парадоксальным наличие низинных гипново-осоковых болот, очень обводненных, в самой возвышенной части водораздела, отметка которого здесь достигает 146 м.

Возможно, что эти низинные болота возникли во впадине, которая затем была приподнята современными тектоническими движениями выше окружающей периферии, занятой сейчас верховыми болотами. Такое предположение высказано С.Н. Тюремновым [97, 98] для некоторых болот Кетско-Тымского междуречья. Видимо, тектонические движения не привели к осушению болота, а лишь изменили его гипсометрическое положение. Не исключено, что эти болота образовались на уже существовавшей возвышенности, поверхность которой изобилует блюдцеобразными понижениями. Последние и явились очагами заболачивания.

Итак, Васюганскую равнину, соответствующую крупной тектонической структуре - Васюганской гряде с суммарной амплитудой новейших поднятий до 100 - 125 м, занимает величайшее в мире Васюганское болото. Современные тектонические движения отнюдь не препятствуют развитию и широкому распространению болот. Наоборот, Васюганское болото является классическим примером активного заболачивания, где все признаки этого процесса выражены в наиболее отчетливой форме.

Болота, несомненно, являются чуткими индикаторами новейших движений. Однако сами положительные движения не всегда препятствуют распространению болот, а проявляются тем или иным образом в степени заболоченности, заозеренности или других особенностях болотных систем. Во время маршрутов по болотам Васюганья автор часто наблюдал признаки прогрессивного заболачивания, наступление болот на окружающие их леса, на месте которых сохранились лишь засохшие древесные стволы среди образующегося болота. Можно назвать лишь несколько площадей, расположенных на заведомо активно поднимающихся тектонических структурах с явными признаками осушения болот. При хозяйственном освоении этой зоны необходимо знать поведение и развитие болот в будущем. Всякое строительство должно здесь проводиться с учетом возможного прогрессирующего заболачивания или осушения болот. В этом отношении представляют интерес исследования В.И. Орлова [77] и составленные им карты.

Скорость тектонического поднятия в голоцене была, видимо, меньше скорости торфонакопления. Если бы последняя превосходила скорость тектонического поднятия, то это привело бы к полному осушению заболоченных площадей и деградации болот. И наоборот, при более быстром, чем рост торфяников опускании тектонических впадин в них могло произойти сильное обводнение болот за счет стекающих вод с окружающих площадей. Это приводит к полному прекращению торфонакопления. В таких случаях на месте болот образуются водоемы [75]. Приведем данные о скорости накопления торфа в Васюганье, где в раннем голоцене она была равна 0.5 мм/год; в среднем голоцене 0.4 – 0.7 мм/год, а в позднем – 0.88 мм/год [57]. По данным Н.А. Хотинского, А.Л. Девирц и Н.Г. Марковой [101] придонный образец 4-х метрового торфяника в Восточном Васюганье датирован в 5760 ± 130 лет, т.е. в среднем ежегодный прирост торфа составлял 0.7 мм. Торфяник на глубине 3.85 м датирован в 3380 ± 120 лет и ежегодный прирост в среднем по голоцену составлял 1.1 мм/год. Торфяник с глубины 1.75 м (возраст 4570 ± 170 лет) - прирост равен 0.6 мм.

Скорость же Шегарского и Уй-Васюганского куполовидных поднятий колеблется от 150 до 200 м. Однако, здесь современные тектонические движения имеют отрицательный знак, а скорость их составляет 10 мм/год. Вертикальная скорость роста торфа изменяется от 0.21 до 2.1 мм/год. Скорость движений колеблется от 3 до 20 мм/год [51, 100]. Как видно, величина их почти одного порядка, поэтому опускающиеся участки и в дальнейшем будут заболачиваться более активно, чем поднимающиеся. Итак, мы определили масштабы и причины заболачивания южной части Западно-Сибирской равнины, куда входит и Васюганское болото. Причи-

ны эти геолого-геоморфологического плана. Роль этого фактора велика в развитии грандиозных процессов болотообразования и преобразованиях рельефа.

Остановимся на формировании фитогенного рельефа.

Современные процессы развития болот и преобразования рельефа.

Васюганское болото расположено преимущественно в зоне выпуклых грядово-мочажинных болот, где в настоящее время климат наиболее благоприятен для торфонакопления. Последние интенсивно развиваются как по площади, так и по вертикали.

Некоторые исследователи считают, что влияние внешней среды на эти болота уступает процессам саморазвития торфяников. До заболачивания рельеф суши - будущее ложе болот - мог быть различным и по морфометрии и по генезису. Он был сравнительно плоским и изобилует многочисленными неглубокими западинами, по нашему мнению, преимущественно термокарстового и суффозионного происхождения. Западины располагались близко друг к другу. Это хорошо фиксируется стратиграфическими профилями, построенными на основе инструментальных ходов и зондирования торфяной залежи.

Рельеф ложа болот в значительной степени определяет ход их развития. Отсюда следует, что вновь созданный болотообразовательными процессами рельеф торфяной залежи является, в какой-то степени, predetermined. Например, болота, возникающие в достаточно крупных замкнутых или полужамкнутых котловинах или на месте озер, развиваются по центрально-олиготрофному типу, свойственному простым болотным массивам. В вытянутых эрозионных понижениях водоразделов, на поверхности молодых террас, в долинах рек болотообразование идет по периферически-олиготрофному типу. И в первом и во втором случаях ход развития болот определялся геоморфологическими особенностями.

При центрально-олиготрофном типе развития болотных массивов выделяется семь стадий [17, 18, 37 и др.]. На первых стадиях происходит заполнение торфом котловин и выравнивание поверхности. Затем рельеф поверхности болота становится выпуклым (III, IV и V стадии), возникает обращенный рельеф. На месте наиболее глубокой части котловины образуется выпуклая вершина. На последних стадиях (VI и VII) рельеф простых болотных массивов в их центральной части становится плоско - выпуклым, с обилием вторичных озер и мочажин. Образование последних связано с уменьшением уклонов и постоянно застойным переувлажнением этой части массива, где создаются неблагоприятные условия для развития растительного покрова, который деградирует. Торфонакопление

почти прекращается или идет медленнее, чем на периферии. Рельеф простых болотных массивов на последних стадиях развития характеризуется хорошо выраженными склонами с грядово-мочажинным комплексом и плоской центральной частью с озерами и мочажинами.

Слияние простых болотных массивов в сложные системы происходит на разных стадиях развития. Сложные системы ряда болот Васюганья образовались преимущественно на ранних стадиях развития массивов. Например, болото на Бакчар-Иксинском междуречье имеет мощность порядка 3 м, но представляет единую систему. На болотах Васюганья с более мощными торфяниками понижения в рельефе их дна заполнены обычно осоково-древесными и сфагново-пушицевыми торфами, мощность которых не превышает 1-2.5 м. Остальная толща (7-8 м) - однородный по составу сфагновый торф, свидетельствует о том, что эта болотная система длительно развивалась как единое целое.

По данным Н.Я. Каца [49], торфяники Васюганья перешли в олиготрофную стадию развития еще в бореальном периоде голоцена, раньше, чем торфяные болота европейской части России. Возможно, уже перед бореальным периодом все неровности рельефа были заполнены торфом. Произошла нивелировка контрастов рельефа ложа. Сравнительно плоская поверхность торфяников, заполнивших отрицательные формы рельефа, сливается с окружающими их участками суши. После этого наблюдается некоторая дифференциация в развитии торфяников. В центре болота происходит более интенсивный рост торфа вверх, а на периферии одновременно идет его разрастание по площади. Такое неравномерное и разнонаправленное развитие торфяника способствует тому, что его центральная часть приобретает выпуклую форму. На Васюганском болоте, например, центральная часть верхового болота возвышается на 7.5 - 10 м над его краями.

Как показали материалы инструментальной съемки и зондирования торфяной залежи, в Васюганье на некоторых массивах верховые болота сначала занимали межгривные понижения, а переходные - узкие гривы. Сейчас картина резко изменилась. Гривы фиксируются понижениями на поверхности торфяной залежи, межгривные западины ложа соответствуют выпуклым вершинам. Обращенный рельеф представлен наиболее четко.

При интенсивном торфонакоплении местами образуется новый водораздел. Его гребень на Васюганском болоте, в частности, по линии, соединяющей истоки рр. Ичи и Чузика, сместился к югу более чем на 10 км по сравнению с предыдущим, существовавшим здесь до образования болот [9, 48].

Р.С. Ильин, проанализировав три профиля железнодорожных изысканий (1928 г.) через различные части Васюганского болота, пришел к выводу “у обоих краев Васюганского болота на всех профилях его дно оказывается продавленным по сравнению с прилегающей территорией; суффузионные западины сплошь покрывают все дно Васюганского болота, но, вследствие обширных его размеров, это дно в целом сохраняет выгорбленный профиль“ [41, с. 57].

Таким образом, в процессе развития болот одновременно преобразуется рельеф равнин, который состоит из следующих этапов:

1. Нивелировка ложа болот и образование ровной поверхности торфяной залежи, сливающейся с окружающей сушей. Болота до этого, были изолированы друг от друга.

2. Широкое распространение и образование выпуклых болот, слияние их в огромные сложные болотные системы. Возникновение обращенного рельефа, смещение водоразделов. Наиболее благоприятные условия для развития подобных болотных систем с мощными торфяниками были в раннем и, главным образом, в среднем голоцене от 8500 до 4500 лет. В атлантическом периоде имел место “взрыв торфонакопления”, интенсивно образовывался сфагновый торф, который составляет подавляющую часть залежи большинства болотных систем. Относительное похолодание и замедление торфонакопления отмечено на рубеже атлантического и суббореального периодов, примерно 4500 лет назад для всего севера Евразии [13].

3. Позднее в голоцене (около 2000 - 2500 лет назад) климат стал более влажным. На поздних стадиях шло образование грядово-озерковых комплексов в их центральных плоских или слабовыпуклых и грядово-мочажинных - по периферии на хорошо выраженных склонах.

Иное строение имеет зона разнотипных болот – эвтрофных и выпуклых сосново-сфагновых с участием переходных болот. Например, на 34 километровом профиле через Васюганское болото по водоразделу рек Ичи и Чузика, выделяются:

1. Заболоченные леса и лесные болота переходного типа (1-2 км).

2. Осоково-гипновое болото с веретьями и островками верхового болота (3 - 23 км).

3. Полосы безлесных низинных и переходных сфагновых болот,

чередующиеся с полосами верховых болот (23-28 км).

4. Лесное болото переходного типа (29-32 км).

5. Переходное болото в долине р. Чузик (32-34 км).

Этот участок Васюганского болота весь занят торфяниками почти без минеральных островков [10]. Рельеф мокрых безлесных болот представляет собой повсюду разбросанные длинные (до 1 км), узкие (1-2 м) и низкие (10-25 см) гряды, которые то удалены друг от друга, то сливаются. На грядах обычно растет карликовая береза.

В Барабинской лесостепи выделяются следующие типы болот: 1) тростниковые; 2) тростниковые с нижним ярусом из осок; 3) крупно осоковые болота с различными видами осок; 4) трезубковые болота [47]. Здесь также распространены рямы – выпуклые сфагновые торфяники, которые отличаются от окружающих болот по своему рельефу - резкой выпуклостью в их центральной части (до 3.5 м). Они разбросаны в виде островков среди тростниковых болот [10, 72].

Следует отметить, что в Барабе болотообразование происходило на водоемах, а не за счет заболачивания суши, как в зоне тайги. Суходольное же заболачивание происходит сейчас лишь в результате временного обводнения западин рельефа. Болота в Барабе деградируют, происходит накопление солей, возрастает минерализация, что связано с поднятием Приобского плато и Прииртышского увала.

Итак, в заключение отметим исключительную ровность поверхности Васюганского болота, осложненную микроформами рельефа – сочетание грив с межгривными понижениями и бесчисленное количество западин разных площадей и глубин, разбросанных по равнине. Монотонность рельефа равнины нарушается своеобразными микро и мезоформами поверхности торфяных залежей. В Барабе ровность нарушается ложбинами стока и наличием ямов.

2.3. Гидрогеологические и гидрологические условия

Четвертичные отложения Васюганского болота имеют покровный характер, их мощность колеблется в пределах 24-48 м. Особенность четвертичных образований описываемого района - это наличие в верхних горизонтах непосредственно под торфяной залежью слоя водоупорных суглинков и глин, мощностью от 9 м и более. По А.Я. Бронзову [9] суглинки и глины в пределах Васюганского болота - карбонатные. В процессе разведки (1960-61 гг), когда грунты изучались на глубину 0.1-0.3 м, на отдельных участках также отмечалась карбонатность.

Своеобразные природные условия Васюганского болота (большая увлажненность в сочетании со слабо расчлененным рельефом и развитием преимущественно слабо проницаемых отложений) приводят к формированию сложных взаимодействий между подземной и поверхностной составляющими стока. Породы верхнемелового и нижне-третичного возраста, слагающие этот район, имеют несколько водоносных горизонтов, изолированных друг от друга водонепроницаемыми аргиллитоподобными глинами.

Можно полагать, что основными условиями формирования Васюганского болота, покоящегося на мощной толще слабопроницаемых глинистых и суглинистых отложений, являются избыточное увлажнение и плоский рельеф. Атмосферные осадки скапливаются непосредственно в пределах торфяного горизонта, ниже которого залегают напорные воды абросимовской свиты, отделенные отложениями глин кельватской свиты [69]. Поэтому болотные воды имеют низкую минерализацию, а торф – низкую зольность. Кроме того, химический состав болотных вод отличается от состава подземных и поверхностных вод своей резко восстановительной средой, азотно-метановым и метановым составом свободных и растворенных газов, а обогащенность болотных вод органическими кислотами формирует особый тип кислых органо-минеральных вод.

Направление процесса заболачивания, определяется рельефом заболачиваемого участка, типом питания, фазой развития торфяника, биоклиматическими условиями. На слабодренированных междуречьях микропонижения становятся первичными очагами заболачивания, которое впоследствии распространяется на микро и мезоповышения, образуя болотные массивы. На водоразделах с болотными массивами, к которым относится Васюганское болото, торфяники в процессе саморазвития становятся все более активными очагами современного заболачивания.

В бассейнах рек с интенсивно развивающимися процессами накопления торфа происходит активное заполнение торфяниками речных долин, их выполаживание и повышение базиса эрозии. Таким образом, болота ослабляют и без того слабую эрозионную деятельность речной сети, вызывая дальнейшее ухудшение условий дренирования территории. Истоки современных рек Западной Сибири в прошлом были расположены у наивысших отметок водоразделов [66] и обеспечивали дренирование прилегающих участков бассейна. Постепенно истоки рек начали зарастать, за торфовываться, сток почти прекратился, и они превратились в болотные водотоки, а их русла оказались оторванными от минерального грунта и погруженными в торф. Такие заболоченные истоки современных рек с сохранившимся течением в торфяных руслах и представляют собой бо-

лотные реки первичного происхождения (рис. 6).



Рис.6. Болотные реки первичного происхождения.

При прогрессирующем заболачивании территории формируется болотная речная сеть вторичного происхождения. Ее образование определяется развитием самих болот, объединением их в большие массивы, которые образуют своеобразный “болотный” рельеф поверхности – сочетание повышенных и пониженных участков. В последних происходит постепенное образование в торфе новых русел рек и ручьев вторичного происхождения.

Все реки, протекающие по Васюганскому болоту, относятся к двум бассейнам – Оби и Иртыша. От основного вала Обь-Иртышского водораздела в северо-восточном и юго-западном направлениях отходит густая сеть рек, впадающих в Обь и Иртыш, от которых отходят ветви притоков второго, третьего и т.д. порядков. На водоразделах всех притоков располагаются торфяные месторождения, которые являются отрогами Васюганского болота.

Основными притоками Оби, берущими начало с Васюганского болота, являются реки: Васюган, Парабель (с Чузиком и Кенгой), Чая (с Парбигом и Иксой), Бакчар, Чижапка, Нюролька и Шегарка. Почти все притоки этих рек берут начало в водораздельных болотах. Иртыш протекает сравнительно далеко от Васюганского болота, но его притоки - реки: Омь, Тара,

Шиш, Малый Тартас своими верхними течениями находятся в границах Васюганского болота.

Река Тара берет начало на торфяном месторождении Тара-Тартасское, являющегося юго-западной частью Васюганского болота. Определить истоки р. Тары почти невозможно, так как, незаметно просачиваясь из болота, она не имеет русла и приобретает его только при выходе из болота. Река Тартас является самым большим притоком реки Оми. В отличие от Тары, река Тартас берет начало из озера Карасево, расположенного на месторождении Тара-Тартасское. Река Омь берет начало из озера Омского, расположенного на Васюганском болоте. Источником питания рек системы Оми является южная часть Васюганских болот и северная часть Барабинских болот и озер, расположенных по водоразделу. Все другие реки, впадающие в Омь, Тару и Тартас почти не изучены. Истоки этих рек, также как и рек бассейна Оби, теряются на Васюганском болоте, с которого они берут начало.

Рассмотрим гидрологические аспекты процесса развития болотных массивов в первичных очагах заболачивания и образование болотных систем.

Как уже отмечалось выше, заболачивание участков суходольных территорий происходит при наличии застойного переувлажнения поверхности почвы, которое обычно наблюдается в пониженных элементах рельефа (бессточные котловины, депрессии и т.п.). В результате малой проточности в центральных частях очагов заболачивания процесс торфонакопления в них идет более интенсивно, чем на периферии и поверхность болота, первоначально вогнутая, постепенно выполаживается, а со временем приобретает выпуклую форму. Если в начальной (евтрофной) фазе развития болотного массива водно-минеральное питание его складывается из поверхностных и грунтовых вод, а также атмосферных осадков, то в завершающей (олиготрофной) фазе развития - почти исключительно атмосферное.

Изменение в рельефе болотного массива, в свою очередь, приводит к изменению условий стока болотных вод, а последнее ведет к изменению гидрологического режима. В результате возникают новые условия среды обитания растений, приводящие к новым изменениям в составе растительного покрова, которые снова ведут к изменениям интенсивности торфонакопления, рельефа и другие. Постоянный ход этих взаимообуславливающих процессов и составляет биофизическую сущность развития болотных массивов.

В отличие от суходолов на болоте существует единый водоносный го-

ризонг, через который осуществляется сток с болот. Стеkanie воды с них происходит рассредоточенным по площади болота фильтрационным потоком. Практически вся вода с болотного массива стекает фильтрационным путем через верхний относительно тонкий (30-70 см) слой, так называемый деятельный горизонт. По расчетам К.Е. Иванова [37] доля стока в верховых болотах через этот горизонт составляет до 99% от общего стока. Это справедливо для простых изолированных болотных массивов, т.е. массивов, развивающихся в отдельных первичных очагах заболачивания и пока не слившихся с соседними болотами. На таких массивах внутриболотные водотоки отсутствуют.

При слиянии простых болотных массивов образуются болотные системы со сложным рельефом поверхности, обуславливающим развитие специфической болотной гидрографической сети, включающей в себя топи, внутриболотные озера, ручьи и речки.

Топи, представляющие собой сильно переувлажненные участки болот, характеризуются высоким стоянием уровней воды и плохой проходимостью. Они приурочены либо к местам скопления болотных вод (плоские участки центральных частей массивов, бессточные окраины их), либо к местам схождения фильтрационных потоков (ложбины между выпуклостями слившихся массивов, участки выклинивания вод на их склонах).

Внутриболотные водотоки в виде ручьев и речек, берущие начало из болот, характерны для болотных систем (рис. 7). Истоком таких водотоков являются либо внутриболотные озера, либо топи. В верховьях водотоков русла обычно внутризалежные и обнаруживаются по поверхностному стоку на топях и по цепочке открытых "окон" воды. Ниже русла открытые, извилистые, долины и поймы речек в пределах болот не выражены и прослеживаются только с выходом их на суходол. Через внутриболотные водотоки осуществляется отвод основного количества поверхностных вод с болотных систем в дренирующие их реки. Несколько меньшая часть болотных вод приходится на диффузный сток, т.е. на фильтрационный поток непосредственно в прилегающие суходолы. Именно диффузный сток создает благоприятные условия для процесса заболачивания прилегающих суходольных территорий и разрастания болотных массивов.



Рис.7. Пересохшее русло болотного ручья

К гидрографической сети болота относятся и внутриболотные озера. Внутриболотные озера в большинстве случаев являются вторичными, т.е. образовавшимися в процессе развития болотных массивов. Они обычно имеют небольшие размеры и малые (1-1.5 м) глубины, дно их торфяное. Берега этих озер торфяные низкие, возвышающиеся на 0.2-0.5 м над урезом воды, иногда представляют собой очень топкие сплавины. Первичные озера, которые встречаются на болотных системах, имеют большие размеры и глубины по сравнению с вторичными озерами. Дно их обычно минеральное, хотя встречается и торфяное за счет торфа разрушающихся торфяных берегов. В отличие от малых озерков средние и относительно крупные внутриболотные озера, как правило, связаны между собой ручьями и протоками. Большое количество озер с соединяющими их протоками образуют на болотных системах сложную по строению озерно-речную сеть.

По всей территории Васюганского болота разбросаны озера различной величины, конфигурации и глубины. Большинство озер вторичного происхождения (грядово-озерковые комплексы), но много и первичного происхождения. Приведем описание озера Грязное вторичного происхождения. Диаметр озера 400 м, глубина воды в 5 – 10 м от берега достигает 0.5 м и постепенно увеличивается к центру до 1.3 м. Примерно на 15 – 20 м от

берега дно озера торфяное, в центре - дно покрыто глиной, на которой слой озерных отложений 2.5-3.0 м (без карбонатов). Общая глубина озера в центре 4.5 м. С северной стороны берега озера окаймляет гряда, возвышающаяся над урезом воды на 0.6-0.8 м. Ширина гряды 2.0-2.5 м, произрастает береза и редко сосна высотой 2-8 м, диаметром 3-12 см. Напочвенный покров состоит из кассандры, сабельника, подбела, клюквы, осоки и сфагновых мхов. За грядой идет понижение – зыбун, поверхность которого на одном уровне с водой в озере. Берег не зарастает. В преобладающих по количеству мелких озерах вторичного происхождения, разбросанных в грядово-озерковых комплексах, глубина воды колеблется от 0.2 м до 1.0 м.

На севере от озера Грязное в близости от него располагается озеро первичного происхождения – Тергач диаметром 1200 м и глубиной в центре более 4 м. С южной стороны к озеру подходит рям и берег возвышается над урезом воды на 2.0-2.5 м. С восточной и западной сторон берег постепенно понижается. В древесном покрове при удалении к северному берегу появляется березка, которая затем преобладает и сильно разрежается. Цвет воды светло-коричневый и много рыбы.

Исследователи предположили, что аналогичное происхождение имеют и другие крупные озера Васюганского болота: Белое, Орлово, Пешково, Кротово, Мертвое, Мирное, Ичкалинское, Щучье, Кривое, Карасье, Окунево.

Кратко остановимся на характеристике гидрологического режима Васюганского болота.

Гидрологических наблюдений непосредственно на рассматриваемом болотном массиве организациями Гидрометслужбы не проводилось, хотя на прилегающих к нему заболоченных территориях такие исследования велись. Так в 1959 году на болотах бассейна р. Оми работала Западносибирская экспедиция Государственного гидрологического института (ГГИ). В программу её работ входил широкий комплекс наблюдений по изучению водного и теплового режима болот, их типологии, морфологии и стратиграфии торфяной залежи. Исследования велись в районах пос. Жарково и Патюканово. В 1968 году в районе этих населенных пунктов Западносибирское Управление гидрометслужбы открыло болотные посты Жарково и Патюканово.

В 1960 году аналогичные работы выполнялись на Баксинском болотном массиве, расположенном на водоразделе рек Баксы и Каргата. Болотный стационар располагался вблизи д. Коноваловка. В 1961 году в районе д. Коноваловки выше упомянутым УГМС был открыт болотный пост. На

нем велись наблюдения за уровнем болотных вод, промерзанием торфяной залежи, атмосферными осадками.

К северо-западу от Бол. Васюганского массива в бассейне р. Васюган тем же УГМС в 1966 году были открыты два болотных поста: в районе пос. Новый Васюган, второй - в районе пос. Мыльджино (бассейн р. Ньюролька). Состав наблюдений: измерения уровней болотных вод, промерзания и оттаивания торфяной залежи.

С 1965 по 1968 на Бакчарском болоте в бассейне р. Ключ - с. Польшанка работал гидрологический отряд Томского государственного университета, в программу работ которого входил комплекс наблюдений по изучению влияния водного режима болота на водный режим заболоченного водосбора в период весеннего половодья.

Краткая характеристика гидрологического режима Васюганского болота приводится на основании материалов наблюдений упомянутых выше постов, а также данных исследований, полученных Западносибирской экспедицией ГТИ [6] в сопредельных районах.

Следует отметить, что такой подход при характеристике водно-теплого режима неизученных болотных массивов вполне приемлем и научно обоснован. Как показали исследования [38] каждый болотный микроландшафт (**Под болотным микроландшафтом понимается участок болота однородный по растительному покрову, микрорельефу поверхности и водно-физическим свойствам деятельного слоя торфяной залежи.**) обладает вполне определенной гидрологической характеристикой, включающей в себя среднемноголетний уровень болотных вод, толщину деятельного слоя, связь коэффициентов водоотдачи и фильтрации с уровнем болотных вод, уклон поверхности болота в пределах микроландшафта, среднемноголетнюю проточность. Причем для каждого типа болотного микроландшафта величина перечисленных параметров и указанных связей имеет вполне определенные значения и вид. Наличие одной и той же гидрологической характеристики для однотипных болотных микроландшафтов, расположенных на одном или на разных болотных массивах, объясняется тем, что торфообразователем всего деятельного слоя торфяной залежи или большей его части является растительность по составу близкая к существующей в настоящее время.

Таким образом, используя этот подход можно при наличии данных наблюдений на каком либо массиве составить достаточно четкое общее представление о гидрологическом режиме любого другого такого же по типу не исследованного болота.

Уровенный режим. Одним из главных элементов, характеризующих

гидрологический режим болот, является положение уровня болотных вод относительно поверхности болота, которое определяет ход гидрологических и гидрофизических процессов (сток, испарение, водо- и теплообмен, промерзание и оттаивание) на болотах. Поэтому, располагая данными о режиме уровней, можно не только иметь оценку степени обводненности болот, но и, пользуясь установленными зависимостями, рассчитывать все другие гидрологические характеристики режима и элементов водного баланса на основе метеорологической информации.

Внутригодовой ход уровней имеет общую закономерность, свойственную всем типам болотных массивов и отдельным микроландшафтам: достаточно резкое повышение уровней весной в период таяния снега, постепенное их снижение после весеннего максимума, летний минимум, затем осеннее повышение, вызванное осадками и, наконец, зимнее падение уровня, продолжающееся до начала весеннего снеготаяния.

Весенний подъем уровней на болоте начинается обычно в конце марта - начале апреля, практически с момента начала интенсивного снеготаяния. Продолжительность подъема уровня в разные годы различна и зависит, в первую очередь, от дружности весны. Максимальный весенний уровень, который обычно является и максимальным годовым, наблюдается в среднем через 15 дней после начала подъема. В годы с резкими колебаниями интенсивности снеготаяния в ходе весеннего уровня прослеживается несколько пиков. Плавность в падении весеннего уровня нередко нарушают обильные осадки, вызывающие новый подъем, который по величине часто превосходит максимум, обусловленный снеготаянием. Величина подъема уровня в период весеннего половодья в различных болотных микроландшафтах неодинакова: наибольшая - в мохово-лесных и моховых (облесенных сосной) микроландшафтах (80 см), наименьшая - в топях и на мочажинах грядово-мочажинных комплексов (10-15 см). Последнее объясняется заметным различием в величинах коэффициентов водоотдачи деятельного слоя в этих микроландшафтах, а также относительно высоким стоянием уровня в комплексных микроландшафтах в зимний период.

Несмотря на относительно большую величину весеннего подъема уровней в микроландшафтах лесной, мохово-лесной и моховой групп, а также на грядах болотных комплексов уровни редко выходят на поверхность болота, покрывая водой лишь наиболее низкие межкочечные понижения. В мохово-травяных микроландшафтах, а также в мочажинных комплексах уровень в весенний период часто находится выше поверхности болота.

Относительно плавный весенний спад уровней, обусловленный стоком и испарением с болот, постепенно переходит в летний спад. Плавность

хода уровней в этот период нарушается лишь отдельными подъемами, вызванными выпадающими осадками. В летний период в сильно обводненных микроландшафтах уровень опускается ниже поверхности болота. Минимальные летние уровни наблюдаются обычно в августе-сентябре.

В осенний период наблюдается небольшое повышение уровней, обусловленное некоторым увеличением осадков и уменьшением испарения. В дождливые годы осенние подъемы уровня могут быть достаточно значительными, однако они редко достигают весенних максимумов. Обычно с третьей декады октября, в связи с понижением температуры воздуха и прекращением атмосферного питания болот, начинается плавный спад уровня во всех болотных микроландшафтах, который продолжается в течение всего зимнего периода до начала весеннего снеготаяния.

Минимальный годовой уровень может наблюдаться как в зимнюю, так и летне-осеннюю межень, все зависит от конкретных метеорологических условий года. Величина среднего минимального уровня в микроландшафтах мохово-лесной группы составляет около 60 см, моховой - 30-55 см и мохово-травяной - 20 см от средней поверхности болота. В комплексных микроландшафтах средний минимальный уровень на грядах - 40-60 см.

Благодаря наличию на болоте единого водоносного горизонта и высокому стоянию уровня воды, колебания его в различных болотных микроландшафтах синхронны. Именно этим объясняется достаточно тесная связь между соответственными уровнями в различных микроландшафтах болотного массива.

Режим промерзания болота. Сведения о режиме нарастания мерзлого слоя на болотах и глубинах их промерзания представляют большой интерес и, в первую очередь, при решении транспортных проблем. В мерзлом состоянии, как известно, несущая способность болот в десятки раз выше, чем в талом.

Процесс промерзания торфяной залежи определяется многими факторами, к числу которых следует отнести температуру воздуха, влажность почвы, высоту и плотность снежного покрова, теплофизические свойства торфа. Результирующее влияние этих факторов и определяют глубину промерзания болот в том или ином географическом районе и на различных участках массива. Значительные различия в строении деятельного слоя болотных микроландшафтов, микрорельефа их поверхности обуславливают относительно большие изменения в интенсивности промерзания торфяной залежи по площади, особенно в осенний период. Этим обстоятельством объясняется и большая вариация глубин промерзания в этот период.

Промерзание болот начинается с наступлением отрицательных температур воздуха. Однако стабильный рост толщины промерзшего слоя наблюдается с момента устойчивого перехода температуры воздуха через 0 °С, поэтому при практических расчетах за начало промерзания болот принимается дата этого перехода.

Начало промерзания Васюганского болота обычно приходится на третью декаду октября. В начальный период, когда высота снежного покрова не превышает 10 см, интенсивность промерзания повышенных элементов микрорельефа составляет 0.5 – 1.0 см/сут. Интенсивность промерзания пониженных элементов микрорельефа значительно меньше. По мере увеличения высоты снежного покрова интенсивность нарастания мерзлого слоя постепенно снижается, достигая минимальных значений (0.1 см/сут) к концу зимы.

В средние по суровости и высоте снежного покрова зимы наибольшая глубина промерзания в микроландшафтах мохово-лесной группы составляет: на повышенных элементах микрорельефа - порядка 50 см, на пониженных - 35 см. В суровые малоснежные зимы промерзание болот может достигать 60 и более сантиметров.

Некоторые особенности в режиме промерзания прослеживаются на участках проточных топей, где в результате повышенной проточности относительно теплых болотных вод интенсивность процесса промерзания торфяной залежи заметно снижается. Этим объясняется некоторое запаздывание сроков начала промерзания такого типа топей, значительно меньшие величины промерзшего на них слоя.

3. СТРУКТУРА БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Васюганское болото, как тип ландшафта (выше это уже рассматривалось) отмечается большим своеобразием. Положение его в переходной полосе от зоны лиственных лесов к таежной обусловили большую пестроту растительности и торфяных залежей, основной причиной этого является, по всей вероятности, различная степень засоленности и выщелоченности грунтов [108].

Важным фактором, надо полагать, является образование низинных гипново-осоковых болот на самой вершине водораздела с наивысшей для этого района отметкой – 146 м над уровнем моря.

Другой особенностью Васюганского болота является наличие особых веретьево-топяных сетчато-полигональных низинных болот. Характерная особенность этих болот – полигонально-ячеистый рисунок поверхности и высокая степень обводненности. Границы их распространения очень хорошо прослеживаются с самолета и по аэрофотоснимкам. Сопоставления этих данных с материалами наземной инструментальной съемки показывают, что полигональные болота приурочены к блюдцеобразным понижениям на вершине водораздела, лишенной стока. Склоны водораздела, имеющие хотя бы незначительный уклон, заняты либо низинными болотами с грядами, ориентированными перпендикулярно уклону, либо верховыми грядово-мочажинными.

Не менее оригинальными являются мозаичные и комплексные переходные болота, определенно напоминающие аапа-комплексы северо-западных областей европейской части России. Следует особо отметить, что Васюганское болото является, видимо, единственным местом широкого распространения переходных болот. Далее рассмотрим все по порядку.

3.1. Растительность

В предлагаемой схеме районирования болот Западной Сибири [54] наименьшая по рангу единица районирования – *болотный округ*. Его границы очерчивает ареал элементарного комплекса типов болотных биогеоценозов. **Болотная провинция** – объединение болотных округов. Её границы очерчивает ареал подзонального комплекса типов. **Болотная область** – объединение болотных провинций. Её границы определяет ареал зонального комплекса типов болотных биогеоценозов. **Болотная страна** – объединение болотных областей. Сюда входит весь спектр зонально-провинциальных комплексов типов биогеоценозов. Территория болотной страны объединяет отрезки природных зон в пределах одного

биоклиматического сектора.

Болота Западной Сибири *относятся к западносибирской умеренно континентальной стране гомогенных и гетерогенных разновозрастных болот неравномерного заболачивания.*

Согласно разработанному районированию болот, Васюганское болото входит в состав одной болотной области.

-область III. Западносибирская таежная бореально-атлантических выпуклых олиготрофных моховых болот активного заболачивания и интенсивного торфонакопления; **провинция III.3** – южно-таежная западносибирских олиготрофных сосново-кустарничково-сфагновых и грядово-мочажинных, мезотрофных и эвтрофных сосново-березово-осоково-гипновых (или сфагновых) и осоково-гипновых (или сфагновых) болот; **2 болотных округа:** 11 - **Васюганский** южно-таежных олиготрофных грядово-мочажинных и сосново-кустарничково-сфагновых болот в сочетании с эвтрофными и гетеротрофными елово-кедрово-березово-осоково-гипновыми (или сфагновыми) болотами и 12 - **Бакчарский** южно-таежных олиготрофных грядово-мочажинных, сосново-кустарничково-сфагновых болот в сочетании с эвтрофными и мезотрофными сосново-елово-кедрово-березово-осоково-гипновыми (или сфагновыми) и осоково-гипновыми (или сфагновыми) болотами.

Провинция III.4 – подтаежная западносибирских атлантических эвтрофных осоково-гипновых болот; **болотный округ 16 – Северобарбинский** подтаежных эвтрофных осоково-гипновых болот в сочетании с сосново-кустарничково-сфагновыми болотами. В этот болотный округ Васюганское болото заходит своей юго-восточной окраиной.

Прежде чем приступить к основной теме изложения заметим, что, перемещаясь от островов Васюганского болота к центру, можно наблюдать, как таежные “береговые” леса сменяются болотной растительностью низинного и переходного типа. Состав доминантов, определяющих облик различных растительных ассоциаций, меняется в зависимости от степени обводненности, глубины залегания грунтовых вод, проточности (или застойности), химического состава болотных вод.

На Васюганском болоте можно выделить следующие типы растительности:

Верховой – 1. Грядово-мочажинный, 2. Грядово-озерковый, 3. Сосново-сфагновый, 4. Фускум.

Переходный – 1. Древесно-осоковый, 2. Древесно-сфагновый, 3. Сосново-сфагновый, 4. Осоковый, 5. Сфагновый, 6. Осоково-гипновый, 7.

Лесной.

Низинный – 1. Лесной 2. Древесно-осоковый.

Количество различных фитоценозов на Васюганском болоте достаточно велико. Они состоят на различных типах болот из определенной цепочки растительных группировок, характеризующей состояние развития и возраст отдельных участков Васюганского болота. **Мы остановимся лишь на некоторых обобщенных типах болотной растительности Васюганского болота.**

Сосново-кустарничково-сфагновые фитоценозы. Сосново-кустарничково-сфагновые фитоценозы широко распространены на Васюганском болоте. Они приурочены к окрайкам болот или к хорошо дренированным склонам с уклонами поверхности 0.001-0.006 [91]. Занимают они и наиболее выпуклые центральные участки болота, часто чередуясь с грядово-озерковыми и грядово-мочажинными комплексами, и создают мозаичный рисунок поверхности Васюганского болота.

В болотоведении сибирские олиготрофные болота с сосново-кустарничково-сфагновыми группами формаций принято называть рядами (рис.8,9).



Рис.8. Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз (высокий рям, п.2)



Рис.9. Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз (низкий ряма, п.3)

Рямы встречаются и среди обширных эвтрофных осоково-гипновых топей (провинция Ш.4, болотный округ 16), где их возникновение и развитие связано с условиями обедненного водно-минерального режима и питания атмосферными осадками.

Рассмотрим прежде рямы олиготрофных болот.

На Васюганском болоте встречаются следующие варианты таких рямов: **рямы с *Pinus sylvestris* f. и *luiginosa*** и **рямы с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii***.

Первые рямы (с *Pinus sylvestris* f. и *luiginosa*) приурочены к наиболее выпуклым центральным участкам массива. В этих так называемых “рослых рямах” высота деревьев 6-10 м, диаметр стволов 8-15 см, сомкнутость крон 0.5 – 0.8. Примесь *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* и *P. sibirica* незначительна. Кустарничковый ярус развит очень пышно. Степень проективного покрытия кустарничками нередко достигает 70-80%. Доминантами являются *Ledum palustra* и *Chamaedaphne calyculata*, довольно обильно *Oxycoccus microcarpus*. Микрорельеф кочковатый. В моховом ярусе доминирует *Sphagnum fuscum*. На вершинах кочек встречаются пятна зеленых мхов: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polLisetum*, *D. affine*. У основания кочек и в межкочечных понижениях обычны пятна из *Sphagnum fuscum*, густо пронизанные стеблями *Mylia anomala*.

В рослых рямах на периферийных зонах Васюганского болота (рис. 8) древесный ярус также состоит из *Pinus sylvestris* f. *uliginosa*. Подрост представлен в основном *Pinus sylvestris*, встречается *Betula pubescens*. В кустарничковом ярусе доминантами являются *Ledum palustra* и *Chamaedaphne calyculata*. Они приурочены к моховым подушкам и приствольным повышениям. В травяном покрове крайковых рямов характерно обилие *Carex globularis*. Доминантами мохового покрова являются *Sphagnum magellanicum* и *Sph.angustifolium*. На вершинах кочек высотой более 40 см и на приствольных буграх поселяется *Sph.fuscum*. На стволах и ветках сосен, на стволиках кустарников обитает значительное количество лишайников – эпифитов. По данным А.А. Храмова и В.И. Валуцкого [103] наиболее обычны *Cetraria pinastri*, *Usnea hirta*, *U.comosa*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia olivacea*.

Вариант рямов с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* является значительно более широко распространенным. Его можно рассматривать, как одну из первых стадий развития безлесных олиготрофных сфагновых и травяно-сфагновых топей в облесенных фитоценозах.

Рямы с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* особенно характерны для склонов болотных массивов (рис. 9). Древесный ярус в рямах с *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* более разреженный: сомкнутость крон 0.4-0.6, иногда падает до 0.3-0.2. Высота деревьев 4-5 м, диаметр стволов 3-7 см. Здесь же произрастающая *Pinus sylvestris* f. *wilrommii* имеет высоту 1-2 м, диаметр 1-3 см. Степень общего проективного покрытия кустарничковым ярусом высокая – 60-80%. Количественное соотношение между отдельными видами кустарничков зависит от глубины залегания грунтовых вод. При уровнях воды ниже 50 см в кустарничковом ярусе доминирует либо только *Ledum palustre*, либо он растет совместно с *Chamaedaphne calyculata*. Индикатором более высокого уровня грунтовых вод (20-30 см) является *Andromeda polifolia*. *Betula nana* встречается редко. Наиболее распространенными являются ассоциации *Pinus Sylvestris* f. *litwinowii* – *Ledum palustre* – *Sphagnum fuscum*, *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* - *Ledum palustre* + *Chamaedaphne calyculata* - *Sphagnum fuscum*.

В моховом покрове доминирует *Sph. fuscum*; *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium*, приурочены к основанию кочек и межкочечным понижениям. Их участие в сложении мохового покрова не превышает 3-5%. На периферии рямов этих типов межкочечные понижения заняты *Sphagnum angustifolium*, на склонах кочек резко возрастает участие *Sph. magellanicum*.

Вернемся вновь к фитоценотическим особенностям рямов эвтрофных осоково-гипновых топей, о которых выше уже упоминалось.

В древесном ярусе преобладает *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*. По мере возрастания степени дренированности и колебания уровня грунтовых вод от периферии к центру рядов можно проследить следующую смену доминантов кустарничкового яруса: *Andromeda polifolia* → *Chamaedaphne caliculata* → *Ledum palustre*. В конце среднего и особенно в позднем голоцене возросла роль атмосферного питания болот и наметилось изменение в их растительном покрове. В ряде случаев эвтрофные осоковые и осоково-гипновые фитоценозы преобразовались в осоково-сфагновые и сфагновые. Пионерами сфагнутой стадии были *Sphagnum subsecundum* и *Sph. teres*. В дальнейшем эвтрофные виды сфагнумов были вытеснены мезотрофными. Переход в олиготрофную стадию развития связан с появлением *Sph. gussowii*, который сравнительно быстро был вытеснен типичным олиготрофным видом *Sph. fuscum*. Иногда мезотрофные сфагновые фитоценозы превращались в олиготрофные сфагновые, в которых доминантами были *Sph. magellanicum* и *Sph. angustifolium*.

Таким образом, несмотря на то, что зональный тип болот подзоны осиново-березовых лесов – эвтрофные осоково-гипновые болота, в современном растительном покрове немалую площадь занимают олиготрофные сосново-кустарничково-сфагновые. Постепенный, но постоянный переход в олиготрофную стадию – это основная современная тенденция в развитии осоково-гипновых болот.

В центральной части Васюганского болота сосново-кустарничково-сфагновые формации, возникшие среди обширных эвтрофных осоково-гипновых топей, господствуют на небольших обособленных олиготрофных участках. Местами олиготрофные островки, соединяясь между собой, образуют более крупные и сложные по конфигурации системы. В их растительном покрове на наиболее возвышенных участках преобладают сосново-кустарничково-сфагновые сообщества, которые ниже по склону сменяются грядово-мочажинными фитоценозами, чередующимися с узкими полосами грядово-мочажинно-озерковых комплексов.

Грядово-мочажинные комплексы. Грядово-мочажинные комплексы (ГМК) широко распространены на Васюганском болоте. Обычно участки болотных массивов, занятые грядово-мочажинными сообществами, имеют форму длинных полос (от нескольких десятков до нескольких сотен метров ширины), расходящихся радиальными рядами от центральных частей болот по направлению к окраинам (рис. 10).



Рис.10. Грядово-мочажинный комплекс на верховых торфяниках водораздела



Рис.11. Грядово-мочажинный комплекс

В зависимости от соотношения площадей, занимаемых положительными и отрицательными элементами микрорельефа, выделяются три варианта грядово-мочажинных комплексов: грядово-крупно-, грядово-средне- и грядово-мелкомочажинные. Форма гряд и соотношение между площадью гряд и мочажин в значительной степени находится в тесной зависимости от уклонов поверхности. С уменьшением уклона площадь мочажин увеличивается.

Рассмотрим ГМК на примере грядово-мелкомочажинного комплекса (рис. 11). Грядово-мелкомочажинные комплексы встречаются на контакте с фускум, сосново-пушицево-сфагновыми или сосново-кустарничково-сфагновыми фитоценозами, с которыми они связаны генетически. В грядово-мелкомочажинных комплексах мочажины занимают 20-30 % поверхности. Мочажины имеют слабо вытянутую форму без строгой ориентировки по рельефу. Обводненность мочажин низкая. Вода обычно стоит на 10-15 см ниже мохового покрова. Гряды имеют ширину 3-10 м, иногда 10-15 м, высота гряд 0.5-0.8 м (рис. 12). Нередко гряды, сливаясь, образуют островки, занятые сосново-кустарничково-сфагновыми фитоценозами. На грядах растёт *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* высотой 3-5 м, диаметром 5-10 см. Примесь *P. sylvestris* f. *willkommii* высотой 1-3 м, диаметром 3-5 см незначительна. Сомкнутость древостоя 0.1-0.3, обычно имеется сухостой. Характерно присутствие *P. sibirica* высотой 6-10 м.



Рис.12. Гряда в грядово-мочажинном комплексе (п.6)

Кустарничковый ярус на грядах развит довольно пышно, степень проективного покрытия возрастает до 50-60 %, иногда достигает 80 %. В условиях хорошего дренажа на грядах обильна *Chamaedaphne calyculata*, интенсивно разрастается *Ledum palustre*.

С ухудшением дренажа и повышением уровня грунтовых вод доминантом становится *Andromeda polifolia*. Редкий травяной покров представлен *Eriophorum vaginatum*. В моховом ярусе доминирует *Sphagnum fuscum*. По склонам и у основания гряд характерны вкрапления *Sph. angustifolium* и *Sph. magellanicum*. В слабо обводненных мочажинах диффузно разбросаны *Chamaedaphne calyculata*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus quadripetalus*. Степень общего проективного покрытия не превышает 20 %. В травяном ярусе мочажин обильна *Eriophorum vaginatum*, образующая кочки высотой 10-15 см. Кочки занимают 35-45 % поверхности мочажин. Степень покрытия *Scheuchzeria palustris* и *Carex limosa* падает до 10-15 %. Моховой покров представлен *Sphagnum balticum* и *Sph. fallax*. В центре мочажин, где уровень грунтовых вод залегает на глубине 10-15 см от поверхности, появляется *Sph. majus*. Краины мочажин заняты *Sph. angustifolium*.

Грядово-мочажинные комплексы всех 3-х типов связаны друг с другом взаимными переходами в зависимости от колебания величины и направления поверхностного стока.

Широкое распространение ГМК обусловлено тем, что они, так же как и озерково-грядово-мочажинные, самые устойчивые формы существования растительного покрова.

Озерково-грядово-мочажинные комплексы. В озерково-грядово-мочажинных комплексах сильно обводненные мочажины чередуются с вторичными озерами или же озера занимают центральные участки крупных мочажин.

Озера имеют вытянутую или округлую форму. Величина их сильно варьирует. Береговая линия озер сильно изрезана. Глубина воды 0.8-1.3 м. Дно торфянистое. Озера и мочажины чередуются с грядами. Гряды занимают 20-50 % поверхности. Ширина гряд 1-3 м, высота 0.2-0.4 м. Мочажины с озерами занимают 50-80 % поверхности.

На грядах растет *Pinus sylvestris* f. *litwinowii* высотой 3.5-5 м, диаметром 8-10 см и f. *willkommii* высотой 1.0-3.5 м, диаметром 5-7 см, редко встречается *Pinus sibirica*. Сомкнутость крон 0.2-0.3, часто падает до 0.1 и ниже. Кустарничковый ярус сильно развит; степень покрытия 60-70 %; доминирует преимущественно *Chamaedaphne calyculata* и *Ledum palustre*, встречается *Andromeda polifolia*. Травяной покров представлен *Rubus chamaemorus*.

В моховом покрове преобладает *Sphagnum fuscum*. По склонам и у основания кочек обычны пятна лишайников. Грунтовые воды на грядах стоят довольно низко. Травяной покров в мочажинах образован *Carex*

limosa, *Scheuchzeria palustris*, *Rhinchospora alba*. Степень покрытия 40-50 %, в местах, лишенных мохового покрова растет *Drosera rotundifolia*. В моховом покрове мочажин преобладают *Sphagnum majus*, *Sph. papillosum*, по периферии мочажин обычен *Sph. balticum*.

Нам представляется интересным уделить внимание такому интересному явлению – как развитие регрессивных явлений, проявляющихся во временном прекращении торфообразования и замещении растений – торфообразователей растениями, не образующими торфа (лишайники, печеночники, водоросли, рис.13). Не останавливаясь на различных мнениях по этому вопросу [4, 5, 62 и др.], примем следующее: в Западной Сибири, где основная масса болот представляет собой огромные саморегулирующиеся системы, что относится и к Васюганскому болоту, и где дистрофные участки занимают лишь небольшие площади, развитие регрессивных явлений следует рассматривать, как один из гомеостатических механизмов существования олиготрофного болота. Перерывы в торфонакоплении сменяются зарастанием и дальнейшим торфонакоплением.



Рис.13. Явление регрессии на грядово-мочажинном комплексе

Примечательно, что А.Я. Бронзов [9], исследуя Васюганское болото и обратив внимание на это явление, утверждал, что это служит доказательством наступления четвертой (заключительной) стадии их развития.

Развитие регрессивных явлений в мочажинах ведет к появлению “черных мочажин”. Процесс разрушения растительности начинается с поселения на поверхности *Sphagnum maius*, *Cladodiella fluitans*. Одновременно в моховом покрове появляется *Sphagnum compactum*. В результате возникают ассоциации *Rhynchospora alba* – *Sphagnum compactum* – *Cladodiella fluitans* - *Rhynchospora alba* – *Cladodiella fluitans* (см. рис. 13). Постепенно на голом окисленном торфяном субстрате остаются только печеночные мхи и водоросли. Следующей стадией является образование озерков, которые, в свою очередь, начинают зарастать мхами, приспособленными к

условиям регрессионной стадии развития олиготрофных болот, характеризующимися широкой амплитудой колебаний кислотности среды.

Осоково-гипновые фитоценозы. Своей южной и юго-восточной частью Васюганское болото заходит в провинцию подтаежных западносибирских атлантических эвтрофных осоково-гипновых болот. Осоково-гипновые фитоценозы приурочены на территории Васюганского болота к огромным мочажинам со сравнительно ровной поверхностью.

Травяной ярус в мочажинах довольно редкий. Из осок наиболее распространенными видами являются: *Carex diandra*, *C. chordorrhiza*, *C. limosa*, *C. omskiana*, местами *C. rostrata*, *C. lasiocarpa*. Единично встречаются *C. heleonastes* и *Rhynchospora alba*. В небольшом количестве, но значительно чаще растут *Scheuchzeria palustris*, *Triglochin maritimum*. Наибольшие скопления образует *Equisetum limosum*. Среди разнотравья распространены видами являются *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*, *Cicuta virosa*, *Epilobium palustre*, *Pedicularis palustris*, *Utricularia intermedia*. В моховом ярусе господствуют *Drepanocladus vernicosus* и *D. sendtneri*. Первый преобладает в менее обводненных местах, второй занимает небольшие обводненные понижения. Здесь же растет и *Calliergon trifarium*.

Однообразные осоково-гипновые топи пересекают в направлении, перпендикулярном поверхностному стоку, узкие (1-2 м шириной) и длинные (до 1 км длиной) веретья. Веретья возвышаются над осоково-гипновыми топями на 10-25 см. В местах, где уклон отсутствует, веретья тянутся в различных направлениях. Расстояния между веретьями измеряются от нескольких метров до 50 – 200 м. Кроме веретий по поверхности осоково-гипновых топей разбросаны отдельные островки олиготрофных сосново-кустарничково-сфагновых фитоценозов, диаметр которых колеблется в пределах нескольких десятков метров (местное название “шеломочки”). Шеломочки возвышаются над поверхностью осоково-гипновых болот на 50-90 см [10].

На веретьях поодиночке или небольшими группами растут *Betula pubescens* и *Pinus sylvestris*, из кустарников *Salix lapponum* и *S. gosmarinifolia*. Кустарничковый ярус развит довольно пышно. Наиболее распространены *Betula nana*, *Andromeda polifolia*. Несколько реже растут *Ledum palustre* и *Chamaedaphne caliculata*. Травяной ярус веретий по флористическому составу мало отличается от травяного покрова осоково-гипновых понижений.

Анализ геоботанических описаний, проведенных А.Я. Бронзовым [10] для южной части Васюганского болота показывает, что, несмотря на довольно богатый общий флористический список представителей кустар-

ничкового, травяного и мохового ярусов (46 видов), константными для осоково-гипновых фитоценозов эвтрофных болот Обь-Иртышского междуречья можно назвать только два вида: *Carex limosa* и *Carex diandra*. Очень часто встречаются четыре вида: *Betula nana*, *Andromeda polifolia*, *Carex chordorrhiza*, *Menyanthes trifoliata*.

В моховом покрове веретий господствует *Sphagnum warnstorffii*, на более низких веретях доминирует *Tomenthypnum nitens*. У основания стволов деревьев в зависимости от высоты кочек растут *Sphagnum angustifolium*, *Sph. magellanicum*, *Sph. fuscum*. Появление как мезотрофных веретий, так и олиготрофных “шеломочков” относится к субатлантическому периоду.

Затянувшаяся до настоящего времени в этой зоне господствующая эвтрофная осоково-гипновая стадия, как было отмечено выше, обусловлена эдафическими факторами. С увеличением торфяной залежи уменьшается влияние на строение залежи подстилающих минеральных пород, снижается зольность торфов и создаются благоприятные условия для развития осоково-гипновых фитоценозов в травяно-сфагновые (веретья) и сосново-кустарничково-сфагновые (шеломочки).

Как упоминалось выше, на Васюганском болоте отмечается обилие различных фитоценозов. Так мы не рассмотрели древесно-кустарничково-моховой, древесно-травяно-моховой и многие другие виды фитоценозов, которые для Васюганского болота не являются определяющими. Но интересующимся этой проблемой более глубоко можно порекомендовать ряд литературных источников [9, 22, 62, 102].

3.2. Стратиграфия

Геоморфологические, гидрогеологические и другие факторы определяют образование и накопление торфов всех типов. Как правило, все повышенные территории водоразделов заняты торфяными месторождениями с залежью верхового и смешанного типов, а южные склоны водоразделов занимают участки и отдельные массивы с залежью торфа низинного и переходного типов.

Для характеристики строения разного типа залежей северной и южной частей Васюганского болота, входящих в разные области по болотному районированию (см. 3.1), приводим два профиля через болота этих областей с юга на север (по материалам треста “Геолторфразведка”).

На рисунке 14 изображен профиль через торфяник “Татарский рям” и прилегающее к нему займище, расположенные в области осоково-гипновых торфяников в её южном районе “займищно-рямовых торфяни-

ков” в лесостепной зоне. Мы видим, что резко выпуклая “шапка” рьяма состоит целиком из сфагнового торфа – фускум. Эта мощная толща до 5 м подстилается небольшим слоем тростниково-осокового торфа, залегающего на сапропеле. Само “займище” сложено тростниково-осоковым, или осоковым торфом, мощность которого не превышает 2 м. Наличие верховых торфяников среди больших осоково-тростниковых займищ – особенность этого района.

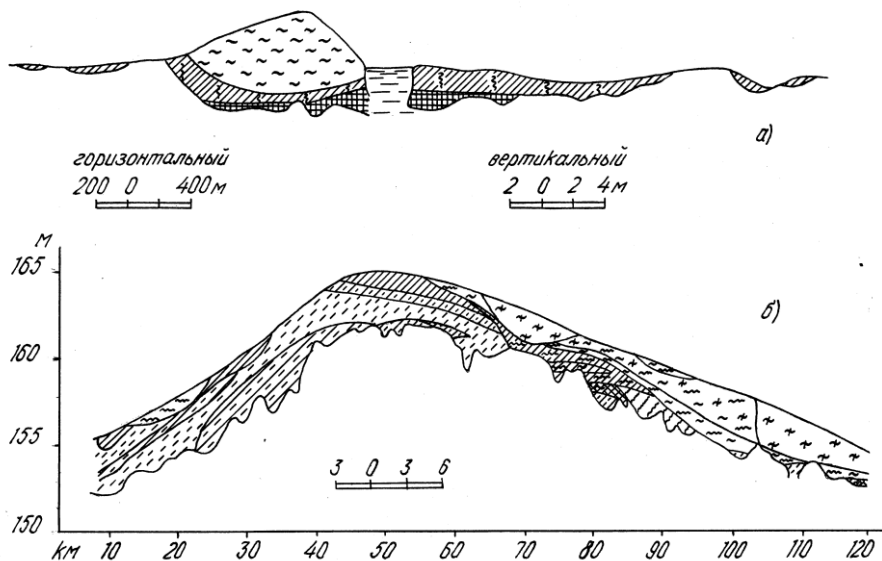
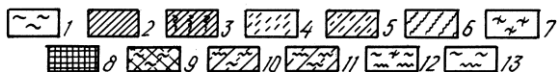


Рис. 14. Профили через а) болото „Татарский рьям“, б) водораздел Обь-Иртыш (Васюганское болото)



1-сфагновый торф; 2-осоковый; 3-осоково-тростниковый; 4-гипновый-низинный; 5-осоково-гипновый низинный; 6-травяной; 7-фускум; 8-сапрпель; 9-травяно-моховый низинный; 10-травяно-моховый переходный; 11-осоково-сфагновый переходный; 12-комплексный верховой; 13-сфагново-мочажинный

На рисунке 14 также изображен профиль через Васюганское болото и его гребень. Южная часть профиля (левая часть), включая и водораздел, относится к “области осоково-гипновых торфяников”, в северной части профиля (правая сторона) начинается уже “область атлантических выпуклых моховых болот”.

Как можно видеть, в левой части профиля целиком господствует низинная торфяная залежь, составленная из гипновых, гипново-осоковых и осоковых торфов со степенью разложения, которая колеблется от 20 до 50 % с явным преобладанием торфов 20-25 % степени разложения и с зольностью торфа 5.1-8.1% (исключая несколько засоленных образцов у дна торфяной залежи).

В правой части стратиграфия торфяной залежи совсем иная. Она сложена различными видами верхового сфагнового торфа и в части, близкой к низинной залежи, подстилается большим или меньшим слоем низинного торфа, а по направлению к северу залежь верхового типа начинается почти или от самого основания торфяника. Здесь преобладает комплексно-сфагновый верховой или фускум торф и соответственно им комплексная верховая залежь. Степень разложения торфа колеблется от 5 до 25 % с явным преобладанием степени разложения в 5-10 %. Зольность колеблется от 1.2 до 8.9 %, причем наиболее часто встречающаяся зольность имеет амплитуду от 2 до 4 %.

Явно видна резкая разница между обеими частями профиля. Объяснение этому находится в характере грунтов. Левая часть профиля показывает резкое вскипание грунтов с соляной кислотой. Грунты правой части, покрытой верховым болотом, не дают вскипания, но имеют признаки засоления.

А.Я. Бронзов [10] на основании вышеизложенных данных делает предположение, что до начала торфообразования на Обь-Иртышском водоразделе проходила граница степи и лесостепи, причем эта граница приблизительно соответствовала границе, отделяющей осоково-гипновую часть Васюганского болота от сфагнувой.

Из наиболее распространенных на территории Обь-Иртышского водораздела видов торфяной залежи можно отметить: в низинном типе – осоковый, осоково-гипновый, гипновый, лесотопяной и лесной виды залежи; в переходном типе – переходно-топяной вид залежи; **в верховом типе** – комплексно-верховой, фускум, медиум и шейхцериево-сфагновый виды залежи и другие.

Соотношение верховых и низинных типов залежей увеличивается в пользу верховых при продвижении с юга на север.

Приведенная краткая характеристика стратиграфии торфяной залежи Васюганского болота далее будет несколько развернута в четвертом разделе этой книги при характеристике торфяных ресурсов Васюганского болота.

3.3. Результаты исследований на водоразделе в истоках рек Шегарка-Икса.

Комплексная экспедиция с участием сотрудников Сибирского НИИ торфа СО РАСХН, Томского филиала института леса СО РАН в течение августа 2001 года проводила исследования на территории юго-восточной части Васюганского болота в границах: истоки р. Шегарка, озеро Дедушкино и истоки р.Икса, озеро Быковское (Кольванский район Новосибирской области, рис.15). В составе экспедиции проходила стажировку по гранту Интеграция преподаватель Тульского педагогического университета Волкова Е.М., которой проведены геоботанические описания. Максимальные отметки в районе исследования - 146. По болотному районированию территория относится к области Ш, провинции Ш.4.(см главу 3.1), в пределах которой выделяют Северобарабинский болотный округ.

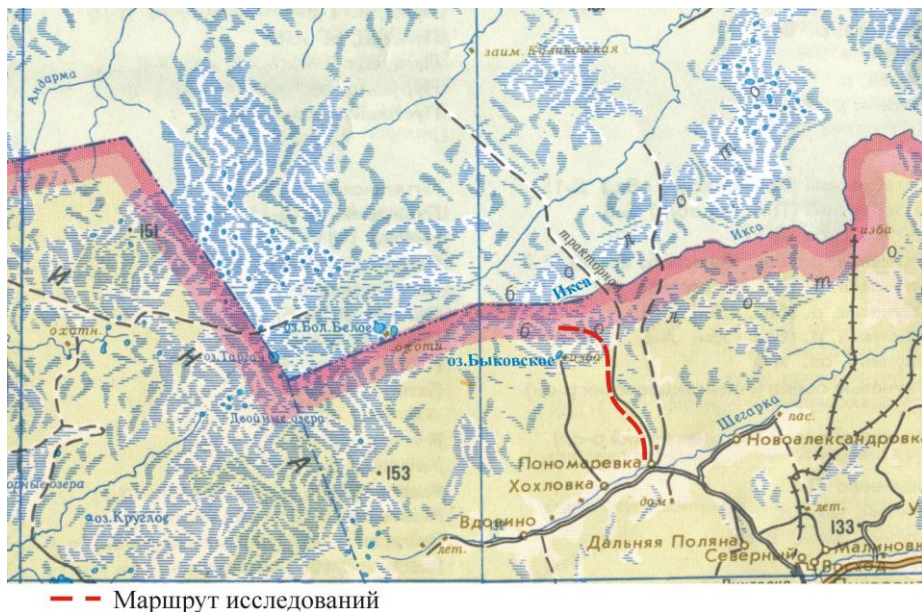


Рис.15. Схема расположения маршрута исследований

Территория исследования располагается на водоразделе р.р. Шегарка - Икса, который характеризуется высокой заболоченностью. Исключение составляют прибрежные участки суходолов, занятые смешанными крупнотравными лесами. Древостой таких лесов сформирован пихтой, елью, березой, реже встречается сосна. В долине р. Шегарка (рис.16) преобла-

дают березняки с примесью хвойных пород, а в истоках р. Икса часто встречаются чистые кедровые леса (высота деревьев 15-20 м) с типичными для таких лесов травяным и моховым ярусами. На заболоченных территориях представлены различные типы болотных экосистем.



Рис.16. р.Шегарка в верхнем течении

В растительном покрове ландшафтного профиля Васюганского болота (истоки р.Икса) можно выделить все три типа болотной растительности: олиготрофный, мезотрофный и эвтрофный, которые приурочены к разным элементам рельефа (по данным проведенной нивелировки). Для детального анализа современного состояния растительности в типичных биогеоценозах на заложенном профиле, в предварительно выделенных пунктах было проведено ее описание. В границах БГЦ были проведены геоботанические описания растительности по стандартной методике, а также определена глубина торфяной залежи. Полевые характеристики залежи включали измерение ее температуры (на глубину до 1 м) и окислительно-восстановительного потенциала. На каждом пункте профиля были отобраны образцы торфа для изучения ботанического состава торфяной залежи, ее микробиологических и химических свойств.

Для оценки продуктивности растительных сообществ в пределах описываемых БГЦ растительность была срезана на уровне очеса, разделена на фракции (опад, ветошь, травы, листья кустарничков, нефотосинтезирующие многолетние органы (побеги, живые части мхов)), высушена и взвешена.

Для изучения влияния антропогенной нагрузки на структуру и продуктивность растительных сообществ было проведено описание растительности и отбор образцов фитомассы на участке среднего рьяма, подвергнутому пожару.

Общая структура растительного покрова и торфяной залежи профиля показана на рисунке 17. В качестве нулевой точки профиля был взят осинник на минеральной почве. Богатый видовой состав леса этого типа обусловлен увлажнением почв поверхностными и грунтовыми водами. Древесный ярус образован осиной (*Populus tremula*), имеющей высоту 20-22 м. В составе подлеска обнаружено 8 видов кустарничков. Травяной ярус характеризуется высокой видовой насыщенностью, которая достигает 30-40 видов на типичной лесной пробной площади. Моховой покров занимает не более 10-20 % и представлен гипновыми мхами. Из внеярусной растительности встречаются эпифитные мхи и лишайники, а также травянистая лиана хмель (*Humulus lupulus*).

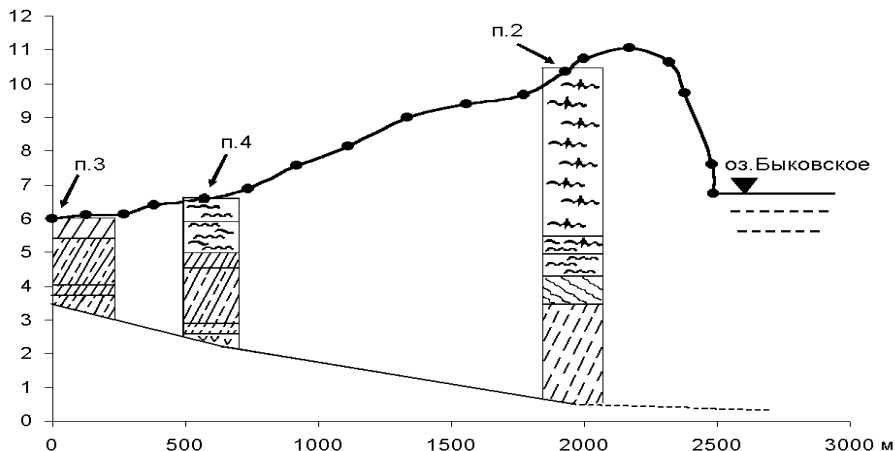


Рис.17. Строение торфяной залежи на ландшафтном профиле в районе маршрута исследований

Заболачивание минеральных почв диагностируется по смене осинника березняком травяно-болотной или осоковой группы. При этом формирование различных типов березняков идет через серию стадий, в которых береза постепенно увеличивает свое обилие, что может быть проиллюстрировано изменением состава древостоя: 5Б5Ос - 6Б2Ос2С - 8Б2Ос - 10Б+Ос+С.

На ландшафтном профиле были представлены вейниковый (в наиболее дренированных участках) и осоковый березняки (рис.18). Такие сообщества формируются на торфяной залежи низинного типа, глубина которой варьирует в пределах 1 м (пункт 5 на рис. 17). Высота древостоя составляет 8-10 м при диаметре ствола 12-15 см. Полнота 0.6-0.7. Микрорельеф рассматриваемых сообществ кочковатый. Кочки занимают 60-70 % территории. Их высота 20-30 см. Следует отметить, что формирование большинства кочек (особенно в осоковом березняке) связано с жизнедеятельностью осок.



Рис.18. Березово-осоковый фитоценоз (п.5)

Ярус кустарников представлен жимолостью (*Lonicera xylosteum*), смородиной (*Ribes nigrum*) и крушиной (*Frangula alnus*). Травяно-кустарничковый ярус занимает 70-90 % покрытия. В нем наблюдается смешение растений разных фитоцено типов. Встречаются как лесные (*Trientalis europaea*, *Ryola rotundifolia*, *Majanthemum bifolium*), так и болотные (*Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Thelypteris palustris*, *Ledum palustre*, *Thyselinum palustre*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Охуссоссус palustris*) виды. Моховой покров имеет не более 30 % покрытия и представлен, в основном, гипновыми мхами (*Climacium dendroides*, *Hylocomnium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Aulacomnium palustris*, *Mnium rugicum*, др.). На пристволовых повышениях встречается *Sphagnum warnstorffii*.

Повышение влажности субстрата обуславливает появление и увеличение обилия (до 30 %) карликовой березы (*Betula nana*), в результате чего осоковый березняк сменяется ерничково-осоковым, а на отдельных участках - ерничково-разнотравным. Следует отметить, что в процессе такой смены фитоценозов жизнеспособность березы снижается. Ее высота уменьшается и составляет 5-7 м при диаметре ствола 8-10 см и полноте 0.3-0.4. В кустарничковом ярусе рассматриваемых фитоценозов встречаются ивы (*Salix lapponum*, *S. cinerea*, *S. myrsinifolia*). Травяно-кустарничковый ярус имеет покрытие 65 % и характеризуется доминированием осоки волосистоплодной (*Carex lasiocarpa*) и карликовой березы (*Betula nana*). Моховой покров занимает не более 25 % и представлен также гипновыми мхами. Такие сообщества формируются в условиях богатого водно-минерального питания на низинном торфе. Строение торфяной залежи позволяет отнести ее к осоково-гипновому типу. В сложении принимают участие 2 вида торфа - осоковый низинный и древесно-осоковый. Такой торф имеет степень разложения 20-35 %.

Анализ стратиграфической колонки для исследуемого участка болота позволяет констатировать, что заболачивание началось с осоково-гипновых фитоценозов. Об этом свидетельствует ботанический состав придонных образцов торфа. Постепенно в растительном покрове начал формироваться древесный ярус, представленный березой. Это коррелирует с увеличением обилия остатков березы с 5 до 25-30 % от нижних к верхним слоям залежи. Собственно верхний слой (0-25 см) образован древесно(березово)-осоковым низинным торфом.

Постепенное повышение поверхности болота при движении по профилю к центральной части связано с увеличением глубины торфяной залежи, которая составляет 2.4 м. Изменение особенностей водно-минерального питания, наряду с высоким уровнем стояния болотных вод, вызывает выпадение из древостоя березы и смену ее ивой пятитычинковой (*Salix pentandra*). Анализ ботанических остатков торфяной залежи позволяет сделать предположение о том, что этот процесс начался недавно, поскольку в верхнем слое торфа содержание остатков березы составляет более 25%, а ивы - 1-3%. В растительном покрове это подтверждается преобладанием в возрастном спектре ивы растений прегенеративного и молодого генеративного состояния, имеющих кустообразную форму. Следовательно, смена березовых фитоценозов ивовыми находится на первых стадиях. Однако, данное предположение требует дополнительных исследований.

Ивовые фитоценозы представлены ерничково-осоковыми и ерничково-разнотравными ассоциациями (рис.19) и формируются на низинной осо-

ковой торфяной залежи, которая образована осоковым низинным и осоково-гипновым видами торфа, имеющими степень разложения 15-45 % (пункт 3 на рис. 17).



Рис.19. Ивово-ерниково-разнотравный фитоценоз (п.3)

В древостое таких фитоценозов, помимо ивы, редко встречается береза. Высота деревьев не превышает 5 м. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют карликовая береза (*Betula nana*) и осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa*), а также встречаются папоротники (*Thelypteris palustris*, *Phegopteris connectilis*), хвощ (*Equisetum fluviatile*), вахта (*Menyanthes trifoliata*), сабельник (*Comarum palustre*), осока пузырчатая (*Carex vesicaria*), реже отмечены калужница (*Caltha palustris*), подбел (*Andromeda polifolia*), клюква (*Oxycoccus palustris*), кизляк (*Naumburgia thyrsiflora*). Моховой покров представлен зелеными и печеночными (*Marchantia polymorpha*) мхами. Его покрытие составляет 25 %. Мхи произрастают на микроповышениях, высота которых составляет 20-30 см. Микропонижения на момент обследования были заполнены водой.

Повышение поверхности болота обуславливает изменение особенностей водно-минерального питания и характера растительного покрова. Эвтрофная растительность сменяется мезотрофной, которая представлена кустарничково-осоково-сфагновым сосняком (рис.20, пункт 4). Микро-

рельеф таких сообществ кочковатый. Высота кочек может достигать 40-50 см, размеры их 50*70 см. Кочки занимают 60-70 % площади. Особенности микрорельефа обуславливают отличие в растительном покрове микроповышений и микропонижений.



Рис.20. Сосново-кустарничково-осоково-сфагновый фитоценоз (п.4)

Древесный ярус формирует сосна обыкновенная формы Литвинова (*Pinus sylvestris* L. f. *Litwinowii*). Это дерево высотой 5-7 м, диаметр ствола 10-12 см на уровне охеса. Полнота 0.3-0.4. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса варьирует от 65 % на кочках до 85 % в микропонижениях. Из кустарничков доминирует болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*), который приурочен чаще к кочкам, где его покрытие составляет 30 % (в понижениях - не более 8-10 %). То же характерно для пушицы (*Eriophorum vaginatum*), покрытие которой на кочках составляет 5-7%, осоки вздутой (*Carex rostrata*) (10%), подбела (*Andromeda polyfolia*) (3%). Напротив, осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa*) имеет максимум покрытия в пониженных элементах микрорельефа (25%). Карликовая береза (*Betula nana*), клюква (*Oxycoccus palustris*) и вахта (*Menyanthes trifoliata*) распределены относительно равномерно, их покрытие варьирует в пределах 20-30%. Моховой покров представлен сфагновыми мхами (*Sphagnum magellanicum*, *Sph. balticum*) с редким участием зеленых (*Polytrichum strictum*).

Данный тип сообществ сформирован на осоковой низинной торфяной залежи, глубина которой составляет 4.4 м. Заболачивание этого участка началось с эвтрофной стадии, которая была представлена травяными (шейхцериевыми), гипновыми и травяно(осоково)-гипновыми фитоценозами. Большая часть залежи (более 2.7 м) сложена осоково-гипновым видом торфа. Образцы соответствующего торфа характеризуются степенью разложения 20-45 %. Верхняя часть залежи с глубины 75 см сложена осоково-сфагновым переходным, сфагновым переходным и медиум-торфом со степенью разложения 10-15% (пункт 4 на рис. 17).

Олиготрофная растительность профиля представлена рямовыми сообществами, отличающимися доминированием разных форм сосны и, соответственно, высотой древостоя. В наиболее высокой части болотного профиля (по данным нивелировки) с глубиной залежи, превышающей 8 м, формируются сосново-кустарничково-сфагновые фитоценозы (пункт 2 на рис. 17), древостой которых представлен сосной формы Вилькома (*P. s. L. f. willkommii*). Такие сообщества называются низким рямом (рис.21).



Рис.21. Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз, низкий рям

Высота деревьев сосны составляет в возрасте 70-80 лет 2.5-3 м, диаметр ствола 5-7 см, полнота 0.4. Микрорельеф сообществ кочковатый.

Высота кочек 30-50 см, размеры 50*70 см. Кочки занимают 85% территории и к ним приурочено основное покрытие травяно-кустарничкового яруса, которое составляет 80-85%. Доминирующими являются кустарнички - багульник (*Ledum palustre*) и болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*), формирующие 70% покрытия. На кочках встречается также клюква (*Oxycoccus microcarpus*) и морошка (*Rubus chamaemorus*). Брусника (*Vaccinium uliginosum*) чаще отмечена на склонах кочек и в межкочечных понижениях.

Моховой покров представлен сфагновыми, зелеными и печеночными мхами и занимает 97% покрытия. На вершинах кочек покрытие формирует *Sphagnum fuscum*. В ряде случаев отмечено поселение по верхушкам сфагнов печеночника *Mylia anomalia*. На склонах кочек встречается *Sphagnum magellanicum*, а в понижениях *Sphagnum balticum*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, а также различные виды лишайников из рода *Cladonia*.

Рассматриваемые сосново-кустарничково-сфагновые сообщества развиваются на фускум торфе (степень разложения 5-15 %), который занимает большую часть торфяной залежи. В нижней ее части обнаружены остатки *Sphagnum magellanicum* медиум-торф (степень разложения 15-20 %). Как видно, формирование выпуклой части болотного массива связано с наличием и доминированием в залежи фускум-торфа. Развитие в растительном покрове таких фитоценозов обусловлено, по-видимому, превышением поверхности данного БГЦ над общей поверхностью болота, что, в свою очередь, способствовало улучшению дренажа и интенсивному приросту сфагновых мхов (*Sphagnum fuscum*). Доказательством этому служит низкая степень разложения торфа до глубины более 4 м.

Изменение водно-воздушного режима, связанное с понижением поверхности болота на изучаемом профиле к озеру Быковское, способствует изменению интенсивности роста деревьев и формированию среднего, а в некоторых случаях, высокого ряма, представленным соснами форм Литвинова и Улигиноза (топяная) (*P. s. L. f. litwinowii*, *P. s. L. f. uliginosa*). Пояс растительности непосредственно у озера Быковское представлен сосняком-зеленомошником 4-5 классов бонитета. Глубина торфа по берегу озера превышает 5 м.

Согласно стратиграфии торфяной залежи профиля геолого-разведочных работ, проложенного несколько южнее озера Быковское (рис.22), . этой территории свойственно доминирование фускум и комплексной залежи. Так, в пункте бурения 22, залежь до 7 м сложена фускум торфом со степенью разложения 5-10 % и зольностью 2.6-3.2%, который подстилается сфагновым переходным (степень разложения 10-25%, золь-

ность 4.2-6.6%) и гипновым (степень разложения 35%, зольность 17.3%) торфами. Интересной особенностью пунктов 23 и 24 является сложение залежи комплексным и фускум торфом практически до минерального дна.

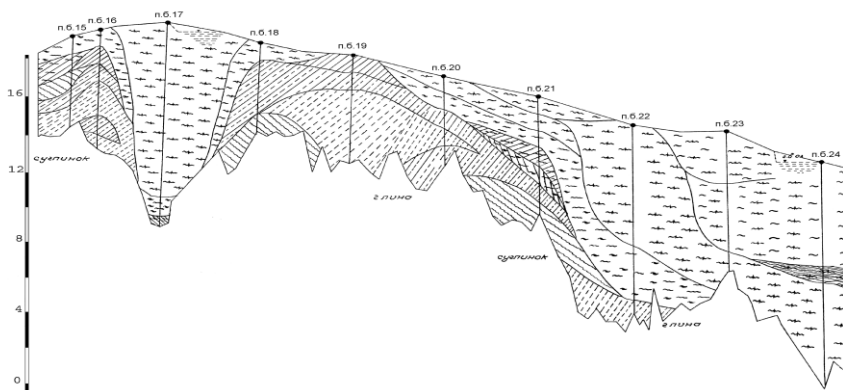


Рис.22. Стратиграфия торфяных отложений геологических проходв 1960-61гг. вблизи ландшафтного профиля (п.2. на рис.17)

Анализ стратиграфии данного профиля (рис. 22) подтверждает мнение о своеобразном характере болотообразовательного процесса Васюганского болота, обусловленного слабым стоком с водораздела и различной степенью засоленности грунтов. Примером этому служит обнаружение в одной из наиболее высоких точек болота как фускум (пункт 17), так и осоковой залежей (пункт 19). Причиной такого явления могут быть тектонические процессы, способствовавшие поднятию территории и, соответственно, заболачивающихся участков. Сток с таких участков, а также особенности материнской поверхности болота обусловили разный характер растительности и дальнейший ход болотообразовательного процесса. На одних участках процесс заболачивания начался с эвтрофных стадий. Вертикальный рост болота вызвал смену растительного покрова и переход к олиготрофной растительности. Заболачивание других участков началось сразу с олиготрофной стадии. Интенсивный прирост основных торфообразователей - сфагновых мхов (в особенности - *Sphagnum fuscum*) в таких фитоценозах обуславливает и далее наиболее быстрый рост торфа вверх. Это является причиной формирования выпуклой формы этой части профиля (превышение над краями болота в пределах изучаемого ландшафтного профиля составляет более 4.5 м).

Пространственное изменение растительности на изучаемом профиле позволяет построить следующий ряд фитоценозов (выше была показана

их корреляция с типом торфяной залежи, ее глубиной и особенностями водно-минерального питания): осинник (минеральные почвы) - вейниково-березняк - осоковый березняк - ерничково-осоковый березняк - ерничково-разнотравный березняк - осоковый, ерничково-осоковый и ерничково-разнотравный ивняк (эвтрофная растительность) - сосняк кустарничково-осоково-сфагновый (мезотрофная растительность) - сосняк кустарничково-сфагновый (олиготрофная растительность), представленный высоким, средним и низким рямом.

Продуктивность различных типов фитоценозов Васюганского болота.

На профиле была проведена оценка надземной продуктивности. Для этого растительность была срезана на уровне очеса, разделена на фракции (опад, ветошь, травы, листья кустарничков, нефотосинтезирующие многолетние органы - побеги, живые части мхов), высушена и взвешена. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Запасы фитомассы и мортмассы надземной части фитоценозов (г/м²).

Тип фитоценоза	Стебли Кустар.	Листья Кустар.	Клюква	Морошка	Осоки	Вахта	Сабельник	Хвощ	Др. травы	Мхи	Опад	Ветошь	Всего
Березово-ерничково-осоковый	197.4	19.9	-	-	80.9	11.5	45.6	14.8	1.9	80.0	56.1	120.6	628.7
Ивово-ерничково-разнотравный	182.0	6.5	5.4	-	73.2	7.8	11.5	9.5	13.2	65.7	41.8	237.6	654.2
Сосново-кустарничково-осоково-сфагновый	37.8	50.4	44.8	-	23.4	13.6	-	-	-	317	12.1	11.8	511.4
Сосново-кустарничково-сфагновый, кочка/понижение	<u>328.4</u> 274.4	<u>167.4</u> 125.4	<u>3.9</u> -	<u>4.8</u> 4.8	-	-	-	-	-	<u>385</u> 307	<u>105</u> 73.7	-	<u>995.1</u> 785.3

Анализ полученных данных позволяет заключить, что наиболее продуктивными являются фитоценозы кочек низкого ряма - 995.1 г/м² (пункт 2, рис.17). Продуктивность микропонижений несколько меньше – 785.3 г/м². Основная часть надземной фитомассы в сосново-кустарничково-сфагновом сообществе приходится на кустарнички (49.8-50.8%), при этом

их фотосинтезирующие органы составляют 16-17 % от общей продукции. Фитомасса морошки незначительна и не отличается в разных элементах микрорельефа (0.5-0.6%). Небольшой вклад в общую продуктивность сообществ кочек вносит также клюква мелкоплодная (0.4%). Существенный вклад в продуктивность растительных сообществ характерен для мхов (38.6-39.0%), что определяется их интенсивным ростом.

Мортмасса в сообществах низкого яра представлена только опадом, который составляет 9-10% общей фитомассы. Отсутствие ветоши объясняется тем, что надземные органы практически всех растений (за исключением, морошки) являются многолетними.

В мезотрофных фитоценозах отмечена наиболее низкая продуктивность – 511.4 г/м² (пункт 4, рис. 17). Основную часть фитомассы формируют мхи. Их продуктивность оценивается в 317.5 г/м², что составляет 62%. Невысокое покрытие болотных кустарничков и карликовой березы обуславливают уменьшение их роли в общей продуктивности сообществ – 26%, при этом снижается доля как фотосинтезирующих, так и нефотосинтезирующих органов. Следует отметить, что в таких фитоценозах увеличивается продуктивность клюквы болотной, фитомасса надземных органов которой достигает 44.8 г/м², что составляет 8.7%.

Появляющиеся в составе сообществ эвтрофные виды (вахта, осоки), вносят определенный вклад в их продуктивность, однако пока их участие мало – 7%. Эти листопадные виды формируют также ветошь, составляющую 2-3% надземной фитомассы и 50% мортмассы. Показатели ветоши выше, чем в олиготрофных фитоценозах, однако ниже, чем в эвтрофных, что связано с участием в растительном покрове ксероморфных болотных кустарничков. Величина опада соразмерна с массой ветоши. В целом, мортмасса сосново-кустарничково-осоково-сфагновых фитоценозов не превышает 4-5% от общей продукции.

Пояс эвтрофной растительности, представленный ивово-ерниково-разнотравным (пункт 3, рис. 17) и березово-ерниково-осоковым (пункт 5, рис. 17) фитоценозами, характеризуется продуктивностью, оцениваемой в 654.2 и 628.7 г/м² соответственно. Выявленные незначительные отличия связаны с различиями в проективном покрытии травяно-кустарничкового яруса.

В ряду ивняк – березняк увеличивается фитомасса кустарничков от 29.6 до 34.4%. Следует отметить, что, если в ивово-ерниково-разнотравном сообществе в эту группу продуктивности, помимо карликовой березы, входит клюква (0.8%) и редко андромеда, то в ерnikово-осоковом березняке ее формирует только карликовая береза, причем уча-

стие фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих органов этого вида увеличивается по сравнению с предыдущим типом сообщества. Такая же тенденция характерна и для травянистых растений, увеличивающих свое участие в продуктивности от 17.6 до 24.4 %. Из этой группы наиболее значима роль осок (11.2 – 12.8%). Доля сабельника и хвоща существенно увеличивается только в березняке, достигая 7.2 и 2.3% соответственно. Вклад в продуктивность вахты и других трав (горичник, подмаренник, калужница, папоротники) менее значим.

Моховой покров, представленный гипновыми мхами и имеющий покрытие 25 %, характеризуется низкой продуктивностью (65.7 – 80.0 г/м²). Его вклад в общую фитомассу варьирует в пределах 10.0 – 12.7 %.

В эвтрофных фитоценозах отмечена максимальная масса ветоши, составляющая 19.2 – 36.3 %. Причиной этого является листопадность видов, формирующих сообщества (за исключением, клюквы и андромеды в ивово-ерниково-разнотравном фитоценозе). Опад составляет 6.4 – 8.9 %.

Таким образом, в направлении от олиготрофных фитоценозов к эвтрофным наблюдается:

1. увеличение общей фитомассы надземной части фитоценозов,
2. снижение участия в продуктивности кустарничков и мхов,
3. увеличение фитомассы травянистых растений ,
4. увеличение мортмассы фитоценозов.

Влияние антропогенной нагрузки на структуру растительного покрова и продуктивность ямных фитоценозов. Разноплановая деятельность человека затрагивает различные аспекты функционирования природных экосистем, напрямую отражаясь в структуре растительного покрова. Рассмотрим влияние пожара на исследуемом участке среднего ярама (пункт 2, рис 17). Пожар затронул растительный покров 8 лет назад. Эта форма воздействия способствовала уничтожению древесного, травяно-кустарничкового и мохового ярусов. Спустя 8 лет отмечено возобновление древостоя (6Б4С+К), при этом большей высотой характеризуются деревья березы и сосны (1.5 – 2.5 м).

Травяно-кустарничковый ярус имеет покрытие 70 %. Его формируют багульник (*Ledum palustre*), болотный мирт (*Chamaedaphne calyculata*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), морошка (*Rubus chamaemorus*) и редко

встречающаяся черника (*Vaccinium myrtillis*). Высокая жизненность кустарничков являются следствием послепожарной минерализации растительных остатков. В моховом покрове (ОПП - 80 %) доминирует *Polytrichum strictum* (45 %), а также отмечены *Sphagnum fuscum*, *Sph. valticum* и др. Слоевища *Cladonia* sp. составляют 10 % покрытия.

Таким образом, на ранних стадиях послепожарной демутиации сосново-кустарничково-сфагнового фитоценоза в его травяно-кустарничковом ярусе доминирует багульник, в моховом - политрих обожженный.

Антропогенная нагрузка такого рода приводит не только к изменению структуры и состава растительных сообществ, но и их продуктивности (табл. 2). Своеобразный «взрыв» обилия кустарничков, имеющих многолетние надземные побеги, и индикатора пожаров политриха (*Polytrichum strictum*) обуславливают увеличение продуктивности по сравнению с естественными фитоценозами. Для обследуемого участка продуктивность составляет 2112.3 г/м². Наибольшее участие в ее формировании принадлежит, как и было показано выше, кустарничкам. Их доля составляет 42.3 % от общей фитомассы, при этом на долю стеблей приходится 27.1 %, листьев – 15.2 %. На данной стадии восстановления растительного покрова клюква отсутствует. Морошка формирует покрытие (15 %), занимая «свободную экологическую нишу», но ее участие в общей продукции незначительно – 1.2 %.

Таблица 2.

Стебли кустарничков	Листья кустарничков	Клюква	Морошка	Мхи	Опад	Ветошь
572,8	321,2	-	25,5	657,6	535,2	-

Запасы фитомассы и мортмассы надземной части болотного фитоценоза, подвергнутого влиянию пожара (г/м²).

Интенсивный рост *Polytrichum strictum* и восстанавливающих свое обилие сфагнов являются причиной значительной продуктивности мохового яруса. В общей продукции надземной части фитоценоза мхи занимают 31.1 %.

По сравнению с естественными, антропогенно нарушенные фитоценозы характеризуются также повышенными величинами опада, который находится на разных стадиях. Наиболее разложившаяся часть его осталась, по-видимому, с момента пожара. Доля опада в общей продукции надземной части фитоценоза составляет 25.3 %. Ветошь практически отсутствует.

На основании сказанного, можно сделать вывод о том, что после пожара продуктивность таких фитоценозов, охарактеризованная через надземную фитомассу, значительно возрастает (в среднем, в 2.3 раза). Наибольшая роль в ее формировании принадлежит кустарничкам и зеленым (гипновым) мхам.

Во всех пунктах БГЦ были отобраны образцы торфов на исследование химических и биологических свойств торфов, а также определены окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и температура (табл. 3).

Таблица 3.

Характеристика торфов ландшафтного профиля

Пункты	Глубина, см	Тип торфа	ОВП, мВ	Температура, °С
2	0-25	Фускум, В	481	12.9
	25-50	Фускум, В	380	7.1
	100-125	Фускум, В	326	3.6
	275-300	Фускум, В	404	-
	475-500	Фускум, В	400	-
4	25-50	сфагновый, П	288	10.1
	75-100	осоково, Н	248	7.2
	125-150	осоково-гипновый, Н	275	-
	225-250	осоково-гипновый, Н	251	-
	350-375	осоково-гипновый, Н	163	-
3	25-50	осоково-гипновый, Н	236	12.8
	100-125	осоково-гипновый, Н	247	9.5
	225-240	осоково-гипновый, Н	197	-

Примечание: В – верховой, П – переходный, Н – низинный, “-” – не определяли.

Самые высокие значения ОВП отмечались в фускум залежи (п.2, рис. 17), которые с глубиной практически не изменялись. Более восстановительные условия были характерны в торфяных залежах двух других пунктов. Причем с глубиной значения ОВП снижались и по сравнению с фускум залежью были в 2 – 2.4 раза ниже. Значения температуры, замеренные на одних и тех же глубинах, выявили, что в сфагнум залежи на глубине 1 м - самые низкие температуры – 3.6 °С.

4. СТРУКТУРА ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ

4.1. История изысканий

В конце 50-х - середине 60-х годов сложились народнохозяйственные предпосылки к усилению деятельности по изучению и практическому развитию новых направлений использования торфа. Это было вызвано совершенствованием структуры топливно-энергетического баланса, а также курсом на химизацию народного хозяйства. Это все определило резкий подъем по выявлению и изучению торфяных ресурсов.

Васюганское болото привлекало особое внимание по многим причинам. Прежде всего, конечно, обилием торфяных запасов. Немаловажным было и то обстоятельство, что осваивать Васюганское болото можно было совместными усилиями двух областей Томской и Новосибирской, на границе которых оно находилось. А к тому же считалось, что Васюганское болото расположено вблизи от промышленных и сельскохозяйственных районов, что делает перспективным комплексное использование торфа для получения ряда ценной торфяной продукции.

В программе работ по экспедиционному обследованию Васюганского болотного массива (так в 50-е годы называли торфяное месторождение Васюганское) основной целью намечаемых экспедиционных работ являлось: выявление торфяных месторождений, определение запасов и качества залежи методом проложения ряда маршрутных ходов по наиболее характерным участкам, позволяющим осуществить выявление торфяного фонда в кратчайший срок и с наименьшими затратами средств (стадия поисков торфяных месторождений). Разрабатывались также схемы маршрутных ходов, которые позволяли бы при наименьшем количестве проходов дать ожидаемый результат.

Наряду с этим, разработанная на основе научно-исследовательских и картографических материалов схема маршрутных ходов, должна была быть увязана с созданием возможных условий работы торфоразведочным партиям, учитывая большую протяженность, малонаселенность и трудную проходимость исследуемой территории.

Следует заметить, что места изысканий были просто непригодны даже для очень краткого пребывания на них. Выразительно сказал об этих местах Мельников-Печерский: “Это страшные погибельные места для небылого человека. Кто отроду первый раз попал в неведомые лесные дебри - берегись - гляди в оба”. Действительно, многие, попав один раз в это “Адово” место и выбравшись, проклинают болото и дают себе слово никогда и близко к нему не подходить. Но есть такие люди, которые влюб-

ляются в эти болота и уже на всю жизнь больше с ними не расстаются. Имя им - изыскатели.

Разработанная торфоразведчиками схема изучения Васюганского болота была представлена тремя маршрутами и охватывала всю намеченную к обследованию торфяного месторождения территорию Васюганского массива.

Маршрут № 1 должен был охарактеризовать, в основном, центральную часть Васюганского массива, на котором отмечена наивысшая точка Обь-Иртышского водораздела 146 м над уровнем моря (находится между истоками рек Омь и Бакчар).

Центральная часть основного водораздела, опоясанная горизонтально с отметкой 140 м, согласно разработанной схеме, покрывается сетью проходов в поперечном и продольном направлениях. Всего по маршруту № 1 было намечено 11 переходов и 6 заходов на водоразделы местного порядка, общей протяженностью 364 км.

Маршрут № 2 назначался с целью определения границ и качества торфяной залежи по отрогам Васюганского массива, вытянутым на местных водоразделах рек Шегарка, Икса, Бакчар и Тетеренка, входящих в бассейн реки Оби.

Два восточных отрога: под названием “Иксинское месторождение”, заключенное между реками Шегарка и Икса, имеет протяженность с юга на север 150 км; другое - “Бакчарское месторождение” - между реками Икса и Бакчар - 180 км (в настоящее время на этой территории располагается стационар Сибирского научно-исследовательского института торфа, результаты исследований которого изложены в главе 5).

Третий отрог, охватываемый маршрутом, заключен между рекой Бакчар и ее левым притоком Тетеренка и имеет протяженность 60 км.

Всего по маршруту № 2 было намечено семь переходов по торфяным месторождениям.

Маршрут № 3 предназначался для характеристики западной части Васюганского массива, для которой характерно наличие большого количества озер, занимающих здесь до 40% территории. Всего намечено 2 прохода и 6 заходов общей протяженностью 133 км.

Проведенные поисковые работы позволили наметить границы Васюганского массива, прогнозно оценить его торфяные ресурсы. Однако необходимы были дальнейшие углубленные исследования

Специальные (предварительная разведка) торфоразведочные работы на территории Васюганского болота начали проводить с 1952 г. Для осуществления этих работ институтом “Гипроторфразведка” по заданию Главторффонда РСФСР была создана западносибирская торфоразведочная экспедиция под руководством П.Е. Логинова, которая начала свои работы на Васюганском болоте.

Перед экспедицией была поставлена задача - обследовать территорию, определить площадь, размещение, запасы торфа, качественную характеристику и строение торфяной залежи.

По заданию Главного управления торфяными фондами РСФСР Васюганское болото должно было быть обследовано экспедиционным методом, который в то время представлял собой новое направление в торфоразведочном производстве. Экспедиционный метод, в свою очередь, состоял из трех этапов: **1) камерально-аналитический; 2) наземный метод съемки; 3) аэровизуальный.** Завершающим этапом работ являлась камеральная обработка материалов, полученных в результате применения всех вышеназванных методов.

Камерально-аналитический метод заключается в выявлении контуров торфяного месторождения по крупномасштабным картам. Выделение контуров Васюганского болота проводилось по картам 1:100000. Всего в 1952 г. было оконтурено 4,5 млн.га. Затем контур торфяного месторождения был перенесен на обзорную карту масштаба 1:750000, на которую были нанесены горизонтальные поверхности сечением в 10 м для выявления рельефного положения выделенного Васюганского болота. Эта карта явилась основой для проектирования маршрутов наземной и аэровизуальной съемки.

Метод наземной съемки заключался в проходах по запроектированным маршрутам с выполнением съемочных (перенесение в натуру намеченных переходов), зондировочных, торфмейстерских, геоботанических и других работ (описание древесного и растительного покрова, подсчет процентного покрытия площади торфяного месторождения озерами, мочажинами и грядами, описание пересекаемых маршрутными ходами рек и многое другое).

И, наконец, **аэровизуальный метод** съемки проводился по специально запроектированным маршрутам с самолета. Сущность метода заключается в установлении закономерностей развития болота на больших площадях. На примере Томской области ранее это было сделано Л.В. Шумиловой [106], неопубликованные работы которой явились отправным пунктом в деятельности экспедиции [108].

Этот метод позволял заполнить те территориальные пробелы сведений об огромном Васюганском болоте, которые не были охвачены наземными маршрутами, ввиду разряженности последних. Аэровизуальная съемка была выполнена также в 1952 г по 18 маршрутам с общей протяженностью 1318 км. Съемка по маршрутам проводилась на самолете ПО-2 с высоты 200 м при скорости полета от 100 до 135 км в час. Особо следует отметить, что в практике торфоразведочных работ при обследовании Васюганского болота этот метод был применен впервые. Предполагалось, что подробное описание “вида сверху” позволит выделять на абрисе типовые участки на местности в соответствии с выделенными растительными группировками. При этом использовались рекомендации профессора С.Н. Тюремнова и его классификация торфоболотных растительных группировок, обнаруживаемых с воздуха и характерных для того или иного участка Васюганского болота.

Изыскатели болот чувствовали романтику особенно остро, когда в тяжелых условиях необходимо было жить от одного месяца и более. На проложенных наземных маршрутах приходилось преодолевать водные препятствия, малопроходимые, обширные по площади мочажины и ночевать на топких болотистых местах. **П.Е. Логинов** [59] в своем описании рассказывает о работе первооткрывателей Васюганского болота. За период работы экспедиции особенно отличился **В.Д. Марков**, который со своим отрядом первым пересек Обь-Иртышский водораздел - от с. Вершина Новосибирской области до с. Писега Томской области, общей протяженностью 116 км, сплошь по Васюганскому болоту с грядово-мочажинно-озерковыми комплексами. Большой вклад в изучение болота внесли **А.В. Предтеченский, И.Г. Добруцкая, А.Ф. Нагайцева, А.К. Филатов**, которые обязательно должны остаться в памяти людей.

Нельзя не упомянуть переход на Обь-Иртыш-Васюганском между-речьях прекрасных людей и хороших организаторов **Г.А. Брагина, В.Г. Кузьмичева и А.А. Григорьева**. За четыре месяца они преодолели на моторных лодках реки протяженностью 1000 км и достигли верховий рек Б.Югана и Б.Сальма, пройдя труднейшие по проходимости переходы, при этом выполняя нивелировочные работы.

Определение площади и название исследуемой территории - это тоже своя история. В 1952 году, когда были описаны границы впервые разведанного торфяного месторождения, входящие в эти площади торфяные месторождения были объединены названием Васюганский торфяной массив. Приведем описание Васюганского болота из отчета 1952 года, как его видели исследователи: “отдельные участки, выделившиеся границами промышленной залежи, в той или иной степени органически связаны с

общим массивом (Васюганское болото – прим.ред.), так как с последним их разделяет или заболоченность, или мелкозалежные торфяные площади. Все вместе рассматривалось нами как одно целое болотное пространство “ . В этом же 1952 году была определена площадь Васюганского болота в нулевых границах 4702682 га.

Начиная с 1952 по 1976 г. отдельные участки торфяного месторождения Васюганское подвергались различным видам разведок (рис. 23).

Предварительная разведка была выполнена на следующих участках:

-Южный участок, разведан Новосибирским отделением института “Росторфразведка” и Свердловским отделением “Гипроторфразведка” в 1952-1960гг.;

- Участок “ Тара-Гартасское” разведан Новосибирским отделением в 1950 г.;

- Восточный участок I- очередь, разведан в 1964-1965гг. Горьковским отделением института “ Гипроторфразведка”;

- Участок “ Кайтас” - Горьковским отделением в 1964году;

- Восточный участок II- очередь, разведан в 1965-1968гг. Горьковским отделением;

- Участок 22, разведан в 1975г. Горьковским отделением.

Поисково-разведочные работы были проведены Новосибирской геолого-поисковой экспедицией с 1975 по 1976гг. на следующих участках: участок 20, участок 5, участок 6, участок 7. Последние три участка находятся в границах Восточного участка I- очередь, разведанного в 1964-1965 годах. Кроме того, Новосибирским отделением института “Росторфразведка” в 1952, были выявлены прогнозныe запасы торфа - 12911931 тыс. т. на площади в границе промышленной глубины торфяной залежи - 2998970 га.

Этот период разведок был уже чуть легче, так как были отработаны методики работ и изыскатели обследовали уже частично изученную прeддущими исследователями площадь Васюганского болота.

С принятием в 1982 году Продовольственной программы СССР на период до 1990 года были определены новые задачи геологов – разведчиков: усиление геологоразведочных работ по расширению базы агрохимического сырья. Торф, торфовивианиты, сапропели, болотные мергели, известняки, цеолиты, мелкие и средние по масштабам месторождения фосфоритов - это был тот резерв агрохимического сырья, на который можно было

ориентировать добывающую промышленность в ближайшие годы. Главное место среди агрохимического сырья отводилось торфу и болотным образованиям. Почти 70 % запасов торфа России сосредоточено в Западной Сибири. Поэтому началось детальное изучение торфяных ресурсов этого региона.

Детальной разведкой было охвачено и торфяное месторождение Васюганское. С 1983 года начались детальные исследования участка 5 у с. Красный Бакчар; в 1987-88гг. - участка 5 у с. Плотниково; в 1990- участка 22; в 1993г - Юго-Западного участка (торфяное месторождение Тартагасское).

4.2. Торфяной фонд и его структура

Совокупность климатических, почвенных, географических, геологических условий и др. природных факторов определяла особенности процесса торфонакопления на Васюганском болоте:

- а) широкий масштаб заболачивания территории, при котором торфяной залежью покрыты не только пониженные элементы рельефа, но и водораздельные пространства. Так согласно М.И. Нейштадту [71] агрессивность заболачивания на Васюганском болоте очень высокая. В среднем ежегодно заболачивается 1 800 га. Поэтому 25 % территории Васюганского болота приходится на заболоченные участки, возраст которых не превышает 500 лет при нижнем пределе возраста 9 000 лет;
- б) разнообразие стратиграфического строения.

Совершенствование методов геологической разведки позволило развить научные исследования по изучению качественных свойств торфов и торфяной залежи торфяного месторождения Васюганское. А это, в свою очередь, привело к определению направлений использования торфяных ресурсов месторождения.

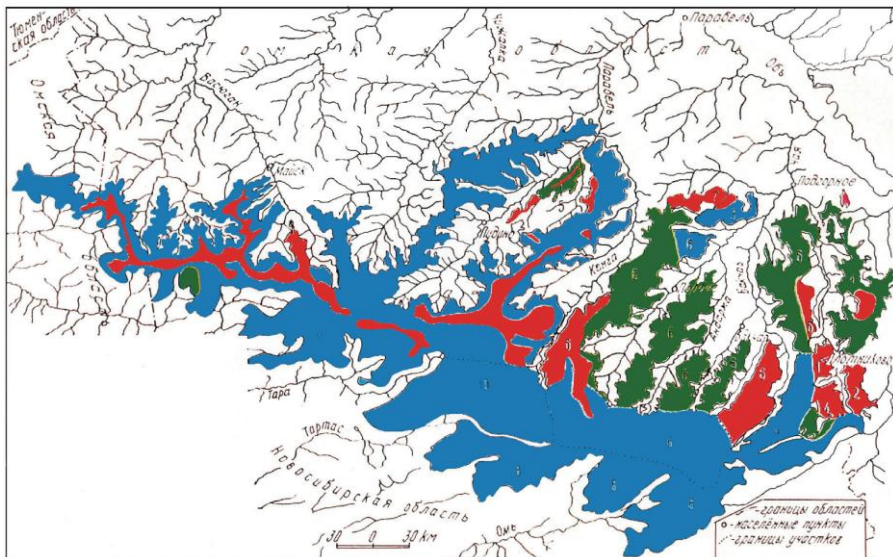


Рис.23. Торфяное месторождение Васюганское

Все проведенные исследования и изыскания по Васюганскому болоту позволяют нам иметь достаточно четкое представление о структуре торфяных ресурсов. Геологи периодически пересматривают структуру, что связано с изменением кондиций и ГОСТов. Поэтому за основу при анализе торфяных ресурсов месторождения Васюганское нами приняты результаты подсчета геологических запасов на 01.01.96 г.

Площадь в нулевой границе торфяного месторождения Васюганское составляет 5 269 437 га, из них 1 945 007 га или 36.9% относится к разведанным и 63.1 % или 3 324 430 га приходится на прогнозные ресурсы (табл.4).

Таблица 4.

Характеристика торфяного фонда на 01.01.1996 г.

Категория разведки запасов торфа	Площадь в нулевой границе, га	Площадь в промышленной глубины залежи, га	Запасы торфа, 40 % влажности	
			тыс.т	%
Всего,	5269437	4863380	18728527	100
в том числе:				

а) Разведанные	1945007	1559983	-	-
б) Прогнозные	3324430	3303397	-	-
Балансовые				
А			92944	0.5
В			40156	0.2
А+В			133100	-
С₁			2180698	11.6
С₂			2470206	13.2
Всего:			4784004	25.5
Балансовые			-	-
Забалансовые			31053	-
Прогнозные,			13944523	74.5
в том числе:			-	-
Р₁			1161677	6.2
Р₂			1278903	68.3

Примечание: А, В, С₁, С₂, Р₁, Р₂ – см.раздел 4.2.

Запасы торфа, как и запасы других твердых полезных ископаемых, согласно классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых по степени изученности подразделяются на разведанные (категории А, В и С₁) и предварительно оцененные (категория С₂). Прогнозные ресурсы по степени их обоснованности подразделяются на категории Р₁, Р₂ и Р₃.

В соответствии с Классификацией твердых полезных ископаемых, запасы торфа по их народнохозяйственному значению делятся на 2-е группы:

- **Балансовые запасы**, использование которых, согласно установленным кондициям экономически целесообразно;

- **Забалансовые** - некондиционные запасы, использование которых в настоящее время нецелесообразно, но в дальнейшем они могут быть переведены в балансовые.

На торфяном месторождении (т.м.) Васюганское определены две категории прогнозных групп Р₁ и Р₂.

Прогнозные ресурсы по Р₁ выявляются в результате проведения под-стадии детальных поисков. Сюда относят ранее разведанные т.м., запасы которых при переоценке отнесены к прогнозным ресурсам и новые т.м., на которых объем выполненных работ не позволяет произвести подсчет

запасов по категории C_2 ;

Прогнозные ресурсы P_2 – это ресурсы, выявленные при общих поисках, оценка которых сделана на основе аналогов с другими торфяными месторождениями.

Заметим, что геологоразведочные работы на торфяном месторождении выполняются постадийно:

I- стадия - поиски торфяных месторождений, то есть выявление т.м., заслуживающих в последующем постановки разведочных работ (P_2 , P_1 , C_2);

II- стадия - предварительная разведка, проводимая на т.м., для определения целесообразности его промышленного или сельскохозяйственного использования и для обоснования постановки детальных разведочных работ (C_1);

III- стадия - детальная разведка, проводимая с целью получения данных для составления проекта эксплуатации месторождения (А).

Площадь т.м. Васюганское в промышленной глубине залежи – 4 863 380 га, или 92.2 % от площади в нулевой границе (см. табл.4).

Под границей промышленной глубины торфяной залежи понимается условная единица, проводимая по определенной глубине торфяной залежи. В пределах контура промышленной глубины залежи осуществляется подсчет запасов торфа. Нулевая граница - вся площадь торфяного месторождения, включая оторфованную и неотрфованную части месторождения.

На торфяном месторождении Васюганское сосредоточено 18 728 527 тыс. т или 18.7 млрд. т торфа, что составляет 16 % от запасов всего Западно-Сибирского региона. Из них разведано 25.5 %, в том числе по категории запасов: А – 92 944 тыс. т (0.5 %), В – 40 156 тыс. т (0.2 %), C_1 – 2 180 698 тыс. т (11.6 %), C_2 – 2 470 206 тыс. т (13.2 %, рис. 24б). Преобладающая залежь из общих запасов на т.м. Васюганское - низинная (56.4 %), верховая составляет 25.9 %, остальные запасы относятся к переходным и смешанным, всего 17.7 % (рис. 24а).

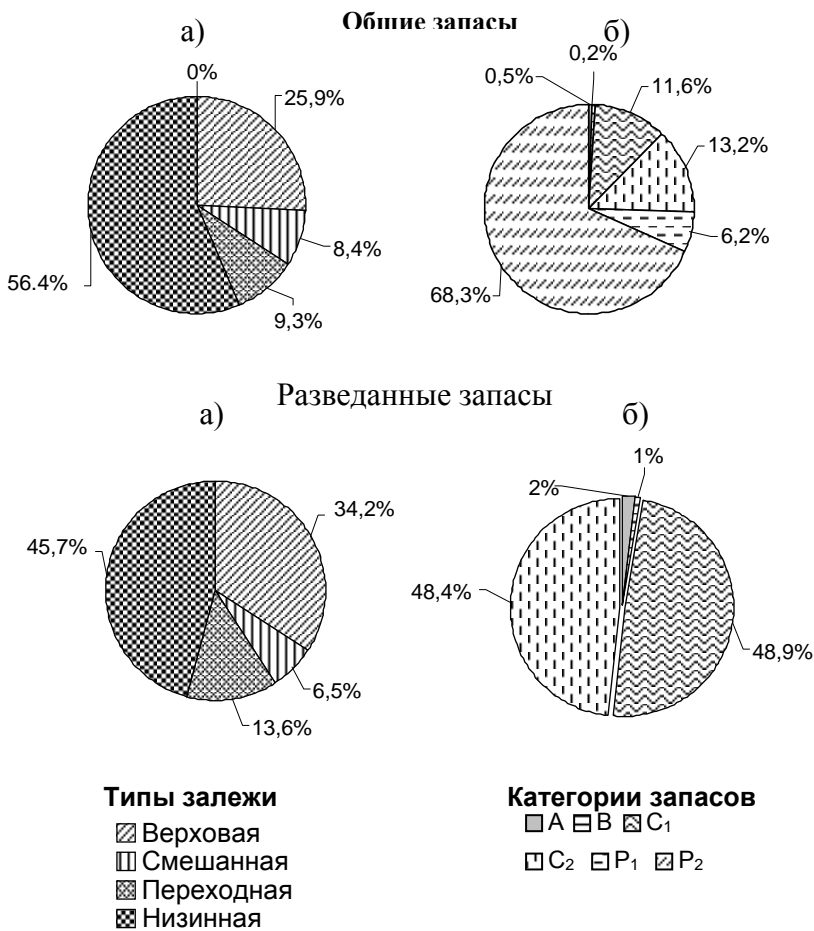


Рис.24. Характеристика торфяных ресурсов Васюганского болота а)- тип залежи, б) категории запасов.

Если проанализировать только разведанные запасы торфа, то картина несколько меняется. Всего разведано 11 участков с общими запасами торфа 4 784 004 тыс. т (табл.5) с преобладанием категории запасов C₁ и C₂, соответственно 48.9 % и 48.4 % (рис. 24). В разведанных торфяных

ресурсах по сравнению с общими запасами изменилось также соотношение типов залежей. Так на 8.3 % увеличились запасы верховой и на 4.3 % переходной залежей. Соответственно уменьшились запасы низинной залежи

Таблица 5.

Характеристика разведанных торфяных ресурсов на 01.01.96 г.

Наименование участка	Площадь, га в		Запасы торфа, тыс. т					
	нулевой границе	границе промышленной глубины залежи	балансовые				забалансовые	всего
			A	B	C ₁	C ₂		
Восточный участок (участок 5, Красный Бакчар)	25319	12411	19943	4879	10802	-	532	35624
Восточный участок (участок 6, Плотниково)	74687	57070	-	-	156752	-	2937	156752
Восточный участок (участок 5, Плотниково)	26470	18210	29052	23202	-	-	1062	52254
Участок 22	14917	12215	38462	12075	-	-	874	50537
Восточный участок I-очередь	360829	238805	-	-	-	754909	16889	754909
Участок Югинское Пудино г. Кедровый	11805	10100	-	-	58203	-	5215	58203
Восточный участок II-очередь	788829	634941	-	-	2047689	-	771	2047689
Участок 20	27820	17725	-	-	50996	-	-	50996
Южный участок	580230	534075	-	-	-	1513281	716	1513281
Участок 7	1506	397	-	-	-	900	-	900
Юго-западный участок т.м. Тара-	32595	24034	5487	-	13008	44364	2057	62859

Тартасское								
Итого по месторождению	1945 007	1559983	929 44	4015 6	2337 450	2313 454	3105 3	4784 004

Примечание: А, В, С₁, С₂ – см.раздел 4.2

Забалансовые запасы на т.м. Васюганское составляют 31 053 тыс. т (табл. 5). По разведанным участкам в таблице 5 и на рисунке 25 приводится более подробная информация о разведанных запасах торфа. Только на 3-х разведанных участках запасы верхового торфа составляют больше половины общих запасов участка, на остальных же преобладает низинный тип. Отсюда можно сделать выводы о предполагаемом направлении использования торфов т.м. Васюганское.

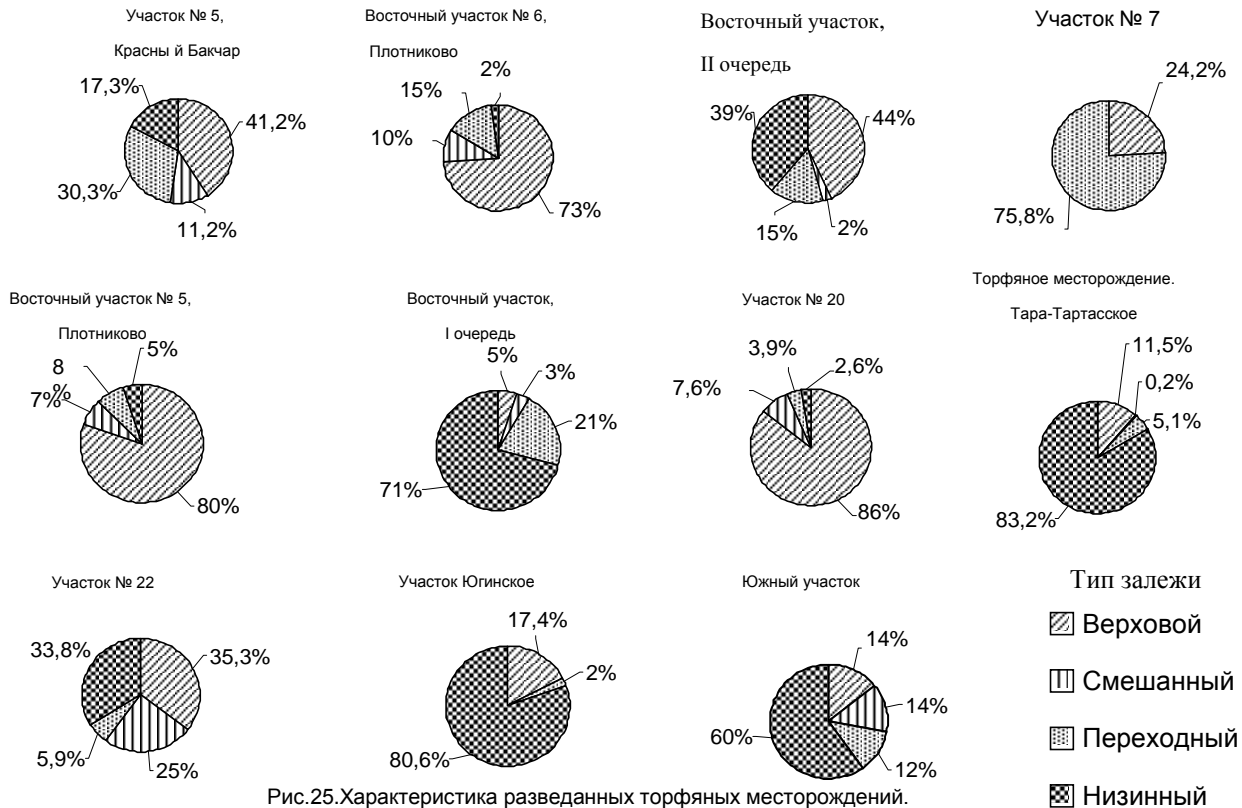


Рис.25.Характеристика разведанных торфяных месторождений.

Известно, что территория т.м. Васюганское, располагаясь в южной части Западно-Сибирской равнины, относится по степени изученности запасов торфа, как и вся Западная Сибирь, к району слабо изученных запасов торфа. Однако это в большей степени относится к торфяным ресурсам всей Западной Сибири, в то время как т.м. Васюганское постигла лучшая участь, и разведанные запасы на этом месторождении достигают 25.5 %, а по площади разведанные запасы располагаются на 36.9 % от всей площади месторождения.

Заслуживает внимание тот факт, что детальная разведка т.м. Васюганское отчасти обязана особому вниманию, проявляемому всей страной в те времена к Западной Сибири.

Примечательно, что в 1956 году был открыт Колпашевский железорудный бассейн (запасы 300 млрд. т), что послужило основанием к расширению поисковых работ. Данные разведки свидетельствовали о широком площадном распространении железных руд в районе р. Бакчар в направлении к югу и востоку от нее (предварительные запасы оценены в 11 млрд. т). В этом же районе было обнаружено залегание руд марганца, ильменита, циркона. Совместное (по площади) залегание больших запасов железных руд с месторождениями торфа огромного Васюганского торфяного массива явилось основанием к дальнейшей углубленной оценке торфяной залежи, в первую очередь с целью выделения запасов торфа, пригодных для получения металлургического топлива.

И другое обстоятельство. В это же время решался вопрос о переброске стока северных рек в Среднюю Азию. Подсчеты показали, что при осушении территории (в т.ч. и торфяного месторождения Васюганское) из болот будет изъято еще дополнительных 60-80 км³ воды. Таким образом, вопрос осушения т.м. Васюганское решался в одном плане с проблемой орошения засушливых районов юга. В то далекое время исследователи и изыскатели были уверены, что решение проблемы всестороннего использования западносибирских торфяных месторождений - дело ближайших лет. А началом их освоения будет т.м. Васюганское.

Все это послужило толчком к детальному изучению геологами самого большого в мире торфяного месторождения, так как при геологоразведочных работах выполняются торфоисследовательские, гидрогеологические, химические и другие работы, позволяющие определить характеристику торфов и торфяной залежи, установить особенности стратиграфии, тепло-технические, физико-механические и геохимические свойства торфа, характер подстилающих грунтов. Полученные ими результаты позволяют иметь четкое представление о возможности и способе осушения торфяного месторождения, а по химическим свойствам торфов и их запасам - определить направление использования.

4.3. Содержание углерода

В настоящее время большое внимание уделяется изучению причин нарушения баланса углерода, так как это может привести к изменению климата с соответствующими последствиями. Немаловажная роль в этих процессах отводится торфяным болотам. Ранее этот вопрос более подробно рассмотрен нами в книге “Болота Западной Сибири, их роль в биосфере” (1998г). Здесь же мы приведем только результаты определения запаса депонированного углерода в Васюганском болоте.

Общие запасы торфа России составляют 275 млрд. т они депонируют в себе 118.1 млрд. т углерода, в том числе Западно-Сибирский регион – 42.3 млрд. т [32]. Причем авторы предполагают, что точность определения запасов углерода торфяных болот равна $\pm 20-30\%$.

Для повышения же достоверности информации о депонированном углероде в болотных экосистемах необходимо уточнение их площадей, исследование физико-химических свойств торфяных залежей и направленности процесса трансформации органического вещества торфов в деятельном аэробном слое и в условиях анаэробного разложения.

Нами проведены расчеты по определению депонированного углерода в Васюганском болоте. Расчеты запасов торфа и общего углерода выполнены по разведанным и прогнозным запасам с учетом типа залежи по каждому участку Васюганского болота (табл. 6). При этом учитывалась объемная масса всех типов залежей. Известно, что содержание углерода в торфах России варьирует в пределах 34-65%. Западносибирские торфа характеризуются индивидуальными особенностями элементного состава. Поэтому для получения средних значений углерода по типам залежей за основу были взяты данные анализа элементного состава большого количества образцов (до 3000 западносибирских торфов [50]) и просчитаны средние значения углерода для низинных торфов - 55.3%, переходных - 56.03%, верховых и смешанных - 55.5%.

Таблица 6.

Запасы депонированного углерода

Наименование участка	Абсолютно сухая масса торфа, тыс. т	Углерод, тыс. т
Участок 5 Красный Бакчар	19214.4	10687.5
Восточный участок №6 Плотниково	87324	48524.8

Восточный участок №5 Плотниково	29213.5	16221.7
Участок № 22	19579.9	10873.2
Восточный Участок I очередь	402270.2	223188.1
Участок Югинское	32166.7	17805.2
Восточный Участок II очередь	1076333.6	597421.7
Участок № 20	28094.6	15596.3
Южный участок	779407.4	432181.9
Участок № 7	470	262.6
Торфяное месторождение Тара-Тартасское	69945.9	18129.3
Прогнозные запасы	6689509.4	3704674.8
Всего по Васюганскому месторождению	9233529.6	5095567.1

Проведенные расчеты показали, что содержание депонированного углерода в Васюганском болоте составляет 5 095 567.1 тыс.т или 5.1 млрд. т или 12% от депонированного углерода в торфяных залежах всего западно-сибирского региона и 4.4 % - России.

4.4. Свойства торфов и направления использования

В настоящее время накоплен большой фактический материал по видовому анализу образцов торфа, их степени разложения и зольности (3572 образца, [30]). Это дает возможность выявить особенности торфов и торфяных залежей Западной Сибири, их видовой состав и физико-химические свойства, а также разработать вариант генетической классификации видов торфа и видов строения торфяной залежи для Западной Сибири, которая реализована и разработана в [50, 68] на основе анализа состава растительного волокна торфа почти 100 000 образцов, отобранных на 1 400 месторождениях Западной Сибири. В предлагаемую классификацию вошло 85 видов торфа, в том числе 44 вида низинного, 25 переходного, 16 верхового типов.

В волокне торфов Западной Сибири в отличие от торфов европейской

части России, кроме остатков сосны, ольхи и березы, присутствуют древесные остатки кедра, лиственницы, пихты. А в травяной части волокна торфа, кроме остатков осок, общих с европейской частью России – осоки: нитевидная, вздутая, топяная, двутычинковая, омская, дернистая, весьма часто встречается осока шаровидная, осока острая, осока Буксбаума.

К особенностям сфагнувой части волокна западносибирских торфов можно отнести присутствие остатков таких сфагновых мхов, как сфагнум Линдберга, сф. Онгстрема, сф. компактный. Господствующим видом сфагнувого мха является сфагнум фускум, составляющий до 50-100% волокна образцов торфа верхового типа. При этом присутствие этого вида мха является постоянным также и для торфов переходного и низинного типов, в то время как, широко распространенные в торфяных залежах Европейской части России мхи сф. магелланикум и сф. узколистный имеют в ботаническом составе торфов Западной Сибири весьма подчиненную роль. Из низинных сфагновых мхов важно отметить частое присутствие в волокне западносибирских торфов сф. Валсторфа. В моховой части волокна торфов низинного типа интересно отметить присутствие таких видов зеленых мхов, как *Drepanocladus Lycopodioides*, составляющего в отдельных образцах торфа до 50-60% волокна.

Флористические особенности растительного покрова торфов Западной Сибири, природные факторы, сопутствующие процессу торфообразования, определили и особенности химического состава западносибирских торфов. Так, например, западносибирские торфа богаты азотом, меньше содержат серы, они богаче воднорастворимыми и легкогидролизуемыми веществами, имеют пониженное соотношение гуминовых кислот и фульвокислот (ГК/ФК).

Каждое торфяное месторождение может иметь в своем составе много видов торфов. В предыдущих главах показано, что верховая залежь на торфяном месторождении (т.м.) Васюганское имеет 25% всех запасов, низинная - 56.4%; 8.4% приходится на смешанную и 9.3% – на переходную залежи. Такое разнообразие типов залежей объясняется условиями образования, когда отдельные торфяные месторождения в этой зоне в процессе своего развития постепенно сливались, образуя один крупный торфяной массив. Поэтому в торфяной залежи т.м. Васюганское заложен большой потенциал ценного сырья.

Воспользуемся результатами исследований, проведенными Проблемной научно-исследовательской лабораторией горючих ископаемых Томского политехнического университета [2], по составу и свойствам типичных видов торфов т. м. Васюганское, а также в дальнейшем дополним результаты этих авторов исследованиями из геологических отчетов, вы-

полненных непосредственно по конкретным участкам этого месторождения. Для характеристики свойств типичных торфов авторами были отобраны смешанные пробы, каждая отбиралась в 3-4 пунктах, из середины генетического слоя торфяной залежи. Ботанический состав и степень разложения были определены по ГОСТ 28245-82, зольность и элементный состав по ГОСТ 11306-83, 2408.1-88.8606-72, 2408.2-75, групповой состав - по методу Инсторфа (вариант экстракции бензолом).

Нами для характеристики химического состава были отобраны торфа, имеющие отношение к рассматриваемой территории (табл. 7).

Таблица 7.

Общетехнические свойства и элементный состав типичных видов торфов

Вид торфа	Число образцов	Степень разложения, %	Зольность, %	Элементный состав, % на горючую массу торфа				
				C	H	N	S	O
<i>Верховой тип</i>								
Фускум	6	7	1.6	53.5	5.89	1.26	0.15	39.2
Магелланикум фускум	3	7	2.5	53.0	4.81	1.09	0.14	41.0
<i>Переходный тип</i>								
Осоковый	3	35	5.1	57.8	6.08	2.75	0.21	33.2
<i>Низинный тип</i>								
Осоково-гипновый	2	35	8.8	57.0	5.76	4.10	0.44	32.7

К типичным торфам исследуемой территории авторы отнесли те торфа, встречаемость которых выше 3%. *Под встречаемостью того или иного вида торфа подразумеваются процентные отношения количества зарегистрированных на данной территории образцов данного вида торфа к общему количеству исследуемых образцов торфа для этой территории.*

Таким образом, на т.м. Васюганское выделено 10 видов торфа:

3 вида верхового типа – фускум, магелланикум, комплексный;

4 вида переходного типа – осоковый, шейхцериевый, шейхцериево-сфагновый, сфагновый;

3 вида низинного типа – осоковый, осоково-гипновый, гипновый.

Фускум и магелланикум-фускум торфа характеризуются низкой степенью разложения (5-10%) и низкой зольностью. Особенностью элементного состава является низкое содержание С, N, H, S (табл. 7).

В групповом составе преобладают воднорастворимые и легкогидролизуемые вещества (табл. 8). В связи с низкой степенью разложения в рассматриваемых верховых торфах содержание гуминовых веществ низкое. Такой торф пригоден для производства кормовых дрожжей, осажаренного торфа, кормового сахара, углеводно-протеинового корма для животноводства, а также ряда товаров народного потребления: торфяные питательные брикеты, торфоминеральный грунт “Фиалка”, торфоблоки субстратные, торфяные полые горшочки, микропарники, торфодерновые ковры.

Таблица 8.

Групповой состав типичных торфов

Вид торфа	Число образцов	Групповой состав, % на горючую массу торфа						
		<i>биту-мы</i>	<i>ВРВ</i>	<i>ЛГВ</i>	<i>ГК</i>	<i>ФК</i>	<i>Л</i>	<i>Ц</i>
<i>Верховой тип</i>								
Фускум	6	4.2	4.0	46.8	13.6	17.3	6.5	7.6
Магелланикум фускум	3	3.4	3.4	39.7	12.9	18.6	8.5	11.7
Переходный тип								
Осоковый	3	6.5	3.6	25.6	33.8	15.1	15.4 (Л+Ц)	
Низинный тип								
Осоково-гипновый	2	3.7	3.4	32.8	33.8	15.6	8.4	2.3

Примечание: ВРВ – воднорастворимые вещества; ЛГВ – легкогидролизующиеся вещества; ГК – гуминовые кислоты; ФК – фульвокислоты; Л – лигнин; Ц – целлюлоза.

Осоковый переходный торф характеризуется достаточно высокой степенью разложения и небольшой зольностью. Элементный состав отличается высоким содержанием азота и повышенным – серы. В групповом составе заметно выше содержание битумов и соответственно повышено содержание воднорастворимых и легкогидролизующихся веществ. Такой торф может представлять интерес для химической переработки, в частности, для получения таких ценных продуктов, как монтан-воск и активированные угли.

Низинный осоково-гипновый торф имеет высокое содержание азота и серы, характеризуется низкими выходами битумов, легкогидролизующихся веществ и высоким содержанием гуминовых кислот. Такой торф является сырьем для получения гуминовых препаратов, активированных углей, биостимуляторов.

Геологами на т.м. Васюганское проведена оценка сырьевых свойств запасов торфа для производства различных видов торфяной продукции. На каждом разведанном участке, как упоминалось выше, отбирались пробы торфов для проведения анализов и просчитывались возможные направления использования балансовых запасов торфа. В таблице 9 приведены обобщенные сведения по всему месторождению, основанные на результатах химического состава торфов всех разведанных участков.

Торфяные ресурсы т.м. Васюганское, как следует из анализа таблицы 9, представляют широкие возможности для получения разнообразной продукции широкого ассортимента. Огромные запасы торфа (18.7 млрд. т) Васюганского массива создают благоприятные перспективы для развития крупнейших современных предприятий по комплексной химической и биохимической переработке торфа.

Таблица 9.

Возможные направления использования разведанных запасов торфа торфяного месторождения Васюганское, в % от запасов участка

Наименование участка, общий запас торфа, 40% влажности, тыс.т	Торфоизоляция	Подстилка	Гидролизная продукция	Воска	Кокс, активированные угли	ГК и препараты	Топливные брикеты	Коммунальное топливо	Удобрения торфяные
Участок 5 у с. Красный Бакчар 36156	27	27	25	-	-	65	72	68	73
Участок 6 у с. Плотниково 159689	34	41	41	-	-	50	55	55	59
Участок №5 у с. Плотниково, 53316	39	46	46	0.4	0.4	46	49	52	54
Участок №22 51411	17	23	-	-	31	73	76	76	77
Участок Югинский 63418	9	11	9	-	-	49	79	79	89
Восточный участок*II очередь 2048460	-	21	21	-	-	73	51	68	73
Участок №20 50996	33	42	42	3	3	51	54	55	58

Так, для получения кормовых дрожжей на предприятии с производственной мощностью 10-15 тыс.т в год требуется до 9 млн. т торфа; подстилки (с мощностью 10 тыс. т в год) – 0.6 млн. т; для получения продуктов гидролизного производства – 5.5 млн. т; топливных брикетов (с мощностью 30 тыс. т) – не менее 1 млн.т торфа. Если сопоставить эти потребности с запасами торфа т.м. Васюганское, то длительность эксплуатации в случае полного использования торфяных ресурсов этого месторождения растягивается до 200 тыс. лет. Ресурсы торфа, пригодные для использования в топливно-энергетических целях и для производства торфяных удобрений, по сути неисчерпаемы. Это ни в коем случае не означает, что мы призываем к использованию этого огромного торфяного болота только в

хозяйственных целях. Конечно же нет, но, надо полагать, частичное использование его резервов для производства торфяной продукции возможно и, в особенности, в тех местах, где развита инфраструктура или, наоборот, где ее практически нет, но еще сохранились поселки и есть возможность обеспечить людей работой, а регионы – продукцией из торфа, в том числе и дешевым местным топливом.

Например, производство гранулированного торфа на топливо в полевых условиях характеризуется многими положительными свойствами по сравнению с производством из фрезерного торфа [19]. Это низкая энергоемкость и металлоемкость, большая насыпная масса, хорошая сыпучесть и многие другие свойства. Небольшие размеры гранул позволяют механизировать и стабилизировать процесс сгорания. А это приводит к повышению эффективности отопительных устройств и значительной экономии топлива. Для гранулированного торфа разработано специальное топочное устройство. Такое топливо может быть использовано и для отопления и для бытовых нужд.

Известно более 40 видов торфяной продукции. В условиях отдаленных поселков, кроме бытового топлива, можно получать широкий ассортимент органоминеральных удобрений, осахаренный торф (корм для скота), подстилку и многое другое.

Но, вместе с тем, нельзя оставить мечту о создании на базе т.м. Васюганское крупнейшего современного торфохимического комбината на участке, тщательно подобранном экологами, экономистами и другими специалистами. Для этой цели на 25.5% территории проведена разведка и имеются самые подробные сведения по природным условиям и характеристике торфов. Следовательно, есть о чем поговорить и поспорить, но обоснованно.

4.5. Характеристика разведанных участков

Продолжая обсуждение свойств торфов, слагающих торфяную залежь Васюганского болота, начатое в предыдущей главе, заметим, что в изучении мировых ресурсов торфа наблюдаются 2 основных направления:

Первое - выявление физико-географических особенностей процессов торфообразования; фитоценологическое, палеоботаническое, палинологическое изучение, разработка принципов классификации видов торфа и торфяных залежей, создание основ районирования и картографии торфяных ресурсов как одного из слагаемых компонентов географической среды. Направление это можно рассматривать как эколого-географическое.

Второе - это выявление наиболее достоверных данных о запасах тор-

фа, оценка их потенциальной значимости и перспективности наиболее рационального использования. Это направление можно рассматривать как ресурсное и торфяное болото при этом рассматривается как торфяное месторождение. И если в предыдущей главе мы приоритетно рассматривали Васюганское болото как ресурс, то здесь попытаемся совместить оба направления на примере 2-х разведанных участков, один из которых находится в восточной (участок 5 у с. Красный Бакчар, Томской области) и другой - в южной (торфяное месторождение Тара-Тартасское, Новосибирской области) частях Васюганского болота (см. рис. 23).

4.5.1. Участок 5 у с. Красный Бакчар

Детальная разведка проведена геологоразведочными партиями Горьковской геологоразведочной экспедиции ПГО “Торфгеология” с 1983 по 1985 гг. на основе предварительной разведки 1964-1965 гг.

В результате детальной разведки были получены уточненные данные о площади разведанного участка, запасах торфа и его свойствах (табл.10). Разведанная территория расположена на водораздельном плато между средними течениями рек Бакчара и Иксы (рис. 26).

Таблица 10.

Характеристика площадей участка

Наименование площадей	Площадь, тыс.га.	Средняя глубина торфяной залежи без очеса, м.	Объем торфа-сырца (без очеса) ³ , тыс. м ³
По разведанному участку в границах промышленной глубины залежи	12411	1.95	242605
Под канавами	77		
Под суходолами	1240		
Под окрайками	4190		
Всего по разведанному участку	17918		

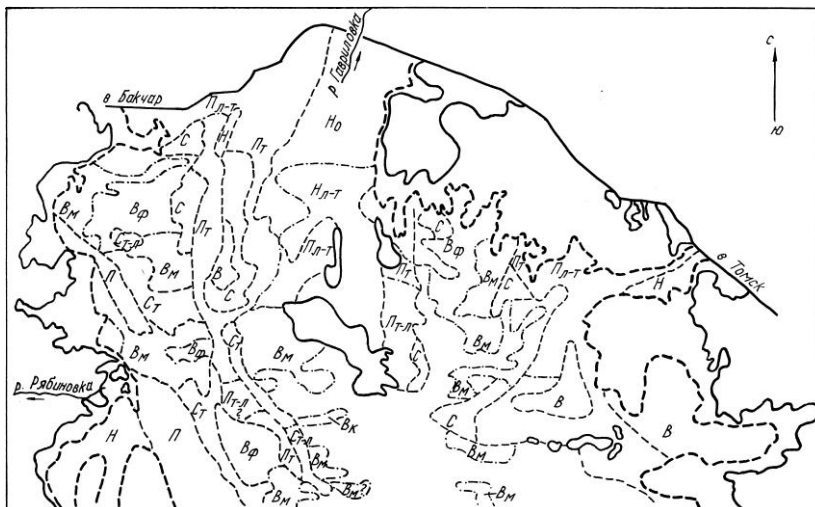


Рис.26. План торфяного месторождения (участок №5 у с.Красный Бакчар).

Нам представляется интересным, первоначально уделить внимание отдельным факторам торфообразования данного участка.

Протяженность участка с севера на юг 1.5–8.8 км, в широтном направлении 3.6–19.0 км. Отметки участка изменяются в пределах 110.9-122.1 м.

На исследованном участке выделяются: водоносный горизонт современных болотных отложений; водоносный комплекс четвертичных озерно-аллювиальных отложений; водоносный комплекс палеогеновых отложений.

Остановимся на характеристике водоносного горизонта болотных отложений.

Водовмещающими породами являются низинные, переходные и верховые торфа, характеризующиеся широким разнообразием фильтрационных свойств. Воды, приуроченные к торфам, являются безнапорными, их уровень находится на глубине 0.1-1.0 м, чаще 0.2 м. Средняя мощность водоносного горизонта болотных отложений составляет 1.9 м. Воды по химическому составу - гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, слабуминерализованные (48.8-276.9 мг/л), от сильнокислых до слабощелочных (рН 3.5-7.4), от очень мягких до умеренно жестких (общая жесткость 0.1-4.0 мг-экв) с большим содержанием органических веществ (окисляемость 31.21-159.98 мг/л). Для гидрокарбонатно-натриевого типа вод, по сравнению с гидрокарбонатно-кальциевым, характерна в

целом более слабая минерализация, не превышающая 100.9 мг/л., более высокая кислотность (рН 3.5-5.6), низкая общая жесткость (0.1-0.4 мг-экв.) и более высокое содержание органических веществ.

Питание водоносного горизонта осуществляется в основном за счет выпадающих непосредственно на поверхность атмосферных осадков, в меньшей степени за счет поступления поверхностно-стоковых вод с окружающих суходолов и очень редко – за счет подтока в краевые части торфяной залежи верховодки из глинистых отложений.

Водоприемниками т.м. в районе участка 5 являются реки Бакчар, Икса и их притоки - Рябиновка, Степанова, Гавриловка. В северной части разведанного участка имеется осушительная сеть.

Образование торфяного месторождения происходило путем озерного суходольного заболачивания, в основном, в условиях питания поверхностными и атмосферными водами, что привело к образованию торфяной залежи верхового, смешанного и переходного типов с максимальной глубиной 5.5 м.

Растительные группировки на участке торфяного месторождения представлены девятью фитоценозами верхового, переходного и низинного типов.

Сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз занимает участки с торфяной залежью верхового и смешанного типов. Древесный ярус с преобладанием сосны, иногда встречаются береза и кедр. Кустарничковый ярус развит хорошо (высота 40-50 см), площадь покрытия до 70 % и состоит из багульника, болотного мирта, голубики, кассандры, клюквы и брусники. Травяной покров развит неравномерно и представлен пушицей влагилищной, среди которой встречается морошка и единичные экземпляры осоки топяной. Сфагновые мхи – магелланикум и фускум образуют сплошной моховой покров.

Пушицево-сфагновый фитоценоз расположен в периферийных частях типовых участков с залежью торфа верхового и смешанного типов. Древесный ярус состоит из единичных экземпляров сильно угнетенной сосны. Кустарничковый ярус представлен подбелом и клюквой. Над моховым покровом поднимается травяной ярус, в котором преобладает пушица с примесью очеретника. Моховой покров – сфагнум ангустифолиум, на более увлажненных местах – сф. балтикум, сф. сайуса, сф. куспидатум. Увлажнение среднее и высокое.

Грядово-мочажинный комплекс с редкой угнетенной сосной, которая располагается на грядах или кочках-буграх. Число кустарничков невели-

ко. Среди них: болотный мирт, подбел, клюква, вереск.

В травяном покрове на грядах и буграх произрастает пушица влагалищная круглолистная; по их склонам - шейхцерия, в мочажинах очеретник, осока топяная и вахта трехлистная. На кочках-буграх и грядах доминируют сфагнум фускум и сф. магелланикум; понижения между ними покрывают сф. ангустифолиум, сф. балтикум, сф. рубеллум. В мочажинах обычны сфагнум майюс и сфагнум куспидатум. Гряды имеют длину 50-300 м, ширина их 0.5-2.0 м, высота 0.2-0.5 м. Кочки-бугры в диаметре достигают 0.5-0.8 м, высота их 0.10-0.15 м. В восточной части участка грядово-мочажинный комплекс сменяется грядово-озерковым, который на разведанном участке занимает незначительную площадь. Основная часть грядово-озеркового комплекса занята огромными переувлажненными мочажинами шириной 50-100 м, длиной до 300 м. Среди мочажин разбросаны вторичные озера, которые занимают 15-20 % площади комплекса, глубина их 0.3-1.0 м, берега топкие, дно торфянистое. Травяной ярус в мочажинах состоит из осоки топяной, очеретника, шейхцерии.

Разреженный моховой покров слагают сфагнум куспидатум, сф. дузени, сф. энзений, сф. балтикум, сф. папиллезум.

Гряды облесены угнетенной сосной, редкими экземплярами кедра. Кустарничковый ярус состоит из кассандры и багульника с примесью клюквы, подбела, карликовой березы. В сфагново-мочажинном покрове господствует сфагнум фускум. Пятнами встречаются лишайники.

Фускум-фитоценоз представлен сильно угнетенной сосной, миртом болотным, подбелом, багульником, клюквой. В травяном покрове преобладает сфагнум фускум с небольшой примесью сфагнума ангустифолиума и сфагнума магелланикума. Моховые кочки и подушки высотой до 0.3 м и диаметром 0.2-1.5 м, занимают до 50-60 % площади.

Древесно-кустарничково-сфагновый переходный фитоценоз представлен в основном низкорослым древостоем сосны и березы. В кустарничковом ярусе доминируют мирт болотный, багульник, подбел, обычная клюква и карликовая береза.

В травяном ярусе по кочкам и буграм произрастает пушица влагалищная и морошка, в межкочечных понижениях осоки лазиокарпа, рострата и лимоза. Моховой покров состоит из сфагнума магелланикума, сф. фускума, сф. ангустифолиума, сф. централе. Микрорельеф кочковатый.

Кустарничково-сфагновый переходный фитоценоз. Отмечаются единичные экземпляры сильно угнетенных сосны и березы. Кустарничковый ярус хорошо развит. В нем обычны карликовая береза, подбел, мирт

болотный, багульник, клюква. В травяном покрове преобладают осоки лазиокарпа, рострата, лимоза, пушица влагалищная, часто встречается вахта трехлистная, сабельник и хвощ. Гипновые (каллиергон и дрепаноклядус) и сфагнум мхи (сф. ангустифолиум, сф. фаллакс, сф. обтузум) образуют сплошной ковер. Обводненность высокая.

Древесно-осоково-сфагновый низинный фитоценоз. Древесный ярус представлен сосной и березой, иногда отмечается примесь ели, осины, кедра и обильный подрост сосны и березы. Кустарничковый ярус развит слабо и представлен карликовой березой, багульником, болотным миртом, клюквой, брусникой, голубикой.

Хорошо развит травяной покров и состоит из осок-лазиокарпа, рострата, каеспитоза, омскиана, вахты, хвоща, сабельника, встречается пушица многоколосковая. Разреженный моховой покров состоит из гипновых и сфагновых мхов. Микрорельеф кочковатый. Осоковые кочки высотой 0.2-0.4 м., диаметром – 1.5-0.3м покрывают площадь до 50 %. Обводненность поверхности средняя.

Кустарничково-сфагновый низинный фитоценоз. Кустарничковый ярус развит хорошо. В нем доминируют карликовая береза, обычный подбел и мирт болотный. Травяной покров состоит из пушицы многоколосковой, различных видов осок. Моховой покров слагают сфагнумы (центrale, обтузум, субсекундум) и гипновые мхи (каллиергон и дрепаноклядус). Осоковые кочки занимают 5-10% площади фитоценоза. Обводненность высокая.

На торфяном месторождении выявлено довольно большое разнообразие видов торфяной залежи. Из 13 выявленных видов наибольшее распространение имеют фускум (40%), магелланикум (20%), смешанный топяной (11%), переходный топяной (10%) виды торфяной залежи.

Торфяная залежь сложена 38 видами торфа, представленными всеми типами. Наибольшее распространение получили 7 видов торфа: фускум, магелланикум, осоковый переходный, осоково-сфагновый переходный, комплексный, ангустифолиум, древесно-осоковый переходный.

Рассмотрим характеристику торфяной залежи участка.

Торфяная залежь верхового типа занимает площадь 44.6 % от общей разведанной площади с максимальной глубиной торфа 4.8 м., при средней - 2.3 м. Всего выделено 25 стратиграфических участков. Торфяная залежь представлена 17 видами торфа, из них наиболее распространены фускум залежь, магелланикум, смешанный топяной, комплексный верховой, пе-

реходный топяной. В строении торфяной залежи принимают участие 31 вид торфа. Среди них фускум, магелланикум, осоково-сфагновый переходный, осоковый переходный имеют наибольшее распространение.

Таблица 11

Характеристика торфяной залежи

Типы торфяной залежи	Площадь, тыс.га	Запасы сухого торфа, тыс.т	% от общих запасов	Категории изученности
Верховая	5539	14912	41	A+C ₁
Смешанная	1302	4046	12	A+B+C ₁
Переходная	3617	10954	80	A+B+C ₁
Низинная	1953	6244	17	A+B+C ₁
Всего по участку	12411	36156	100	

Торфяная залежь смешанного типа занимает 10.5 % от общей площади (табл.11), наибольшая глубина торфа - 5.5 м, средняя – 2.4 м. В пределах разведанной территории выделено 13 стратиграфических участков. Торфяная залежь представлена смешанным топяным и топяно-лесным видами, в строении которых принимают участие 17 видов торфа. Из них преобладает магелланикум, осоковый переходный, фускум-торф, осоково-сфагновый переходный, сфагново-мочажинный верховой, древесно-осоковый переходный.

Торфяная залежь переходного типа занимает 29.1% от общей площади со средней мощностью торфяной залежи 1.8 м и максимальной глубиной торфа 4.2м. Всего выделено 13 стратиграфических участка. Отмечается 5 видов торфяной залежи: переходной топяной, лесной и лесотопяной, осоковой низинной. В строении торфяной залежи принимают участие 30 видов торфа с преобладанием: переходного осокового, древесно-осокового, осоково-сфагнового, сфагнового, осоково-низинного, магелланикума.

Низинный тип торфяной залежи занимает 15.7 % всей площади, средняя глубина торфяной залежи 1.5 м, максимальная 3.9 м.

Торфяная залежь представлена 4 видами: низинной осоковой, лесотопяной, древесно-осоковой, переходной лесотопяной, в строении которых

принимают участие 14 видов торфа, но преобладают: низинный осоковый, древесно-осоковый, древесный.

По качеству торфа на т.м. выделены балансовые запасы - это торф малой, средней и высокой степени разложения с зольностью до 35 % и балансовые запасы, к которым отнесен торф средней и высокой степени разложения с зольностью от 36% до 50% (см. табл. 5). Следует отметить, что степень разложения и зольности имеют важное значение для оценки сырьевых свойств запасов торфа для производства различной продукции из торфа.

Для производства органических удобрений на торфяной основе пригодны запасы торфа с зольностью до 35 % и степенью разложения более 20 % (для верхового и переходного типов залежей) и более 15 % (для низинного типа залежей). Это самая большая группа запасов. Таким образом, практически все запасы торфа пригодны на органические удобрения.

Для производства топлива пригодны запасы торфа с зольностью до 23 % и степенью разложения более 15 % (верхового и переходного типов) и более 10 % (низинного типа).

Для производства торфяной подстилки, субстратных плит, питательных брикетов, кормовых гидролизных сахаров и некоторых других видов продукции химической переработки торфа требуется торф с зольностью до 15 % и степенью разложения до 15-25 %.

Сырьем для производства активных углей может являться торф верхового типа со степенью разложения от 35 % и выше и с зольностью до 6 %.

Балансовые запасы торфа при условной 40% влажности на исследуемом участке составляют 35 624 тыс. т, в том числе изученные по категориям: А – 19 943 тыс.т, В – 4 879 тыс.т, С₁ – 10 802 тыс.т. Средняя глубина торфа без очеса 1.94 м. Качественные показатели балансовых запасов торфа следующие: степень разложения - 21 %, зольность - 5%, влажность – 90.2 %. Следует отметить, что как особо ценное сырье на разведанном участке выявлены запасы торфа малой степени разложения равные 8 167 тыс.т.

С целью изучения качественной характеристики торфов на участке 5 было заложено 713 пунктов отбора проб торфа, в которых были определены агрохимические свойства, состав золы, теплота сгорания и редуцирующие вещества.

На основании полученных данных о свойствах торфа возможно их использование по направлениям, приведенным в таблице 12.

Таблица 12.

Направление использования балансовых запасов

Категория сырья	Запас торфа, тыс.т	Торфоизо-ляционное сырье	Подстило-чное сырье	Гидролиз-ное сырье	Гуминовые кислоты и препараты	Бытовое и энергетическое топливо	Топлив-ные брикеты	Удобрения на торфяной основе
В.Т., R до 12 % и А до 5 %	4759	4759	4759	4759	-	-	-	-
В.Т., R до 20 % и А до 10%	1471	1471	1471	1471	-	-	-	-
П.Т., R до 20 % и А до 10%	512	512	512	-	-	-	-	-
В.Т., R 21-34 % и А до 10%	765	-	-	-	765	765	765	765
П.Т., R 21-34 % и А до 10%	10396	-	-	-	10396	10396	10396	10396
Н.Т., R 16-34 % и А до 10%	3168	-	-	-	3168	3168	3168	3168
П.Т., Н.Т., R 35 % и А до 10%	1879	-	-	-	1879	1879	1879	1879
В.Т., П.Т., R>20% и А от 11 до 23%	1361	-	-	-	-	1361	1361	1361
Н.Т., R>15% и А до 35 %	511	-	-	-	-	511	511	511
Всего	24822	6742	6742	6230	16182	16849	17816	18080
%	100	27	27	25	65	68	72	73

Примечание: R - степень разложения; А - зольность; В.Т.- верховой торф; П.Т. – переходный торф; Н.Т. – низинный торф

Таким образом, наиболее распространены на месторождении переходные и низинные виды торфа средней и высокой степени разложения. Они пригодны для производства торфяных компостов, удобрений. Низинный торф может быть использован для получения гексаторфа и торфогуминовых удобрений. Значительные запасы торфа являются сырьем для получения торфа топливного фрезерного, а также торфа кускового для коммунально-бытовых нужд.

По своему составу балансовые запасы можно использовать комплексно. Это означает, что из сырья этого участка можно получить много видов торфяной продукции.

4.5.2. Тара–Тартасское торфяное месторождение

Месторождение расположено в географических координатах 56°30' северной широты и 78°30' восточной долготы. Впервые оно было разведано маршрутно в 1950 г., но более детальные исследования были выполнены Сибирской торфоразведочной партией в 1991-93гг. Основанием для проведения работ были заявки Агропромышленного комитета Новосибирской области и объединения “Новосибуголь”. Исследование торфяного месторождения предусматривалось для производства сухих гуматов на базе низинных торфов.

Торфяное месторождение (т.м.) Тара-Тартасское расположено в северном районе Новосибирской области и находится в землепользовании Верхне-Тарской Государственной Лесной Дачи Северного лесхоза Верхне-Тарского лесничества (рис.27).

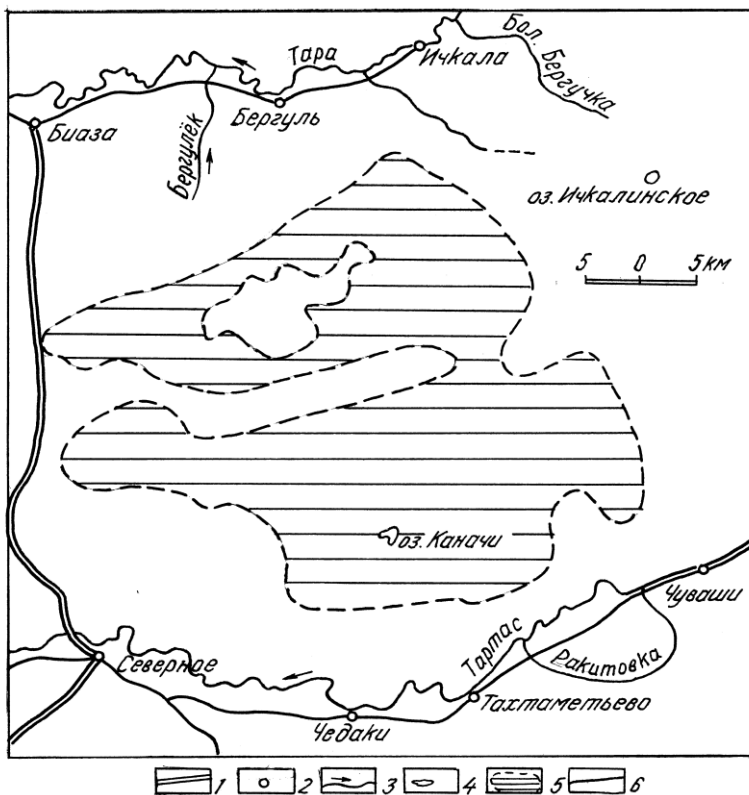


Рис.27. Схема расположения торфяного месторождения Тара-Тартасское. 1 – улучшенные грунтовые дороги; 2 – населенные пункты; 3 – гидрографическая сеть; 4 – озеро; 5 – торфяное месторождение; 6 – грунтовые дороги.

В геоморфологическом плане участок расположен на водоразделе рек Тара и Тартас; его ширина – 22,5 км, длина - 22 км, поверхность неровная, общий уклон поверхности на север и юго-восток к рекам. Образование т.м. шло путем суходольного заболачивания, как лесных массивов, так и лугов, о чем свидетельствует наличие лесных, топяно-лесных и топяных видов торфа в основании торфяной залежи. Первоначальные очаги заболачивания зародились в западинах и обширных котловинах на поверхности водораздела, где возникло переувлажнение поверхности при наличии

слабоводопроницаемых глин и суглинков. В настоящее время процесс заболачивания продолжается вдоль северной и южной окраины торфяного месторождения на площадях, примыкающих к рекам Тара и Тартас.

Исследуемая территория расположена в Барабинской низменности, которая представляет собой аккумулятивную равнину, выположенную озерными и озерно-аллювиальными отложениями верхнеплиоценового и четвертичного возраста.

По ландшафтным и морфологическим признакам, а также по характеру основных рельефообразующих процессов выделены два типа рельефа: аккумулятивный и эрозионно-аккумулятивный.

В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие комплекс четвертичных отложений. Наиболее древними из четвертичных отложений являются верхнеплиоценовые-нижнечетвертичные отложения.

Аллювиально-озерные верхнеплиоценовые - нижнечетвертичные отложения имеют широкое распространение и залегают с размывом на осадках туртасской и таволжанской свит. Они встречаются на глубинах от 6 до 20.6 м.

Среднечетвертичные отложения (федосовская свита) пользуются широким распространением и отсутствуют лишь в пределах долины р. Тары. Отложения вскрываются на глубине 2-5 м и залегают без перерыва на верхнеплиоценовых-нижнечетвертичных отложениях и лишь в единичных случаях в основании свиты наблюдается маломощный (0.1 м) горизонт перемява, представленный слабокатанными обломками глин и битой ракушки.

К верхнечетвертичным покровным отложениям относятся аллювиальные отложения I и II надпойменных террас рек Тары и Тартаса. Мощность отложений достигает 13.2 м. К современным отложениям отнесены пойменные и русловые отложения рек, болотные отложения.

Исследуемая территория расположена в южной части западносибирского артезианского бассейна (Иртышский бассейн). В пределах верхнего гидрогеологического комплекса выделяются 3 водоносных горизонта:

1. Водоносный горизонт современных болотных отложений;
2. Водоносный горизонт в современных и верхнечетвертичных аллювиальных отложениях пойменной, первой и второй надпойменных террас;
3. Водоносный горизонт отложений федосовской свиты среднечетвертичного возраста и залегающих над ними покровных отложений верхнечетвертичного возраста.

Остановимся более подробно на описании первого горизонта. **Водоносный горизонт современных болотных отложений** развит в пределах нулевой границы торфяного месторождения Тара-Тартасское. Водовмещающими породами являются торфа различного вида и качества. Мощность водовмещающей толщи от 0.2 до 6.0 м. По характеру залегания болотные воды порово-пластовые, в гидродинамическом отношении безнапорные. Воды слабоминерализованные, очень мягкие, от нейтральных до кислых. Солевой состав воды гидрокарбонатный магниевый-кальциевый-натриевый, кальциевый-натриевый, натриево-магниевый, магниевый-натриевый.

В целом все горизонты по химическому составу вод - гидрокарбонатно-кальциевый-магниевый с незначительным содержанием натрия, с сухим остатком до 1 г/л.

Гидрографическая сеть участка плохо развита, представлена основными водоприемниками Тара, Тартас, их малыми притоками и озером Каначи. Непосредственно от торфомассива берут исток притоки Тары: р. Бергулен длиной 6 км и р. Биазинка длиной 12 км.

Растительный покров представлен следующими фитоценозами:

Древесно-осоковый переходный фитоценоз. Древесный ярус представлен березой с примесью сосны (до 20 %) со средней высотой 8 м, диаметром 10 см, полнотой 0.3. Из кустарничков встречается мирт болотный, багульник, занимающие до 20 % поверхности.

В травяном ярусе преобладают осоки (до 40% поверхности). Моховой покров состоит из сфагновых мхов, на вершинах кочек встречаются зеленые мхи. Микрорельеф полого-кочковатый. Кочки приурочены к стволам деревьев. Высота кочек 0.2-0.3 м, диаметр 0.4-0.9 м. Кочки занимают до 50 % поверхности. Обводненность от средней до высокой.

Верховой осоково-сфагновый фитоценоз. Древесный ярус состоит из сосны высотой 4-10 м, диаметром 6-14 см, полнотой 0.3-0.4. Из кустарничков – мирт болотный, багульник, клюква (до 50% площади). В травяном разреженном покрове – пушица, шейхерия, осока, иногда роснянка. Обильный моховой покров представлен сфагновыми мхами: фускум, магелланикум, ангустифолиум и другими. Микрорельеф кочковатый. Кочки занимают до 50% поверхности, обводненность средняя.

Древесный переходный фитоценоз расположен вдоль внутреннего суходола крайковой зоны торфяного месторождения. Древесный ярус состоит из березы и сосны. Высота древостоя – 4-18 м, диаметр 4-32 см, полнота 0.5-0.8. Кустарничковый ярус представлен багульником, миртом болотным, клюквой (процент покрытия – 65-80%). Травяной покров силь-

но изрежен (пушица, осока). В моховом покрове сфагновые и гипновые мхи. Кочки высотой 0.4-0.7 м, диаметром 0.7-1.5 м и занимают до 40% поверхности. Обводненность поверхности от низкой до средней.

Верховой фускум фитоценоз. Древесный ярус фитоценоза состоит из сосны высотой до 4 м, диаметром до 6 см и полнотой 0.1-0.3. Кустарничковый ярус занимает до 30% поверхности. Кустарнички: багульник и мирт болотный. В травяном покрове, занимающем до 20% поверхности, обильная пушица. Моховой покров состоит из сфагновых мхов с преобладанием сфагнума-фускума при небольшой примеси сфагнума-ангустифолиума и сф. магелланикума.

Кочки высотой 0.3-0.7 м, диаметром 1.0-1.5 м, занимают до 70% поверхности. Обводненность поверхности от низкой до средней.

Низинный древесно-осоковый фитоценоз. Древесный ярус представлен березой, изредка с незначительной примесью сосны, ели или осины. Высота древостоя 4-8 м, диаметр 10-16 см, полнота 0.4-0.7. Из кустарничков – ива и карликовая береза. В травяном покрове господствуют осоки, встречается вахта, хвощ, тростник. В моховом покрове отмечены гипновые мхи (20-30% поверхности). Кочки высотой 0.3-0.5 м, и диаметром 0.3-0.4 м занимают до 50% поверхности, обводненность которой - средняя.

Выполненная в 1992-92 гг. разведка юго-западного участка т.м. Тара-Тартасского позволила уточнить характеристику месторождения (табл. 13), в том числе 8% запасов торфяных ресурсов были разведаны детально. Участок имеет площадь в нулевой границе 32 595 га, в границе промышленной глубины торфяной залежи – 24 034 га, 46 внутренних суходолов общей площадью 2 134 га, которые все облесены. В рельефе окружающие суходолы выражены слабо. Превышение их над поверхностью месторождения составляет 0.2-0.5 м.

Таблица 13.

Характеристика площадей участка

Наименование площадей	Всего по Юго-Западному участку	Участок поисково-оценочных работ	Участок предварительной разведки	Участок детальной разведки
В границе промышленной глубины торфяной залежи, га	24034	18523	450	1461
Под внутренними	2134	2122	-	12

суходолами, га				
Под озерами, га	19	3	-	16
Под окрайками, га	6408	6140	160	108
Итого в нулевой границе участка, га	32595	26788	4210	1597

Характеристику запасов торфа рассмотрим по каждой категории изученности.

Детально разведанный участок (категория изученности А) занимает площадь в нулевой границе 1 597 га, средняя глубина торфа 2.7 м. Средние качественные показатели балансовых запасов: степень разложения - 15%, зольность - 7%, влажность – 90.6%.

Верховая торфяная залежь преимущественно представлена верховым фускум и верховым комплексным видами залежи. В строении торфяной залежи принимают участие 6 видов торфа с преобладанием фускум-торфа, комплексного верхового, осоково-сфагнового, переходного.

Торфяная залежь смешанного типа детально разведанного участка представлена смешанным топяным, переходным лесо-топяным и переходным топяным видами залежи. В сложении торфяной залежи принимают участие 13 видов торфов. Преобладают осоково-сфагновый переходный, фускум-торф, осоковый переходный.

Участок с торфяной залежью переходного типа. Торфяная залежь представлена переходным топяным видом залежи. В сложении торфяной залежи принимают участие 8 видов торфа. Преобладают осоковый переходный, сфагновый переходный, осоково-сфагновый переходный, травяно-сфагновый переходный, комплексный виды.

Участок с торфяной залежью низинного типа занимает северную часть детально разведанной площади. Низинную осоковую залежь слагают 3 вида торфа: низинный осоково-гипновый (5 % от площади участка с торфяной залежью низинного типа), низинный осоковый (92 %), низинный травяной (3 %).

На участке с предварительной разведкой (категория изученности С₁, площадь 4050 га) выделен один типовой участок. Торфяная залежь низинного типа со средней мощностью 1.81 м, максимальной с очесом 3.9 м.

Торфяная залежь на участке сложена 2 видами: низинная осоковая залежь 91.4%, низинная топяно-лесная 8.6%. В строении торфяной залежи принимают участие 9 видов торфов с преобладанием осокового низинно-

го, слагающего залежь на 89.4%.

Участок поисково-оценочных работ (категория изученности C₂). Площадь в границе промышленной глубины торфяной залежи – 18 523 га. Средние качественные показатели балансовых запасов: степень разложения - 25 %, зольность - 8%, влажность – 88.4%.

Верховую комплексную залежь участка слагают 5 видов торфов: комплексный верховой (45%), шейхцеригово-сфагновый верховой (22%), фускум-торф (11%), травяно-сфагновый переходный (11%), сфагновый переходный (11%).

Переходная топяная залежь сложена травяно-сфагновым (37%), шейхцеригово-сфагновым переходным (27%), шейхцериговым переходным (18%), комплексным верховым (9%) и сфагновым переходным (9%) видами торфа.

Низинная торфяная залежь представлена низинным лесным, низинным осоковым и лесотопяным видами торфяной залежи, которую слагают 4 вида торфа: низинный осоковый, древесный низинный, осоково-сфагновый низинный и древесно-осоковый низинный.

Рассмотрим характеристику торфяных ресурсов всего т.м. “Тара-Тартасское”.

Площадь всего участка месторождения в нулевой границе составляет 32 595 га, в том числе по категории изученности: А – 1597 га, С₁ – 4 210 га, С₂ – 26 788 га; в границе промышленной глубины торфяной залежи – 24 034 га, в том числе по категориям: А – 1 461 га, С₁ – 4 050 га, С₂ – 18 523 га.

Общие запасы торфа исчисляются 64 916 тыс. т, в том числе по категориям: А – 5 512 тыс. т, С₁ – 13 258 тыс. т, С₂ – 46 146 тыс. т (табл. 14). Под торфяной залежью выявлены отложения сапропеля мощностью 0.4 – 0.9 м и запасами 32 тыс. т. Средняя зольность сапропеля - 30 %.

Таблица 14.

Характеристика торфяной залежи

Типы торфяной залежи	Площадь, тыс.га	Запасы сухого торфа, тыс.т	% от общих запасов	Категории изученности
Верховой	804	1868	2,9	А, С ₂
Смешанный	503	1820	2,8	А

Переходный	1968	4758	7,3	A, C ₁
Низинный	20759	56470	87,0	A ₁ , C ₁
Всего по участку	24034	64916	100	

Примечание: A, C₁, C₂ – см. раздел 4.2.

В озере Каначи отложения сапропеля имеют среднюю мощность 2.11 м и запасы 140 тыс. т. Средние качественные показатели озерного сапропеля: зольность - 35 %, кислотность - 6.5, содержание CaO – 2.55 %, Fe₂O₃ – 1.25 %. Сапропель органического и органосиликатного классов.

С экологической точки зрения юго-западный участок торфяного месторождения, как это отмечают экологи, особой природоохранной ценности не имеет. На нем не произрастают ценные древесные породы и растения, не водятся редкие звери, птица, рыбы.

В сборных пробах торфа было проведено исследование свойств. Агрохимический анализ проб торфа не выявил какого-либо отклонения в содержании CaO, Fe₂O₃, P₂O₅ от среднестатистических данных по западно-сибирским торфам. Результаты спектрального анализа показали превышение над средним содержанием в торфах таких элементов, как медь в 1.5-40 раз (в 30 пробах из 52) и повышенное в 1.2-1.6 раз содержание мышьяка (в 3 пробах из 52).

Химический анализ показал повышенное содержание в низинном торфе по сравнению с верховым гуминовых кислот, соответственно 33.8 и 20%.

На основании полученных данных о свойствах торфа сделана оценка возможных направлений использования балансовых запасов (табл. 15).

Таблица 15.

Направление использования балансовых запасов

Категория изученности	Запас, тыс.т, 40% влажности	Подстилочное сырье	Гуминовые кислоты и препараты	Бытовое и энергетическое топливо	Торфяные питательные брикеты	Топливные брикеты	Удобрения на торфяной основе
А	5487	1713	3144	3390	743	3390	3786
% от общих запасов	100	31	57	62	14	62	69
С₁	13008	-	11588	12909	-	12909	13008
% от общих запасов	100	-	89	99	-	99	100
С₂	44364	3617	36564	39634	853	39634	40814
% от общих запасов	100	8	82	89	2	89	92
Всего	62859	5330	51296	55933	1596	55933	57529
По А+С₁+С₂	100	8	82	89	3	89	92

Примечание: А, С₁, С₂ – см.раздел 4.2.

Таким образом, исследуемые торфа можно использовать в качестве сырья для производства постилки, гуминовых кислот, бытового и энергетического топлива, топливных брикетов, торфяных питательных брикетов, удобрений на торфяной основе. На участке детальной разведки 57% торфа можно использовать для производства сухих гуматов и 14% торфа можно использовать для производства питательных брикетов. Количество лет работы предприятия по производству сухих гуматов составит 13 лет, по производству торфяных питательных брикетов – 6 лет.

5. К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА

Как и любую природную систему, болото следует рассматривать с позиций его жизне- и ресурсовоспроизводящих возможностей для человека. Следовательно, начавшееся и имеющее тенденцию развернуться в будущем, по мере развития производительных сил общества, хозяйственное освоение торфяных ресурсов соприкасается с проблемой обеспечения экологического равновесия. При этом важное и многофункциональное значение болот накладывает особую ответственность при освоении торфяных ресурсов.

Современная стратегия предусматривает переход от мероприятий по ликвидации неблагоприятных последствий антропогенного воздействия к мерам предупредительного характера. Поэтому, рассматривая роль Васюганского болота в биосфере с целью обоснования природоохранных мероприятий, следует, прежде всего, оценить её позитивные стороны, а затем - возможности ослабления негативных сторон путём мелиорации, в том числе при освоении.

Однако до сих пор нет критериев отбора торфяных месторождений для сохранения их в естественном состоянии. И такое выделение проводится на базе экспертных оценок. В результате мы не имеем охраняемых торфяных месторождений или их участков, если только они не оказываются в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В настоящее время единого методического подхода к распределению торфяных ресурсов на эколого-хозяйственные фонды в России не существует. Отчасти это оттого, что ресурсы торфа имеют двойственный характер, заключающийся в одновременной принадлежности их к участкам земли и к части недр. Эта особенность, с другой стороны, а также тесная их взаимосвязь с лесами, лугами и водами вызывает необходимость установления равноправного положения торфяно-болотного фонда среди других природных ресурсов.

На разведанных участках Васюганского болота в 70-80 -е годы были проведены гидрогеологические и гидрологические исследования, а также изучены теплотехнические, физико-механические и химические свойства торфов. В результате получено представление о возможности и способе его осушения, а также по химическим свойствам торфов и их запасам определено направление использования.

Так, для получения кормовых дрожжей на предприятии с производственной мощностью 10-15 тыс.т в год требуется до 9 млн.т торфа, а подстилки (с мощностью 10 тыс.т в год) – 0,6 млн.т; для получения продуктов гидролизного производства – 5.5 млн.т, топливных брикетов (с мощностью 30 тыс.т в год) – не менее 1 млн.т торфа. Если сопоставить эти потребности с

запасами торфа торфяного месторождения Васюганское, то время его эксплуатации при полном использовании торфяных ресурсов растянется на 200 тыс. лет.

Следует отметить, что исследования этого периода основывались на приоритетном внимании к аспектам, которые вели к достижению оптимального результата, выражающегося при прочих равных условиях в получении максимального и долговременного эффекта. Это возможно при комплексном использовании торфяных ресурсов и сопутствующего сырья. Поэтому примечательно, что открытие в 1956 г. Колпашевского железорудного бассейна (запасы 300 млрд.т) послужило основанием для расширения поисковых работ. Данные разведки свидетельствовали о широком площадном распространении железных руд в районе р.Бакчар – к югу и востоку от неё (предварительные запасы оценены в 11 млрд.т). В этом же районе обнаружено залегание руд марганца, ильменита, циркона. Совместное (по площади) залегание больших запасов железных руд с месторождениями торфа послужило основанием для дальнейшей углубленной оценки торфяной залежи, в первую очередь с целью выявления запасов торфа, пригодного для получения металлургического топлива.

При определении направлений использования в 1970-1980 гг. принималось во внимание, что торф это не только природный ресурс, но и ландшафтная оболочка, выполняющая ряд функций – гидрологическую, геоморфологическую, климатическую и др. В связи с этим между различными формами рационального использования Васюганского болота предполагалось соблюдение пропорциональности, объективно обусловленной величиной торфяных ресурсов, степенью изученности и качественной их характеристикой, а также потребностью в торфяной продукции, земельных угодьях и биосферной необходимостью сохранения части болота в естественном состоянии.

За последнее время в природопользовании сменилась парадигма, суть которой заключается в поиске приемлемых компромиссов между экологическими и социально-экономическими императивами. Мировое сообщество, обеспокоенное деградацией природной среды, стремится соблюдать принципы устойчивого (сбалансированного) развития. Это важно, поскольку эти принципы предполагают использование природных ресурсов при условии их воспроизводства с целью сохранения присущих им биосферных функций.

В связи со сказанным вполне можно придать всему Васюганскому болоту статус охраняемого. В качестве особо ценного водно-болотного угодья предполагается выделить участок в восточной части болота – в верховьях рек Кенги, Чаи, Оми и рек бессточного бассейна [14]. Необходимость охраны Васюганского болота отмечают и другие исследователи [12], но надо заметить, что делается это пока без должного научного обоснования, о чем

выше уже упоминалось.

Сегодня под создание ландшафтного заказника федерального значения на Васюганском болоте, благодаря инициативе и поддержке международными организациями Global Peat Initiative, Wetland International и с помощью финансируемых ими российских специалистов согласованы три участка общей площадью 716,076 тыс.га [93]. Как отмечают сами авторы, выбор участков обусловлен возможностью согласования границ между ведомствами. Так первоначально обозначенный под заказник участок Васюганского болота между верховьями рек Чузик и Икса был изменен вследствие закрепления большей части этой территории за межрегиональным военно-охотничьим обществом Сибирского военного округа. И таким образом, полученные под заказник территории "выведены из сферы интересов поиска, добычи, эксплуатации минерально-сырьевых ресурсов; ... не ущемляют интересов ... населения, ... располагаются в малодоступных районах, не имеющих постоянного населения". Таким образом, выделение участка всё же происходит по принципу "что другим не гоже". Вместе с тем, на территорию заказника попадает торфяное месторождение Тара-Тартасское, Южный и Восточный участок I и II очереди. Надо заметить, что не такие уж это промышленно бесперспективные участки. Характеристика Тара-Тартасского, например, приводится в разделе 4.5.2. Торфа данного торфяного месторождения можно использовать в качестве сырья для производства гуминовых кислот, бытового и металлургического топлива, топливных брикетов. На сырье детально разведанного участка (категория изученности А) с площадью в нулевой границе 1597 га можно организовать производство сухих гуматов и питательных брикетов с длительностью использования соответственно 13 и 6 лет.

Безусловно, исходно предложенный участок для заповедника был более подходящим и с позиций гидрологических (он проходит по водоразделу) и с позиций типов залежи. На этот участок приходилось больше территорий с торфяной залежью верхового типа.

Но это не главное.

Выделение охраняемого фонда (в том числе и водно-болотных угодий) должно быть научно обосновано. И делается это с помощью критериев выделения эколого-хозяйственных фондов (ЭХФ).

Эколого-хозяйственный фонд торфяных ресурсов — это совокупность торфяных месторождений и их участков как особой природно-территориальной единицы, выполняющей определенные экологические, хозяйственные или эколого-хозяйственные функции и используемой на данный период (существующий ЭХФ) или планируемой к использованию (прогнозный ЭХФ).

Определение существующих ЭХФ осуществляется по данным разведки,

проектам и другим материалам. После выявления существующего ЭХФ проводится формирование прогнозных. Для этого неиспользуемый торфяной фонд с учетом критериев выделения ЭХФ вновь распределяется по направлениям наиболее рационального их применения:



Рис.28. Распределение торфяных ресурсов по ЭХФ.

Следует отметить, что в отношении районов со слабо изученными и неизученными запасами торфа, 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. Рекомендуется доводить площадь природоохранного фонда до 15% от общей площади региона.

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.

Предлагается учитывать следующие положения для выделения торфяных месторождений и их участков в охраняемый фонд:

1. Объекты водоохранного значения:

а) расположенные на водоразделе, вытекаемая вода из которых является источником питания мелких рек и крупных озер при среднем меженном расходе 1 литр в секунду и более по основному источнику;

б) при наличии родников, используемых в курортологии, или как источник питьевой воды с дебитом свыше 0.2 литра в секунду;

в) площадью от 1 до 10 га, расположенные на сельскохозяйственных угодьях и от 1 до 30 га в лесах, если они являются регулятором водного режима и источником водного питания фауны;

г) если подстилающий грунт торфяного месторождения и грунт прилегающих территорий сложен из песков и при осушении невозможно обеспечить необходимый уровень грунтовых вод.

2. Для защиты пойм рек от почвенной эрозии сохраняются характерные месторождения пойменного залегания и месторождения, защищающие сельхозугодья от эрозии (выявляются обследованием).

3. Для сохранения дикорастущих ягод и лекарственных трав резервируются торфяные месторождения:

а) при площади клюквоносных участков 15% и более от общей площади, среднем годовом урожае клюквы свыше 100 кг с га и общей площади клюквоносного участка более 10 га на одном месторождении;

б) с наибольшим количеством видов и запасов лекарственного сырья сохраняются по 3-4 характерных месторождений в каждом природном регионе (выявляются специзысканиями).

4. Для сохранения редких и исчезающих экземпляров фауны и флоры создаются заказники из расчета не менее 2 в каждом природном регионе (определяются на основании исследований).

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

6. В рекреационных и санитарно-гигиенических целях запрещается разрабатывать торфяные месторождения на добычу торфа, расположенные у городов с численностью населения от 20 до 100 тыс. человек в зоне 5-10 км и численностью свыше 100 тыс. человек в зоне 10-25 км, при наличии в городе предприятий химической промышленности защитная зона увеличивается на 25%.

7. Для охотничьих и рыболовных целей сохраняются торфяные месторождения, играющие важную роль в воспроизводстве ценных представителей охотничьей фауны, а также все уникальные и богатые рыбой озера (по предложению комитета по охране природы, Администраций и общества охотников и рыболовов).

8. В охраняемый фонд включаются торфяные месторождения и территории, используемые перелетными птицами для отдыха и питания во время

перелетов (по заключению учёных).

9. Для поддержания равновесия в экологических системах дополнительно резервируются месторождения, если площадь болот, оставленных в естественном состоянии по вышеизложенным критериям, в каждом природном регионе составляет менее 15% от общей площади.

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

11. В охраняемый фонд включаются торфяные месторождения, соответствующие критериям международной значимости, представляющие собой уникальные для данной территории водно-болотные угодья.

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

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. Для бальнеологии и медицины соответствующие критерии приведены в табл. 16.

Таблица 16

Основные критерии выделения запасного фонда.

Критерии	Продукция				
	<i>Продукты гидролиза</i>	<i>Металлургическое топливо</i>	<i>Битумы</i>	<i>Активные угли</i>	<i>Гуминовые вещества</i>
Расположение месторождений	Вблизи транспортных магистралей				
Минимальные запасы торфа влажностью 40%, млн.т	40	470 (для агломераций)	Суммарные запасы торфа для получения битумов, активных углей, гуминовых кислот – 4 млн.т		
Тип и вид торфа	Верховой, сфагновый, шейхцериево-сфагновый	Все виды за исключением низинного лесного	Верховой	Верховой пушицевой группы, низинный осоковый	Все виды торфа
Ботанический состав				Низкое содержание шейхцерии и древесной коры	
Степень разложения, %	Не выше 20	Средняя и высокая	30 и более	Более 30	25 и более
Зольность, %	Не более 5	Не более 7	Не более 6		До 10
Химический состав	содержание редуцирующих веществ не ниже 45%	$S^d \leq 0.2\%$ $p^d \leq 0.01\%$ (вращающаяся печь)	содержание битумов бензольной экстракции выше 5%		Содержание гуминовых кислот не менее 30%

Примечание: Торф, используемый во вращающихся печах, может иметь зольность до 20%, при этом температура плавления золы должна быть выше 1300 °С, а отношение CaO+MgO/S не менее 3.

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

ческих условий. Требования к запасам торфа на одном месторождении рассчитываются из годовой мощности перерабатывающего предприятия по сырью с учетом коэффициента извлечения 0.5 и срока добычи торфа 25 лет. Обобщенные критерии для выделения разрабатываемого фонда представлены в табл.17. Следует отметить, что торф для производства подстилки и теплоизоляционных плит пригоден также и для производства некоторых видов продукции для сельского хозяйства: субстратных плит, питательных кубиков, торфяных горшочков, микропарников, торфодерновых ковров. Верховой сфагновый малоразложившийся торф с содержанием золы менее 10% используется для получения кипованного торфа, пригодного для экспортных поставок.

Таблица 17.

Основные критерии для выделения разрабатываемого фонда.

Критерии	Торф топливный, фрезерный	Торф фрезерный для брикетирования	Торф для сельского хозяйства		Торф для теплоизоляционных плит
			Компосты, ТМАУ-1, ТМАУ-2	Подстилка	
Расположение месторождений	В районах с перспективной промышленного развития		В районах развитого сельского хозяйства		Вблизи транспортных магистралей
Минимальные запасы торфа влажностью 40%, млн.т	75	1	10	10	1
Тип и вид торфа	Всех типов	Топяные всех типов	Всех типов	Верховой переходный	Верховой сфагновый
Ботанический состав				Пушицы менее 15%	Сфагновых мхов более 85-90%
Степень разложения, %	Более 10-15	Более 30	Более 15	Менее 15	5-12
Зольность, %	Менее 23	Менее 23	Менее 25	Менее 15	
Химический состав			Fe ₂ O ₃ , CaO менее 5%		
Кислотность			pH = 2.5-5 (торф для ТМАУ)		

Примечание: Для приготовления компостов в отдельных случаях допускается использование торфа с зольностью до 35%, а при наличии вивианитов и карбонатов до 40%.

Земельный фонд. Некоторые месторождения наиболее эффективно могут быть использованы после осушения как сельхозугодья (пашни, пастбища, сенокосы) или для лесоразведения. Опыт показал, что в этом направлении наилучшие результаты получены на месторождениях низинного и переходного типов. В качестве сельхозугодий целесообразно выделять месторождения, расположенные в зоне, перспективной для развития сельского хозяйства. Лесной фонд может составлять отдалённые более заболоченные и с большей мощностью торфяной залежи месторождения.

К объектам земельного фонда будем относить:

- 1) мелкозалежные месторождения торфа, в которых средняя глубина не превышает 1.3 м;
- 2) высокозольные торфяные месторождения (зольность более 35%) с содержанием в залежи железа более 3%;
- 3) периферийные участки торфяных массивов с залежью низинного и переходного типов, расположенные в районах, перспективных для лесоразведения.
- 4) торфяные месторождения низинного и переходного типов на территориях, планируемых под лесопользование.

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.

При рассмотрении критериев охраняемого фонда, можно заметить, что некоторые критерии (например, пункты 4, 5, 7, 8), не связанные с природно-климатическими особенностями регионов, регламентируются соответствующими нормативными документами, имеют определенный режим охраны и могут применяться на любой территории. Вместе с тем вполне вероятно, что при более детальном рассмотрении и эти критерии могут быть изменены или дополнены в соответствии с особенностями формирования горизонтальных ландшафтных связей и границ между антропогенными и природными ландшафтами. Такие особенности могут влиять, например, на размеры и форму санитарно-гигиенических зон городов, водоохранных полос водоемов, рек, и др. Эти критерии можно назвать критериями общего значения.

Другая группа критериев (пункты 1, 3) в условиях Западной Сибири требует научных исследований. Так, если охраняемый фонд выделять по наличию на болоте озер, как это рекомендуется белорусскими учеными, то Васюганское болото, например, окажется полностью охраняемым.

Следовательно, для условий территорий, характеризующихся преобладанием крупных болотных систем с высокой заозеренностью и уникальной болотной гидрографической сетью, необходимо разработать другие критерии выделения охраняемого фонда. Создание таких критериев позволило бы грамотно разделить их по эколого-хозяйственным фондам. Без этих критериев приступить к формированию эколого-хозяйственного фонда торфяных ресурсов Васюганского болота не представляется возможным.

Следует подчеркнуть, что до выделения эколого-хозяйственных фондов, необходимо провести районирование по водному балансу заболоченных территорий на основе изучения положения болот в геодинамической системе, подстилающих пород, взаимодействия поверхностных и подземных вод, условий питания и стока с болотных массивов.

По нашему мнению, для разработки критериев выделения охраняемого фонда болотных экосистем интенсивно заболоченных территорий необходимы длительные стационарные исследования в пределах бассейнов болотных рек разных порядков. При бассейновом подходе принимается во внимание соподчиненность ландшафтных единиц в речном бассейне как функционально целостной геосистеме, состоящей из элементарных ландшафтных систем различных гипсометрических уровней, связанных между собой потоками вещества и энергии.

Это должны быть комплексные исследования, охватывающие широкий круг вопросов – от изучения средообразующей роли болот до свойств торфов, слагающих торфяную залежь и влияющих на круговорот элементов в биосфере.

6. СОВРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ В ГЕОХИМИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ОЛИГОТРОФНОГО РЯДА

В 1994 году при выполнении темы “Разработать систему рационального использования торфяных ресурсов с учетом экологической роли болот в водосборных бассейнах” по контракту с Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ (проект №ЭБР 100/93) возникла необходимость создания стационара на болоте. Этот стационар, организованный СибНИИТ СО РАСХН на отрогах Васюганского болота начал функционировать в 1995 году в окрестностях п. Польшьянка Бакчарского района Томской области. Основной целью исследований было изучение направлений рационального использования торфяных ресурсов Западной Сибири. Ставились следующие задачи:

- исследование водного и геохимического стока с болот и заболоченных бассейнов;
- исследование гидротермического режима торфяных залежей;
- изучение роли болотных экосистем (БЭС) в биогеохимических циклах химических элементов;
- исследование процессов трансформации органического вещества в торфах и торфяных залежах и разработка научных основ направленного их регулирования;
- разработка критериев выделения целевых фондов и определение направлений рационального использования торфяных ресурсов Западной Сибири.

В связи с тем, что исследования должны были проводиться как на естественных, так и осушенных БЭС, то площадь исследований охватывала 208 км². Географические координаты района исследований: между 57°03' и 56°57' СШ, 82°22' и 82°42' ВД.

Исследования на ненарушенной БЭС проводились в пределах отрогов торфяного месторождения Васюганское на олиготрофных ландшафтах бассейна реки Ключ (в естественном состоянии). На антропогенно нарушенных БЭС наблюдения велись на трех объектах: Сухое-Вавиловское (кадастровый №10), используемое под добычу торфа; Суховское (кад. №755) и “Пятый участок” у с. Плотниково, торфяного месторождения Васюганское (кад. №397), используемый под лесомелиорацию.

Поставленные задачи решаются на основе применения следующих методов: полевые - сравнительно-описательные, стационарно-режимные; лабораторные - химико-аналитические, микробиологические, энзимоло-

гические; камеральные - модельные эксперименты, использование различных приемов математической обработки результатов и математического моделирования. Однако, в данной главе приведена только краткая характеристика природных условий и отражены результаты изучения отдельных режимов торфяных залежей, в основном, только на естественной БЭС (олиготрофные ландшафты бассейна р. Ключ). Цель данного раздела – показать направления исследования на стационаре. В работе стационара Сибирского НИИ торфа СО РАСХН принимают участие сотрудники, аспиранты, студенты Института химии нефти СО РАН, Томского государственного педагогического университета, Томского государственного университета, Геологического Института университета Нешатель (Швейцария). На базе ландшафтных катен, расположенных в пределах исследуемого полигона, проводится Научная Школа “Болота и биосфера” (грант ФЦП “Интеграция” Т0040).

6.1. Особенности природных условий

По ландшафтному районированию [45] территория исследований относится к типу западносибирских таежных ландшафтов, группе низменных аллювиальных и озерно-аллювиальных суглинистых равнин. Согласно ландшафтно-геохимическому районированию Западно-Сибирской равнины [73], исследуемая территория относится к болотно-таежной области мало- и среднепродуктивной с заторможенным и малой емкости биологическим круговоротом кальциево-азотного типа в сочетании с кремниевое-азотным, кислым и кислым глеевым классами водной миграции с йодными, йодо-бромными и бромными подземными минеральными водами.

Климат. Климат исследуемой территории континентальный. Средняя годовая температура воздуха – 1.6 °С . Средняя температура наиболее теплого месяца (июля) составляет +16.8 °С, самого холодного (января) - минус 20 °С. Абсолютный минимум - минус 51.3 °С; абсолютный максимум - +36.1 °С. Переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С весной наблюдается в среднем 16 апреля, осенью - 17 октября.

Район расположен в зоне избыточного увлажнения. Годовое количество атмосферных осадков составляет 469-506 мм; за теплый период выпадает 329-375 мм, что составляет 70 % годовой суммы.

Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде октября. Средняя из наибольших высот снежного покрова на открытых участках составляет 40-60 см, на защищенных 60-80 см. Разрушение устойчивого снежного покрова начинается во второй-третьей декадах апреля. Период со снежным покровом составляет в среднем 175 дней [1].

Геология и геоморфология. Территория представляет собой всхолмленную заболоченную равнину с абсолютными отметками 90-130 м. Выделяется два типа рельефа первого порядка: эрозионно-аккумулятивный (пойма и третья надпойменная терраса р. Бакчар) и эрозионный (древняя озерно-аллювиальная среднечетвертичная равнина и ее склон).

Современные озерно-болотные отложения широко развиты как на водоразделах, так и локально на поверхности террас и поймы. Отложения болот представлены торфом, их возраст не превышает 10 тыс. лет; подстилаются плотными водонепроницаемыми глинами Ширтинского и Тазовского объединенных горизонтов. В основании озерно-болотные отложения имеют слой мощностью до 0.8 м сильно илистой темно-серой гумусированной глины, иногда содержащей раковины пресноводных моллюсков. Мощность отложений меняется от 0.5 до 4 м в центральной части.

Почвы и растительность. По почвенно-географическому районированию Г.В. Добровольского и соавторов [26] территория Бакчарского района входит в западносибирскую провинцию южно-таежной подзоны.

Основная часть территории занята дерново-глебовыми почвами разной степени переувлажнения и болотными почвами.

Общая заболоченность территории достигает 50 %. Территория исследований целиком расположена в пределах древней долины пра-Оби, что определяет не только конфигурацию болот и их размещение, но и специфические особенности состава и строения торфяной залежи.

На водораздельных плато широко распространены грядовые и грядово-мочажинные верховые болота с уплощенно-выпуклой поверхностью, мощность торфа до 3.4 м. Особенностью данных болот, отличающей их от болот соседних территорий, является довольно обычная двуслойность в строении торфяных залежей. Как правило, нижние пласты залежи сложены осоковыми или гипново-осоковыми торфами [54], которые сравнительно недавно были перекрыты современными отложениями верховых сфагновых торфов. Такое разнообразие типов торфяной залежи [69] объясняют их затянувшейся стадией развития обусловленной, в свою очередь, повышенной карбонатностью подстилающих пород.

По периферии водораздельных болот широко развиты заболоченные территории с рослым древесным ярусом и маломощной торфяной залежью. В результате закономерностей развития комплексных олиготрофных массивов болот их современный растительный покров обычно состоит из следующих компонентов, сменяющих друг друга от краев к центру массива: эвтрофные ассоциации березовых согр с зарослями тростника; узкой

мезотрофной полосы; олиготрофных фаций: сосново-кустарничково-моховых (рямов), пушицево-сфагновых сообществ, транзитных топей.

В целом “обширные болотные массивы, по существу, здесь являются частями Васюганского болота, заходящего языками на водоразделы Икса-Шегарка, Икса-Бакчар, Бакчар-Тетеренка, Андарма-Галка и др.” [103, с. 63]

С целью выявления влияния природных факторов и получения количественных показателей были проведены полевые компонентные описания, камеральное дешифрирование аэрофотоснимков масштаба 1:16000 залета 1986 г. и составлена на их основе ландшафтно-типологическая карта 1:25000 масштаба. В качестве единицы картографирования представлены виды ландшафтов - по В.А. Николаеву [74] - совокупность доминирующих в ландшафте урочищ. Виды ландшафтов по геолого-геоморфологическим признакам объединены в роды (озерно-аллювиальные равнины); роды - в подтипы по зональному признаку (южно-таежные); подтипы сгруппированы в типы по почвенно-ботаническим признакам (лесоболотные). Последние косвенно индицируют гидроморфность ландшафтов. То есть в названии природно-территориальных комплексов (ПТК) присутствует таксономический ряд ландшафтов: виды, ряды, подтипы, типы, что соответствует масштабу составленной карты. Всего на территории исследований нами выделено и описано 56 ПТК [43].

6.2. Характеристика геохимически сопряженных ландшафтов бассейна реки Ключ.

Отдельные исследования проводились в пределах водораздельной болотной экосистемы (БЭС) на олиготрофных ландшафтах бассейна р. Ключ. Водосбор р. Ключ (правый приток р. Бакчар, площадь 58 км²) практически полностью представлен исследуемой БЭС и, таким образом, основным источником питания этого водотока являются болотные воды отрогов Васюганского болота (рис. 29). Гидрологический режим р. Ключ зависит от водообмена между БЭС и окружающей её территорией. В среднем и верхнем течении долина этой реки представлена слабо. В устьевой части (при впадении в р. Бакчар) русло врезано в толщу суглинков и глин на глубину 20 - 25 м [82]. Заболоченность бассейна р. Ключ составляет около 70%. Истоки реки расположены на периферии верхового болотного массива. Длина безрусловых склонов по линиям стекания от истоков р. Ключ до водораздела достигает 2.5-6.0 км.

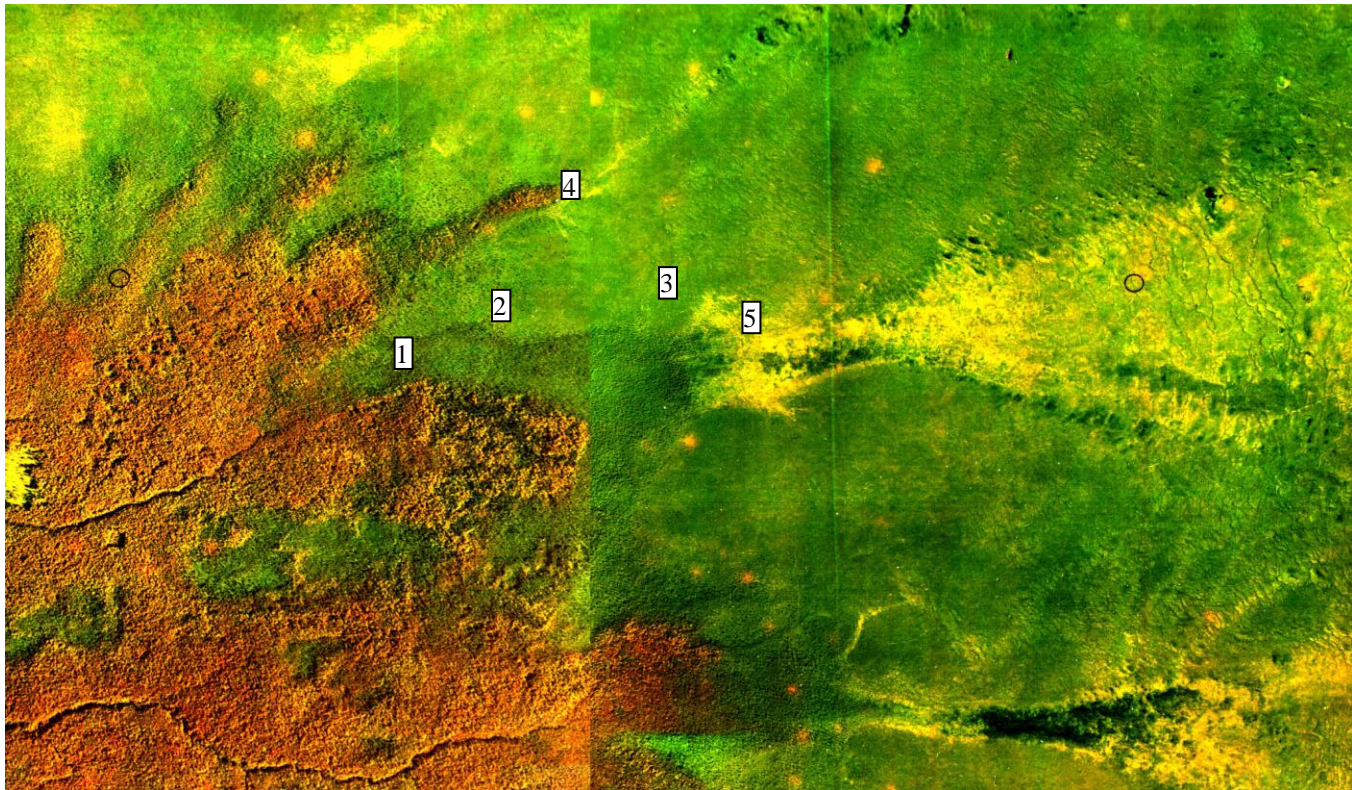


Рис.29. Пункты описания фитоценозов на ландшафтах бассейна р.Ключ.

Исследуемый участок с геохимически сопряженными в ландшафте биогеоценозами представляет собой эталонную для Бакчарского болотного округа систему [54].

Пункт 1 (березово-сосново-зеленомошный заболоченный лес) находится в русле р. Ключ, вытекающей из болота (см. рис.29).

Пункт 2 (сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз, высокий рям, см. рис. 8). Это крайка торфяного болота. Торфяная залежь высокорослого рьяма (рис. 30) глубиной 90 см имеет смешанное лесотопяное строение. В её формировании принимают участие пять видов торфа. Только два из них - осоковый низинный и сосново-пушицевый верховой достигают мощности 20 см (29% участия в строении торфяной залежи принимает каждый), остальные виды торфа имеют мощность около 10 см (по 14% участия).

В основании торфяной залежи п.2 лежит слой низинного осокового торфа высокой степени разложения (65%). Далее в развитии болота наступает мезотрофная стадия, растительные группировки которой отложили слой сильно разложившегося торфа переходного типа трех видов: древесно-сфагнового, пушицевого и древесно-травяного. Мезотрофная стадия развития болотной растительности меняется на олиготрофную, в течение которой отложился слой верхового торфа двух видов: сосново-пушицевый и магелланикум-торф. Верховой торф характеризуется средней и слабой степенью разложения. Средняя степень разложения торфяной залежи 39%.

Таким образом, стратиграфия торфяной залежи характеризует развитие крайковой части торфяного массива, где в течение длительного времени господствовали растительные ассоциации, относящиеся к лесотопяному подтипу.

Пункт 3 (сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз, низкий рям) имеет значительное протяжение по профилю (850 м) и типичный рямовый облик (см. рис. 9, 29). Строение торфяной залежи характеризует наиболее широко распространенную фацию исследуемого торфяного массива – рям (см. рис. 30). В этой точке отмечена самая большая глубина торфа - 3 м, залежь имеет смешанный топяной вид строения. Верховой торф представлен двумя видами - слабой степени разложения фускум (40 % участия) и средней степени разложения магелланикум (10 % участия) - образуют более мощный (1.5 м), чем в других пунктах пласт верхового торфа (см. рис. 30).

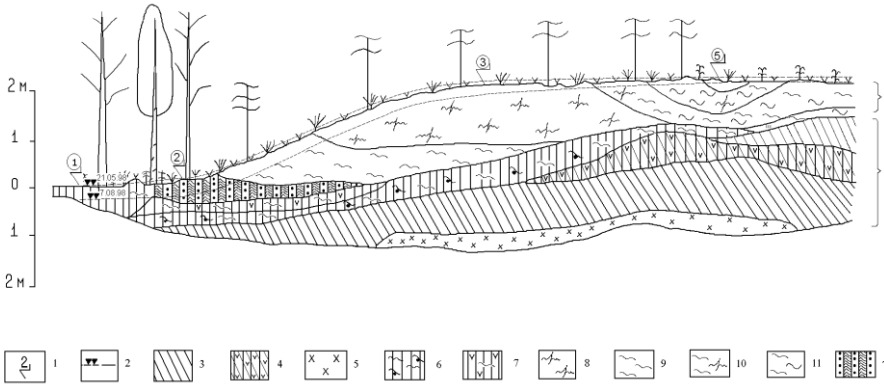


Рис.30. Схема размещения пунктов наблюдения по ландшафтам бассейна р.Ключ

1 - пункт наблюдения; 2 - уровень болотных вод; 3 - 12 - виды торфа: 3 - низинный осоковый, 4 - низинный древесно-осоковый, 5 - низинный хвощевый, 6 - переходный древесно-сфагновый, 7 - переходный древесно-травяной, 8 - фускум-торф, 9 - магелланикум-торф, 10 - верховой комплексный, 11 - сфагновый мочажинный, 12 - верховой сосново-пушицевый.

Пункты наблюдения на болотных фитоценозах: 1 – березово-сосново-зеленомошный заболоченный лес; 2 - высокий рям; 3 - низкий рям; 5 - осоково-сфагновая топь.

Типы залежи: В - верховая; П - переходная; Н - низинная.

В основании торфяной залежи лежит слой мощностью 30 см (10 % участка) хвощевого низинного торфа высокой степени разложения (50 %). Над ним более мощный слой осокового низинного торфа (40-50 %). На контакте двух пластов - верхового и низинного - располагается слой торфа переходного типа, отложенный когда-то существовавшими здесь мезотрофными растительными сообществами - древесно-осоковым и древесно-сфагновым. Наличие в торфе среди ископаемых растений значительной доли древесных остатков в мезотрофной фазе развития болота свидетельствует об уменьшении влажности и потеплении климата в этот период.

Пункт 4 (см. рис. 29) также представлен сосново-кустарничково-сфагновым фитоценозом на окрайке верхового болота, что и пункт 2, но в пределах этой территории болото растет не вверх, а внутрь, наступаая на расположенные рядом суходолы. Об этом свидетельствует строение торфяной залежи. Верхний слой (0-20 см) слагает верховой фускум торф средней степени разложения, ниже которого располагаются слои древесно-травяного переходного, древесно-осокового и древесного низинных торфов.

При продвижении к центру болота за сосново-кустарничково-

сфагновой группой формаций следует осоково-сфагновая (класс формаций травяно-моховой). На контакте между ними располагается грядово-мелкомочажинный комплекс групп формаций, представляющий собой полосу шириной 50-80 метров (пункт 6, рис. 29).

Торфяная залежь имеет комплексное строение - грядово-мочажинное. Сверху располагается пласт верхового торфа, как и во всех других скважинах олиготрофных ландшафтов бассейна р. Ключ. Под грядами и мочажинами сочетание слоев совершенно различно. Под мочажинами чередуются слои комплексного (25 % участия) и мочажинного (17 % участия) видов торфа, а под грядами - слои фускум (14 % участия в строении залежи), магелланикум (4.5 % участия) и пушицево-сфагнувого (18 %) видов торфа. Верховой торф только с поверхности имеет слабую степень разложения, а уже с 0.5 м залегает торф средней степени разложения.

Надо полагать, что переходная стадия развития была кратковременной, о чем можно судить по мощности отложившихся переходных видов торфа - под мочажинной 10 см шейхцериевого, под грядой 30 см осокового и древесно-травяного торфов. Под переходным торфом на грядах и мочажинах залегает низинный тип торфа, в котором преобладают два вида торфа: древесно-травяной и осоковый высокой степени разложения.

Пункт 5 - периферийная часть открытой осоково-сфагнуовой топи (см. рис. 29).

Слой верхового торфа показывает олиготрофную стадию развития болота, которая отражается в последовательной смене видов торфа: мочажинный, комплексный верховой, фускум (см. рис. 30).

Процесс смены растительных группировок при переходе болота из фазы грунтового питания в фазу атмосферного питания прошел очень быстро и в торфяной залежи не отразился. Поэтому переходный торф отсутствует.

Нижележащие слои с глубины 120 см сложены низинными, в основном осоковыми торфами (34.6 % участия). Средняя степень разложения низинного торфа - 35 % с колебаниями по слоям от 25 до 40 %.

Таким образом, весьма отчетливо отражается история развития болотного массива по стратиграфии торфяной залежи в бассейне реки Ключ, которая начиналась с господства эвтрофных травяных фитоценозов - хвощевых, а затем и осоковых. Следует отметить существенное преобладание эвтрофной и мезотрофной стадий. Переход в олиготрофную фазу сопровождался формированием сосново-кустарничково-сфагновых сообществ. В настоящее время большая часть торфяной залежи олиготрофных

ландшафтов бассейна р. Ключ перешла в олиготрофную стадию развития, мощность верхового торфа достигает 120 см.

6.3. Химические и биологические свойства торфяных залежей геохимически сопряженных болотных ландшафтов

Рассматриваемый сопряженный ряд БГЦ ландшафтного профиля позволяет рассмотреть геохимические закономерности стока веществ, начиная с автономной части через транзитную до его трансаккумулятивной части, выполняющей роль геохимического барьера (см. рис. 30).

Рассмотрим общетехническую характеристику и химический состав органического вещества (ОВ) торфов, слагающих торфяную залежь деятельных горизонтов БГЦ ландшафтного профиля (табл.18). Оценивая содержание ОВ, важно отметить, что ботаническая принадлежность торфа оказывает существенное влияние на его состав. Так, появление в ботаническом составе пушицы определило увеличение содержания битумов. Если провести сравнительный анализ состава ОВ деятельного и инертного горизонтов, то, прежде всего, заметно отличие по содержанию ГК, легко- и трудногидролизуемых (ЛГ и ТГ) веществ. Процесс гумификации наиболее выражен в инертном горизонте. Именно поэтому, в транзитной и трансаккумулятивной частях ландшафтного профиля отмечается увеличение ЛГ и ТГ в слое 50-100 см (см. табл. 18). Вместе с тем, более высокое содержание ЛГ веществ в зоне разгрузки вод (геохимический барьер ландшафтного профиля) свидетельствует об их частичной миграции в пределах инертного горизонта. Перераспределение водорастворимых соединений в деятельном аэробном горизонте наблюдается по всему ландшафтному профилю с наибольшим содержанием в трансаккумулятивной части ландшафта, что также подтверждает наличие процесса миграции веществ.

Таблица 18.

Общетехническая и химическая характеристика торфяных залежей биогеоценозов ландшафтного профиля

Положение в ландшафтном профиле	Слой, см	Ботанический состав	R, %	A, %	Групповой состав органического вещества, % мас.					
					<i>ВР</i>	ЛГ	<i>ТГ</i>	<i>ГК</i>	<i>Б</i>	<i>остаток</i>
Автономная часть (осоково-сфагновая топь)	0-50	Сфагновый мочажинный верховой	5	10.9	0.4	43.0	12.3	31.3	0.6	12.4
	50-100	Сфагновый мочажинный переходный	5	6.0	0.3	33.4	10.5	30.5	0.2	25.1
Транзитная часть (низкий рям)	0-50	фускум – торф	5	2.7	0.9	30.6	15.2	25.1	2.6	25.6
	50-75	фускум – торф	5	2.0	1.2	16.6	16.4	25.2	1.7	38.9
	75-100	медиум – торф	5	2.1	0.4	32.6	14.3	19.8	0.6	32.3
Трансаккумулятивная часть (высокий рям)	0-25	сосново-пушицево-сфагновый верховой	45	5.2	1.6	22.4	4.2	27.6	3.9	40.3
	25-50	древесно-пушицевый переходный	55	6.5	1.6	28.3	8.1	22.7	3.6	35.7
	50-75	древесно-пушицевый переходный	60	8.0	1.2	36.6	9.2	23.3	2.6	27.4
	75-100	древесно-пушицевый переходный	60	9.8	0.4	32.7	11.0	39.8	0.9	15.2

Примечание: R – степень разложения; A – зольность; ВР – воднорастворимые; ЛГ – легкогидролизуемые; ТГ – трудногидролизуемые; ГК – гуминовые кислоты; Б – битумы.

Исследования по биогеохимии торфяных болот показали, что торфяная залежь содержит значительные количества элементов, выполняя роль глобального сорбента (табл. 19). Если сравнить степень накопления элементов в торфяных залежах исследуемого ландшафтного профиля со средними фоновыми значениями, полученными нами ранее для торфов олиготрофного ряда [44], то можно отметить следующее: содержание Sm, Br, Sr, Ba сопоставимо со средним содержанием в западносибирских торфах верхового типа. По содержанию Co, Zn, Sc, Cr, Sr, Hg, La, Ce отмечается небольшое превышение по сравнению со средними фоновыми концентрациями. Существенно больше в исследуемых торфах содержится Ca и Fe. Их фоновые содержания соответственно равны 0.28 и 0.2% и в наибольшей концентрации они содержатся в трансаккумулятивной части ландшафтного профиля. Можно предположить, что миграция элементов осуществляется как в органической, так и в минеральной формах.

Рассмотрим микробиологические условия торфяных залежей БЦ ландшафтного профиля (табл. 20). Прежде всего, следует отметить достаточно высокую активность микрофлоры при наличии кислой реакции среды. Активная роль микроорганизмов в разрушении сложных ОВ торфа обусловлена особенностями их метаболизма. В микробную клетку могут поступать только относительно простые ОВ. Поэтому микробы разлагают высокомолекулярные соединения торфов вне клетки до уровня простых сахаров, аминокислот, жирных кислот и т. д. Разложение ОВ торфов происходит при участии, главным образом, аммонификаторов, разрушителей безазотистого ОВ, гумусоразрушающих микроорганизмов. Активность последних практически одинакова в деятельном и инертном горизонтах.

Ранее нами отмечалось наличие в основании озеро-болотных отложений исследуемой территории илистой темно-серой гумусированной глины, содержащей раковины пресноводных моллюсков, что оказало влияние на формирование химического состава стратиграфии торфяной залежи, изменило режим водно-минерального питания и привело к формированию залежей, обогащенных минеральными соединениями. Это также оказало влияние на структуру микробоценоза. Экстремальные значения численности микроорганизмов в деятельном и инертном слоях характеризуются наибольшими пределами в торфяной залежи осоково-сфагновой топи, где отмечается высокое содержание легкоусвояемых веществ, а УБВ не снижается за предел 25 см. В этой части профиля преобладают процессы минерализации, что подтверждается соотношением $KAA/MPIA$ (**Отношение микроорганизмов, произрастающих на крахмалоаммиачном агаре к микроорганизмам, произрастающим на мясопептонном агаре свидетельствует о соотношении процессов минерализации и гумификации; если отношение больше 1, то преобладают процессы минерализации и наоборот**). В торфяной залежи высокого яря, служащего

геохимическим барьером стока веществ с заболоченного водосбора р. Ключ, соотношение КАА/МПА свидетельствует о преобладании процессов гумификации над минерализацией. Таким образом, в условиях повышенной концентрации органических и минеральных соединений, привнесенных в трансаккумулятивную часть профиля, происходит биохимический процесс их полимеризации.

Весьма интересным будет также рассмотреть структуру и запасы микробной биомассы в торфяной залежи сопряженных в ландшафте БГЦ. Этот метод в отличие от метода посева позволяет выявить запасы жизнеспособной микробной биомассы. Природная вариабельность численности и концентрации микроорганизмов выявлена по всей глубине торфяной залежи, но более четко она проявляется в деятельном горизонте. Запасы микробной биомассы в изучаемых БГЦ ландшафтного профиля варьируют от 0.18 до 1.42 кг/м² в метровом слое и мало уступают аналогичным БГЦ европейской территории России, что также свидетельствует о высокой микробиологической активности торфяных залежей олиготрофного ряда. Вместе с тем, запасы микробной биомассы в торфяной залежи осково-сфагнутой топи в 4 раза выше, чем в залежи низкого ряма. Отмечается различие основных компонентов микробной биомассы в деятельном и инертном горизонтах. Если в первых преобладает мицелий грибов (43-83%), то в инертных – грибные споры и клетки дрожжей (57-93%). В инертном горизонте больше содержится спор и бактериальных клеток (9-42%). Таким образом, можно констатировать наличие активных биохимических процессов по всей глубине метровой торфяной залежи, но направление процессов в деятельном и инертном горизонтах различается.

Известно, что свойства торфов, слагающих торфяную залежь, оказывают влияние на формирование гидрохимического состава стока. Следует учитывать, что химический состав болотных вод и далее мигрирующего потока формируются за счет смешивания атмосферных осадков с болотными водами. Состав последних определяется поступлением подвижных соединений из торфяной залежи, прошедшей очередную стадию биохимических превращений.

Работами многих исследователей [16, 35, 36, 39, 61, 90] было показано, что торфяная залежь по биофизическим свойствам делится на 2 горизонта: деятельный и инертный. Вследствие наличия единого водоносного горизонта в торфяной залежи болотного массива, генеральное направление фильтрации воды в деятельном и инертном слоях совпадает с направлением поверхностного стекания. Основной объем болотных вод сбрасывается при снеготаянии по деятельному горизонту в краевые ложбины на границе торфяной залежи с незаболоченной частью водосбора, затоплива-

ет их и образует слабопроточную краевую топь. В летний же период латеральный сток с автономной части болотного массива по деятельному горизонту либо прекращается, либо резко снижается.

Известно, что точное положение границы между активным и инертным горизонтом всегда является до некоторой степени условным. Главным фактором, определяющим интенсивность биохимических процессов в активном горизонте являются, по мнению гидрологов-болотоведов, периодические колебания уровня болотных вод (УБВ) и их амплитуды и, вследствие этого, как считает К.Е.Иванов [39], периодический доступ кислорода из воздуха в толщу органических отложений. Мощность деятельного горизонта принимается равной расстоянию от поверхности болота до среднего многолетнего минимального УБВ, наблюдающегося за теплый период года. Наши исследования показали, что средние минимальные значения УБВ в трансаккумулятивной, транзитной и автономной частях соответственно равны 49, 21 и 11 см. Следовательно, эти глубины можно принять за деятельный горизонт, в котором проходит основной сток болотных вод в реку Ключ.

6.4. Современные режимы

Гидрологический. Особенности осенне-зимне-весеннего сезона в значительной степени определяют состояние бассейна, характер распределения и таяние снежного покрова. Основным фактором, определяющим величину весеннего стока, является запас воды в снежном покрове. Снегозапасы в приболотном лесу (п.1 см. рис. 29) и на болоте (п.5) практически одинаковы и превышают снегозапасы на открытых полевых участках в среднем на 20 %. Наиболее неравномерное распределение снежного покрова отмечается в грядово-мочажинном комплексе.

Снегомерные съемки, проведенные на олиготрофных ландшафтах, выявили отсутствие существенной разницы между максимальными снегозапасами на заболоченных и болотных участках, что позволяет взаимно использовать результаты снегомерных съемок. Коэффициенты вариации, характеризующие пространственную неравномерность распределения снегозапасов, составляют в лесах 0.10-0.15, сосново-сфагновых комплексах 0.10-0.20, грядово-мочажинных и грядово-озерковых комплексах 0.40-0.70.

Водный режим БЭС оказывает влияние на уровенный и водный режим р. Ключ. Согласно исследованиям К.Е. Иванова [6, 37] сток с болот начинает формироваться после подъема уровня грунтовых вод к верхним горизонтам деятельного слоя, характеризующихся высокими значениями коэффициента фильтрации, которые во много раз превышают возможные

интенсивности водоотдачи из снега и выпадения жидких осадков. Это приводит к тому, что в начальный период таяния снега вся талая вода расходуется на пополнение влагозапаса торфяной залежи и подъем уровня болотных вод (УБВ) на склонах верхового болотного массива и его периферии. Существенный сток начинает формироваться после подъема УБВ. Талая вода с открытого болота, вследствие более позднего таяния снега, частично расходуется на насыщение снега и верхнего горизонта, а оставшаяся часть поступает в русловую сеть. Отсюда следует, что на режим стока в период снеготаяния существенное влияние оказывает уровень грунтово-болотных вод перед началом таяния снега.

Частое наложение “болотной” и “лесной” волн половодья приводит к формированию преимущественно одномодального гидрографа половодья. Наибольшая интенсивность подъема уровней в период половодья составляет 0.4 м/сут. Пойма затопливается на 30-40 дней. Спад половодья происходит постепенно с наибольшей интенсивностью 0.3 м/сут, наименьшей – 0.1 м/сут и заканчивается во второй половине июня - начале июля. Сток за период половодья в среднем равен 82 мм (минимум 10мм в 1982 г. и максимум 267мм - 1986 г.). Согласно Д.А. Буракову [11] и наших наблюдений грунтово-болотная составляющая в подобных бассейнах с малым врезом русла участия в формировании половодья не принимает. Об этом же свидетельствует и то, что глубина промерзания торфяной залежи в этот период достигает 0.3-0.4 м.

После схода снега в формировании стока принимают участие грунтово-болотные воды, накопленные еще в период выпадения осенних дождей. Между стоком р. Ключ и уровнем болотных вод в этот период проявляется тесная связь (рис. 31). Общая продолжительность подъема УБВ весной составляет 5-35 дней и зависит от хода температуры воздуха и выпадения атмосферных осадков. Так в 1998 г. снижение УБВ ниже отметки средней поверхности началось только с 19 июля, на периферии болота – на неделю раньше (12 июля). Уровень болотных вод понижается в среднем на 1-2 см/сут, а в периоды без дождей – до 5 см/сут. В этот период сток р. Ключ определяется фильтрационными свойствами деятельного слоя торфяной залежи, который на исследуемом олиготрофном болоте достигает глубины на отдельных участках 0.2 – 0.6 м. В этом слое наблюдается самая высокая пористость и водопроницаемость. Коэффициент фильтрации деятельного слоя не выходит за пределы 1.2-9.7 м/сут [69]. Проведенные нами исследования показали, что в торфяной залежи БЭС отмечается чередование слоев с разной фильтрационной способностью. Так водоприток в шурф, площадью 0.126 м² из верхних горизонтов составил 0.21 л/сек, нижних - 0.042 л/сек.

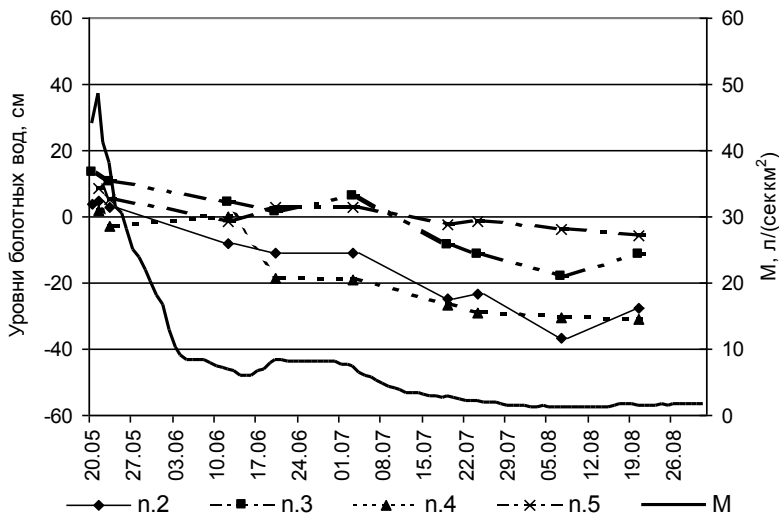


Рис.31. Динамика уровня болотных вод и стока р.Ключ.(М- модуль стока; п.2 – высокий ям; п.3 – низкий ям; п.4 – заболоченный лес; п.5 – осоково-сфагновая топь)

Сток в летний период уменьшается при общем снижении УБВ. Так в июле УБВ в центральной части болотного массива (открытая топь, п. 5) снижается до глубины 8.6 и 2.6 см соответственно, а в п. 2 и 4, расположенных на окраине болота, УБВ соответственно равен 24.8 и 26.6 см. Наибольшая амплитуда колебания УБВ (до 42 см) характерна для периферии болота, в центральной части болота она равна 14 см. Влажность деятельного слоя изменялась незначительно.

Таким образом, в условиях плоского рельефа и сильной заболоченности естественный дренаж осуществляется в небольших размерах. Так сток летней межени 1998 г. измеряется величиной 24 мм при общем стоке 97 мм. В маловодные годы водоток пересыхает, что отмечалось в 1980 и 1990 годах. Сток возобновляется осенью при выпадении осенних дождей.

Гидротермический и окислительно-восстановительный. Основными работами многих исследователей [16, 35, 36, 39, 61, 90] было показано, что торфяная залежь по биофизическим свойствам разделяется на 2 горизонта: верхний – относительно небольшой (менее 1м) и нижний, представляющий основную массу торфяной залежи. Различия

закljučаются, прежде всего, в интенсивности протекающих в этих слоях физических и биохимических процессов. По предложению В.Д. Лопатина [61], верхний горизонт стали называть активным или деятельным слоем (акротелл – на западе), нижний – инертным слоем (или катотелл). Изучение процессов, протекающих в активном слое, позволяет судить об условиях образования торфогенного слоя, то есть того слоя, в котором происходят процессы неполного разложения отмирающей растительности и формирования торфа.

Известно, что точное положение границы между активным и инертным горизонтом всегда является до некоторой степени условным. Главным фактором, определяющим интенсивность биохимических процессов в активном слое, является, по мнению гидрологов-болотоведов, периодические колебания уровня болотных вод (УБВ) и их амплитуды и, вследствие этого, как считает К.Е. Иванов [39], периодический доступ кислорода из воздуха в толщу органических отложений.

Согласно вышеизложенному, мощность активного слоя, характерная для любого типа болотного микроландшафта, может приниматься равной расстоянию от поверхности болота до среднего многолетнего минимального уровня болотных вод, наблюдающегося в теплый сезон года. При этом К.Е. Ивановым [39] утверждается, что более низкие положения периодически повторяющихся минимальных уровней, отмечающихся в отдельные сухие годы, по сравнению со средним их положением, уже не оказывают существенного влияния на процессы торфообразования.

Вместе с тем, на наш взгляд, следует учитывать, что, с современных позиций торф – это полукolloидная высокомолекулярная многокомпонентная полифракционная гидрофильная система [58]. Такие свойства торфа определяют все адсорбционные и электрокинетические явления, а следовательно, и интенсивность биохимических процессов в торфяной залежи. Нами высказывается предположение, что, исходя из вышеприведенного определения торфа, мощность активного слоя в торфяной залежи больше, чем это определено в понятии активного слоя К.Е. Ивановым [39]. Это предположение можно проверить с помощью анализа окислительно-восстановительных условий в торфяной залежи.

Рассмотрим, насколько соотносятся показатели ОВП активного горизонта уровню болотных вод на разных биогеоценозах исследуемого ландшафтного профиля. Так, ОВП торфяной залежи изменялся за период наблюдений от -274 до +928 мВ, что свидетельствует о неоднородности окислительно-восстановительных условий в пространстве и во времени. За этот же период УБВ в разных типах болотных ландшафтов колебался от +12.4см до -71см, при этом самые низкие уровни отмечались на высо-

ком ряме.

Период исследований охватывал годы умеренно влажные (гидротермический коэффициент (ГТК) = 1.1 в 1998 и 2000 гг.) и засушливый (в 1999 г. ГТК = 0.6). Учитывая, что ряд наблюдений небольшой, при выделении активного слоя пользовались показателями среднегодовых уровней. Если рассмотреть средние уровни болотных вод за теплый период года (табл.21), то активный слой торфа на разных биогеоценозах изменяется от 4 до 27см. Анализ представленных данных за 3 года исследований позволяет сделать вывод о том, что активный слой на биогеоценозах исследуемого профиля составляет не более 30см.

Таблица 21.

Средние уровни болотных вод 1998-2000 гг., см.

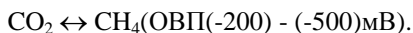
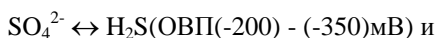
Годы	Пункты наблюдений		
	2	3	5
1998	13	4	0
1999	37	9	6
2000	33	8	7
Среднее/среднее	<u>27</u>	<u>7</u>	<u>4</u>
минимальное	49	21	11

Таблица 22.

Динамика Eh в торфяной залежи, мВ (числитель – слой 0-50 см, знаменатель – слой 50-100 см).

Годы	Пункт наблюдений	Месяцы				
		<i>Май</i>	<i>Июнь</i>	<i>Июль</i>	<i>Август</i>	<i>Сентябрь</i>
1998	Осоково-сфагновая топь	<u>399</u>	<u>401</u>	<u>289</u>	<u>255</u>	<u>273</u>
		115	22	-65	-78	-55
	Низкий рям	<u>690</u>	<u>491</u>	<u>476</u>	<u>463</u>	<u>657</u>
		331	203	-40	-28	439
	Высокий рям	<u>542</u>	<u>231</u>	<u>469</u>	<u>414</u>	<u>404</u>
		152	-224	-181	-167	-168
1999	Осоково-сфагновая топь	<u>622</u>	<u>605</u>	<u>414</u>	<u>230</u>	<u>489</u>
		556	551	217	36	-78
	Низкий рям	<u>604</u>	<u>558</u>	<u>658</u>	<u>596</u>	<u>665</u>
		573	521	519	66	276
	Высокий рям	<u>387</u>	<u>229</u>	<u>356</u>	<u>429</u>	<u>585</u>
		121	3	-135	-165	2
2000	Осоково-сфагновая топь	<u>314</u>	<u>419</u>	<u>489</u>	<u>293</u>	<u>295</u>
		-54	-10	-8	-44	-35
	Низкий рям	<u>687</u>	<u>700</u>	<u>665</u>	<u>558</u>	<u>592</u>
		63	608	276	86	411
	Высокий рям	<u>468</u>	<u>513</u>	<u>585</u>	<u>427</u>	<u>418</u>
		-140	-35	2	-152	-156
2001	Осоково-сфагновая топь	<u>318</u>	<u>233</u>	<u>227</u>	<u>256</u>	<u>176</u>
		25	-36	33	-19	29
	Низкий рям	<u>467</u>	<u>587</u>	<u>594</u>	<u>516</u>	<u>514</u>
		35	171	147	9	108
	Высокий рям	<u>415</u>	<u>438</u>	<u>431</u>	<u>387</u>	<u>414</u>
		-141	-156	-158	-152	-146

Проведем сравнение полученных данных с показателями ОВП (табл.22). Все значения ОВП в слое 0-50см превышают величину 200мВ. Последняя считается границей перехода восстановительных условий в окислительные. Значения ОВП выше 350мВ свидетельствуют о стабильном преобладании окислительных процессов [78]. Реакции окисления и восстановления, как правило, происходят в присутствии кислорода, который содержится в гетерогенной многофазной среде, какой является торфяная залежь, даже в затопленном состоянии. В слое 50-100см (см. табл.22) господствуют восстановительные условия, свидетельствующие о преобладании в торфяной залежи окислительно-восстановительных систем типа:



Но и в этом слое в отдельные периоды отмечается динамика окислительно-восстановительных процессов, выражающаяся в чередующейся смене периодов с различными значениями ОВП. Следует отметить, что именно в этом слое выражена пространственная неоднородность развития окислительно-восстановительных процессов. В особенности это отмечается в торфяной залежи низкого яра и открытой топи.

Важно отметить, что торф на 70% состоит из органического вещества, которое относится к числу важнейших компонентов, определяющих протекание окислительно-восстановительных процессов. В органическом веществе торфов содержится до 40% гуминовых веществ, которые обладают сильно выраженной восстановительной способностью и, следовательно, обычные градации оценки окислительно-восстановительного состояния, приведенные выше, не совсем приемлемы для торфяной залежи. Надо полагать, что эта оценка происходит в сторону завышения восстановительных условий. Отсюда следует, что предел 200мВ, являющийся в минеральных грунтах границей перехода к восстановительным условиям, в органогенном слое должен быть много ниже. Поэтому при описании окислительно-восстановительных процессов торфяной залежи нам представляется, что будет правильнее принять за границу перехода к восстановительным условиям $\text{ОВП} = 0\text{мВ}$. Конечно же, это положение в дальнейшем должно быть ещё изучено.

В умеренно влажном 1998 г. изоплета "0мВ", характеризующая восстановительные условия, проходила на глубине 90см (рис.32), в засушливом 1999 г., начиная с июля, ОВП имел интервал значений от 0 до 800мВ, характеризуя резко контрастные условия. Аналогичные результаты были получены в умеренно-влажных условиях 2000 г., когда ОВП метрового слоя на протяжении всего теплого периода изменялся в пределах 0-800мВ, а в августе и сентябре вся метровая залежь характеризовалась резко окис-

лительными условиями (400-600мВ).

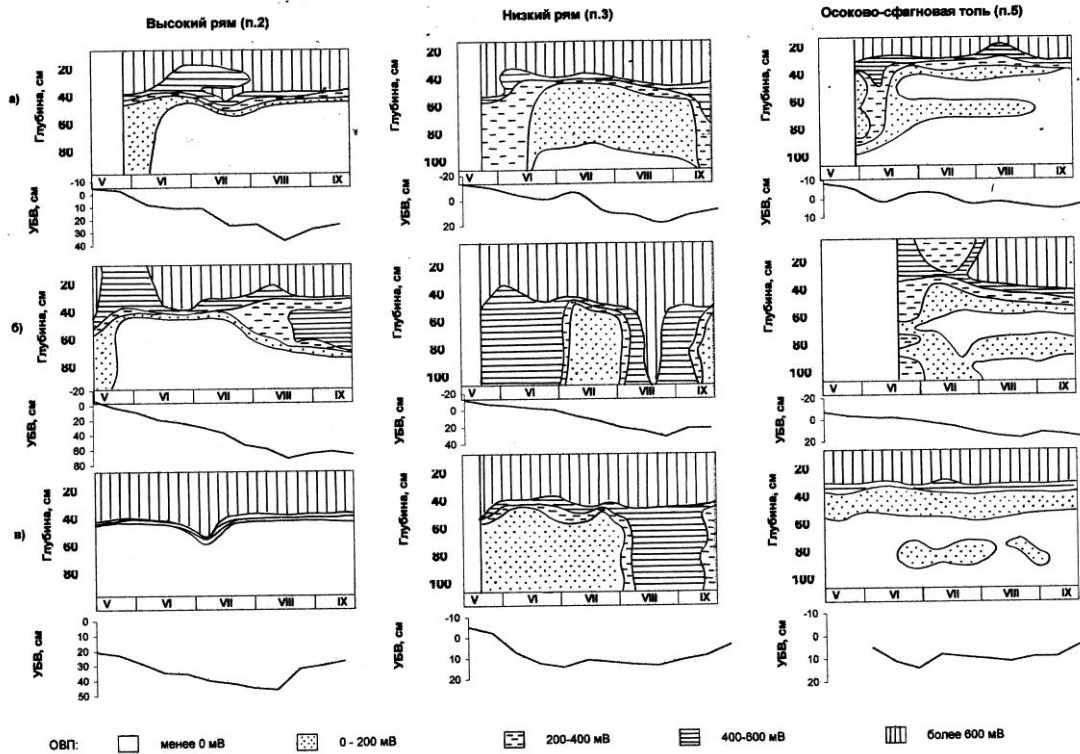


Рис.32. Динамика ОВП в торфяной залежи ландшафтного профиля в 1998 (а), 1999 (б) и 2000 (в) годах.

В то же время на открытой топи динамика ОВП характеризуется варьированием не по глубине торфяной залежи, а во времени (см. рис.32). В течение всех 3 лет исследований изоплеты ОВП в пределах 0-200мВ простираются на глубине 50-70см на протяжении всего теплого периода. Все это позволяет признать, что осоково-сфагновая топь формируется в условиях проточных болотных вод, стекающих с водораздельных пространств, различных по насыщенности кислородом.

На основании вышеизложенного можно сделать предположение, что мощность активного слоя олиготрофных болот в условиях естественного залегания, судя по величине ОВП, больше, чем предполагал К.Е. Иванов по среднемноголетнему минимальному уровню болотных вод.

Высказанное положение подтверждается проникновением активных температур вглубь торфяного профиля (табл.23), что также свидетельствует об активизации биохимических процессов в метровой толще торфяной залежи. В 1998г по пунктам наблюдений стационарно были заложены датчики температуры до глубины 1м. Рассмотрим температурные условия по пунктам наблюдений на примере 1998 года.

По метеорологическим условиям 1998 год характеризовался как жаркий и засушливый. Общая сумма осадков за май-сентябрь составила 136.1 мм или 57% от среднемноголетней нормы. По температурным условиям июль был самым засушливым и жарким. Среднемесячная температура июля 20.5°C, максимальная – 27.4°C, а количество осадков - 5.9мм.

Известно, что при одинаковом потоке тепла в торфяных почвах, в отличие от минеральных, происходит нагревание в основном поверхностного слоя, что объясняется их высокой влагонасыщенностью.

В торфяной залежи заболоченного леса наблюдалось полное соответствие температурного режима в слое 0-20 см динамике температур воздуха. Переход температуры через 5°C в слое 0 - 10 см отмечался в середине мая, на глубине 20 см – только в начале июня. Слой 0-20 см прогрелся до 10°C в первой декаде июля, период активных температур (более 10°C) составил 65 дней.

В высоком ряме (п.2) с мощностью торфяного слоя 90 см переход температуры торфяной залежи через 5°C произошел 27 мая. Следует заметить, что с глубиной колебания температуры, определяемые погодными условиями, существенно снижаются. Слой торфа глубже 60 см характеризуется относительно стабильной температурой в пределах 2.6 – 8.6°C. Период активных температур длился также как и в торфяной залежи заболоченного леса - 65 дней. Торфяная залежь полностью прогрелась до 15.6°C в начале августа.

Более высокими температурами характеризовалась торфяная залежь

низкого яря (п.3). Полуметровый слой торфяной залежи прогрелся до 5°C в середине мая, метровый – в конце мая. В июле – начале августа высокие температуры воздуха способствовали прогреванию всего метрового слоя до 15°C. Период активных температур в слое 0-50 см длился 100 дней.

Своеобразным температурным режимом отличается торфяная залежь осоково-сфагнутой топи (п.5). Отсутствие древесного яруса и активное внутрпочвенное перемещение влаги, стекающей с прилегающей территории, приводит к формированию в профиле разнородных по температурным условиям слоев. Так, верхний полуметровый горизонт осоково-сфагнутой топи прогрелся до 10°C в начале июня, но затем резкое снижение УБВ в подчиненных ландшафтах, надо полагать, вызвало перемещение непрогретых болотных вод, и в слое 25-55 см с начала июля и до начала августа отмечалось понижение температуры до 7-10°C. А на глубине 75-85 см с середины июля до начала сентября продолжалось прогревание до 15-17°C, при средней температуре торфяной залежи 10-15°C.

Завершая изложение, ещё раз подчеркнем, что многие проблемы свойств активного слоя остаются недостаточно исследованными. К ним можно отнести и исследования окислительно-восстановительного состояния активного слоя. С другой стороны, ОВП может служить комплексным показателем интенсивности и направленности протекания биохимических процессов и, следовательно, более достоверно характеризовать границы активного слоя олиготрофных болот.

Таблица 23.
Характеристика температурного режима торфяной залежи в пунктах наблюдений за май-сентябрь.

Показатель	Годы	Пункты наблюдений		
		2	3	5
Дата перехода изотермы 10°C в начале теплого периода на глубине 50см	1998	20.06	20.05	25.05
	1999	10.06	5.06	20.06
	2000	не переходила	15.08	1.07
Глубина проникновения изотермы 10°C, см	1998	>100	>100	>100
	1999	60	>100	>100
	2000	40	72	>100

Длительность периода с температурой выше 10°C на глубине 50см, дни	1998	100	120	120
	1999	15	68	70
	2000	0	13	20

Примечание: п.2 – высокий рям, п.3 – низкий рям, п.5 – осоково-сфагновая топь.

Гидрохимический. О воде как важнейшем компоненте природной среды, обеспечивающем жизнь на Земле и сохраняющем Биосферу, написано достаточно много. Хорошо известно, что все природные воды представляют собой единое целое, однако их качественный и количественный состав определяются региональными особенностями.

За последние годы возросли антропогенные нагрузки на водные ресурсы. Учитывая, что водный фактор является наиболее адекватным индикатором экологического состояния окружающей среды, современная концепция устойчивого развития уделяет ему особое внимание. Знание фоновой составляющей химического состава природных вод позволяет прогнозировать и степень антропогенного вмешательства в природный процесс. Поэтому изучение конкретных водных объектов и характерных для них физических, химических и биологических процессов трансформации веществных и энергетических потоков на водосборных территориях представляет большую перспективу в отношении химической компоненты общего геостока на Земле.

Болота занимают 4% суши и аккумулируют в себе около 4.3 тыс. км³ воды, состав которых имеет ряд особенностей: они обогащены органическим веществом (ОВ) гумусовой природы, почти не содержат растворенного кислорода, имеют низкую минерализацию. Согласно А.И. Перельману, болотные воды по окислительно-восстановительным условиям представляют собой неравновесную систему, для которой характерны ассоциации окислителей (O₂, Fe³⁺) и восстановителей (растворенные гуминовые кислоты и Fe²⁺). Наличие большого количества гумусовых веществ (ГВ) специфической природы объясняет отсутствие в болотных водах баланса между катионной и анионной составляющими. Среди ГВ выделяют две главные совокупности: гуминовые кислоты (ГК) и фульвокислоты (ФК), последние более растворимы, что объясняется высоким вкладом в их структуру карбоксильных групп и фенольных оксигрупп. Поэтому содержание ФК в болотных водах почти на порядок превышает содержание ГК. Высокая обменная емкость ГК обеспечивает образование проч-

ных комплексных соединений с ионами металлов. Именно комплексообразование с ГК играет решающую роль в процессах растворения, переноса и отложения элементов в зоне гипергенеза.

Геохимический аспект воздействия болот на состав речных и подземных вод практически не исследован. С одной стороны БЭС являются геохимическими барьерами [21], которые благодаря своей высокой сорбционной способности закрепляют большой спектр загрязняющих веществ из атмосферы, выводя их из круговорота веществ. Но с другой стороны, сложный химический состав самих торфов в торфяной залежи БЭС, их физколлоидная структура формируют собственный гидрохимический состав болотных вод. Атмосферные осадки прежде чем попасть в подземные водоносные горизонты проходят стадию болотного генезиса. В органической среде торфяной залежи преобразуются и грунтовые воды, питающие БЭС. В итоге образуются пресные воды, обогащенные углекислотой, метаном, растворенными органическими веществами, железом, марганцем и другими болотными компонентами. Так образуется особый вид болотных вод, состав и процессы взаимодействия в которых изучены недостаточно.

Все процессы взаимодействия водных масс с продуктами жизнедеятельности биогеоценозов можно, в какой-то мере, рассматривать как особую региональную термодинамическую систему (солнечно-бассейновая единица по [46]), в которой главенствующая регулирующая роль принадлежит живому веществу. Кроме того, болота верхового типа являются элювиально геохимически автономными, что позволяет проследить миграционный поток веществ в балансовом варианте.

Болотную воду на анализ отбирали в колодцах каждого болотного фитоценоза (пп. 2, 3, 4, 5), а также в р. Ключ и в р. Бакчар до впадения в нее р. Ключ. Макрокомпоненты анализировались по общепринятым методикам [99], гуминовые и фульвокислоты по [76]. Определение концентраций тяжелых металлов (ТМ) проводилось по аттестованной методике количественного атомно - эмиссионного анализа с приготовлением зольного остатка по госту 27784 -88.

Вынос элементов со стоком р. Ключ со всей водосборной площади рассчитывался по суточным интервалам. По значениям концентраций соответствующих элементов и среднему суточному расходу воды определялся расход каждого элемента, как произведение концентрации на расход воды. Вынос за более продолжительные интервалы времени рассчитывался суммированием суточных величин выноса.

Объем стока, его динамика и условия формирования определяют ми-

грационный поток веществ с олиготрофных ландшафтов в болотные реки. Результаты изучения концентрации химических элементов в р. Ключ (табл. 24) выявляют их значительную изменчивость в разные годы и гидрологические фазы стока.

Таблица 24.

Химический состав речных и болотных вод за 1994 – 1998гг., мг/л

Компоненты	р.Бакчар	р.Ключ	Болотные воды				Твердые атмосферные осадки**
			заболоченный лес, п.4	высокий рям, п.2	Низкий рям, п. 3	открытая топь, п.5	
PH	<u>6.5-7.5</u>	<u>6.6-7.1</u>	<u>3.8-4.6</u>	<u>4.6-5.6</u>	<u>3.6-4.3</u>	<u>3.9-4.5</u>	7.0
	7.2	6.7	4.1	4.7	4.0	4.1	
Ca ²⁺	<u>9.3-45.3</u>	<u>8.0-28.0</u>	<u>0.5-15.6</u>	<u>3.0-7.2</u>	<u>0.6-6.2</u>	<u>1.0-6.0</u>	0.7
	32.5	17.6	3.6	5.2	1.9	2.6	
Mg ²⁺	<u>7.3-18.8</u>	<u>6.7-15.2</u>	<u>0-2.2</u>	<u>0.5-6.3</u>	<u>0-3.0</u>	<u>0-4.3</u>	0
	12.1	9.9	1.0	2.6	1.6	1.7	
Na ⁺	<u>1.4-14.0</u>	<u>1.7-2.6</u>	<u>0.2-0.8</u>	<u>0.1-1.9</u>	<u>0.4-0.7</u>	<u>0.1-1.1</u>	1.5
	5.3	2.2	0.6	1.2	0.6	0.7	
* NH ₄ ⁺	<u>0.2-3.8</u>	<u>0.4-3.9</u>	<u>0.2-2.5</u>	<u>0.4-4.1</u>	<u>0.2-2.9</u>	<u>0.2-2.3</u>	1.2
	1.6	1.8	1.4	2.3	1.4	1.4	
* Fe _{общ}	<u>1.5-4.9</u>	<u>2.0-5.9</u>	<u>1.4-4.8</u>	<u>1.6-7.0</u>	<u>1.6-3.8</u>	<u>1.0-3.8</u>	0.01
	3.1	3.6	3.1	4.7	2.8	2.5	
HCO ₃ ⁻	<u>54.3-160.0</u>	<u>24.4-109.1</u>	<u>0.0-20.0</u>	<u>4.8-24.5</u>	<u>0.0-13.5</u>	<u>0.0-12.8</u>	8.5
	96.5	56.6	6.5	11.8	3.6	3.5	
SO ₄ ²⁻	<u>0.0-0.8</u>	<u>0.0-3.8</u>	<u>0.0-1.3</u>	<u>0.0-1.0</u>	<u>0.0-2.9</u>	<u>0.0-3.3</u>	1.0
	0.3	1.8	0.3	0.3	0.5	0.7	
NO ₃ ⁻	<u>0.23-1.7</u>	<u>0.3-2.4</u>	<u>0.0-1.7</u>	<u>0.3-0.8</u>	<u>0-1.9</u>	<u>0.2-1.4</u>	0.3
	0.63	1.5	0.6	0.5	0.7	0.7	
* NO ₂ ⁻	<u>0.002-0.07</u>	<u>0.002-0.1</u>	<u>0.0-0.07</u>	<u>0.0-0.01</u>	нет	<u>0.0-0.009</u>	Нет
	0.03	0.03	0.02	0.004		0,004	

Примечание: * - данные за 1998г. ** - средние значения.

Болотное происхождение малого водотока р. Ключ определяет пониженное содержание в воде средних значений ионов Ca^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , но несколько повышенное - $\text{Fe}_{\text{общ}}$, NH_4^+ и появление промежуточного продукта восстановления нитратов $\text{NO}_3^- \text{--} \text{NO}_2^-$, который может присутствовать только в восстановительных условиях. Воды р. Ключ обогащены органическим веществом, что подтверждается высокими значениями химического потребления кислорода (ХПК), гуминовых и фульвокислот (табл. 25). Химический состав вод р. Бакчар, берущей начало с болот и протекающей среди них, в значительной степени повторяет химический состав вод р. Ключ.

Таблица 25.

Содержание органических веществ, мг/л, 1994-98 гг.

Компоненты	р.Бакчар	р.Ключ	Болотные воды			
			заболоченный лес	высокий рям	низкий рям	открытая топь
Углерод (С)	<u>14-49</u> 30	<u>28-85</u> 55	<u>36-82</u> 53	<u>56-106</u> 78	<u>46-109</u> 65	<u>37-96</u> 54
ХПК	<u>94-200</u> 146	<u>81-293</u> 181	<u>81-220</u> 155	<u>108-269</u> 175	<u>60-222</u> 142	<u>103-216</u> 166
Гуминовые кислоты	<u>3.5-16.7</u> 9.2	<u>5.8-25.1</u> 17.8	<u>5.9-27.9</u> 14.3	<u>10.6-27.0</u> 16.8	<u>4-26.1</u> 12.5	<u>6.1-20.0</u> 11.0
Фульвокислоты *	<u>28.6-32.7</u> 30.6	<u>41.5-61.6</u> 51.3	<u>47.6-59.5</u> 52.3	<u>81.0-92.4</u> 87	<u>51.4-60.2</u> 56	<u>42.6-53.3</u> 49.6

Примечание: в числителе – экстремумы; в знаменателе – среднее значение; * - за 1998 г.; ХПК – химическое потребление кислорода

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что атмосферные осадки, формирующие сток рек, успевают перемешаться с водами зоны деятельного слоя торфяной залежи, прошедшими биохимический цикл обменных процессов в системе торф - вода.

Отсюда следует, что химический состав стока веществ болотной реки формируется в деятельном слое торфяной залежи каждого биогеоценоза геохимически сопряженных олиготрофных ландшафтов.

Большое значение имеют окислительно-восстановительные условия деятельного слоя торфяной залежи болота, в которых формируется гидрохимический состав болотных вод с индивидуальными особенностями, соответствующими каждому типу фитоценоза. Наибольшая концентрация практически всех компонентов отмечается на окрайке болота в заболо-

ченном лесу (п.2). На исследуемом водосборе этот фитоценоз играет роль геохимического барьера.

Специфичность органоминерального типа болотных вод проявляется и в элементном составе (табл. 26). Имеющиеся немногочисленные исследования по биогеохимии торфяных болот показали, что торфяная залежь содержит значительное количество рассеянных элементов, выполняя роль глобального сорбента, регулирующего их содержание [25]. Разными авторами было показано, что в поглощении ионов преимущественно участвуют тонкодисперсные частицы, полуторные оксиды и гуминовые вещества, которые в больших концентрациях содержатся в болотной воде [40, 92].

Таблица 26.

Содержание элементов в болотной воде и стоке р. Ключ, среднее за вегетационный период, мкг/л.

Пункт отбора	Pb	Cu	Mn	Zn	V	Cr	Ni	Yb	Ti	Ga	Hg	Sr
Открытая топь (п.5)	0.95	0.95	159.16	11.38	0.95	2.59	1.95	0.12	6.18	0.39	0.08	27.03
Низкий рям (п.3)	0.75	6.80	45.12	7.52	1.78	2.39	1.43	0.14	7.99	0.63	0.08	31.05
Высокий рям (п.2)	1.06	4.62	52.87	5.95	2.44	2.52	1.42	0.20	8.35	0.63	0.13	49.51
Заболоченный лес (п.1)	0.72	5.38	76.53	8.77	1.30	1.84	1.33	0.13	6.84	0.47	0.08	30.89
р.Ключ (верх)	0.57	0.57	36.44	2.28	0.76	1.52	0.81	0.12	4.81	0	0.08	31.69
р.Ключ (низ)	0.56	0.56	170.9	7.48	0.99	2.15	1.38	0.17	7.25	0.67	0.11	50.96
В водах верховых болот[4]	0.60	0.50	41.90	5.70	-	-	0.70	-	2.60	-	-	-
В водах верховых болот[1]	-	3.80	10.00	38.00	-	-	-	-	-	-	-	-
В верховых торфах Западной Сибири[4]	3.10	7.00	74.70	6.60	2.10	7.60	-	0.36	-	-	0.45	79.40

Примечание: - отсутствие элемента

Согласно [44], содержание микроэлементов в торфах Западной Сибири в значительной степени определяется их ботаническим составом, и в меньшей степени они концентрируются в верховых торфах. Поэтому содержание элементов в болотных водах открытой топи (п.5), сложенной с поверхности верховым сфагновым торфом слабой степени разложения, меньше чем на периферии болота (п.2, высокий рям). Исключение составляют соединения Ti и Sr, содержание которых одинаково по всем геохимически сопряженным ландшафтам бассейна реки Ключ. В исследованных болотных водах практически всех фитоценозов отмечается высокое содержание тяжелых металлов по сравнению с приведенными в работах ряда исследователей [3, 69].

Биохимические процессы, протекающие в торфяных залежах, определяют химический состав болотных вод, представляющих собой усредненную пробу метрового слоя торфяной залежи каждого БГЦ исследуемого ландшафтного профиля. Известно, что углерод в форме растворимых фенольных, альдегидных, карбоксильных соединений, а также фульво- и гумусовых кислот присутствует в болотной воде верховых болот в пределах 20-105 мг/л. Содержание водорастворимого углерода в исследуемых водах в своих максимальных значениях составляет 145.6 в трансаккумулятивной части ландшафтного профиля и 80.5 мг/л – в автономной. Высокое содержание углерода отмечается в реках Ключ и Бакчар (река вытекает из Васюганского болота, площадь водосбора -2040 км²). Отмеченная закономерность проявляется и в показателях окисляемости.

Важная роль в формировании гидрохимического состава болотных вод принадлежит водорастворимым гумусовым кислотам, особенно фракциям ФК. Воды болот в этом случае характеризуются желтоватой окраской, а величина окисляемости обычно имеет значение от нескольких десятков до сотен мг О₂/л, в среднем составляя 200-300 мг О₂/л. Содержание водорастворимого углерода в снеге, например, не превышает 8 мг/л, окисляемость – 12.3 мг О₂/л. Превышение содержания ФК относительно ГК в исследуемых водах составляет 5-20 раз, чаще до 10, что вполне соответствует содержанию их в торфах. Высокое содержание в торфах подвижных соединений ОВ и достаточно высокая микробиологическая активность всего профиля торфяной залежи также подтверждают, что химический состав стока с заболоченного водосбора определяется не только атмосферными осадками, как это полагают некоторые исследователи, а в том числе за счет трансформационных процессов в самой торфяной залежи. В целом же сток с болота осуществляется посредством поверхностного и внутризалежного стока. Глубина формирования последнего, по нашим исследованиям, определяется мощностью деятельного горизонта в нашем понимании, что было рассмотрено выше. В связи с тем, что интенсивность процессов разложения торфа на верховом болоте возрастает от центра к

краевой части болота (автономная – трансаккумулятивная части профиля), это приводит к увеличению содержания всех компонентов геохимического стока в этом направлении. Вместе с тем, высокая миграционная способность ФК объясняет тот факт, что главной миграционной формой многих элементов в речных водах являются прочные растворимые высокомолекулярные фульватные комплексы анионного типа. Комплексообразование с природными лигандами объясняет механизм самых разнообразных процессов, происходящих в зоне гипергенеза.

Таким образом, общий вынос минеральных и ОВ согласуется с отмеченными выше закономерностями по водному стоку и миграции веществ в ландшафтном профиле. В целом динамика выноса элементов определяется преимущественно ходом стока воды, показатель которого – синхронность распределения ежедневных расходов воды и химических элементов.

В целом динамика выноса элементов определяется преимущественно ходом стока воды. Подтверждением этого является синхронность распределения ежедневных расходов воды и концентрации в ней химических элементов. Общий объем выноса химических элементов за период стока составил: Ca^{2+} - 1398 кг/км², $\text{Fe}_{\text{общ}}$ - 311, SO_4^{2-} - 391, NO_3^- - 236, NO_2^- - 1, Pb - $2.253 \cdot 10^{-3}$, Mn - $317.29 \cdot 10^{-3}$, Zn - $41.191 \cdot 10^{-3}$, Ni - $8.151 \cdot 10^{-3}$, Ti - $29.651 \cdot 10^{-3}$ кг/км². Вынос со стоком растворенного органического вещества оказался равным 6945 кг/км² или $6.9 \text{ гм}^{-2} \cdot \text{г}^{-1}$.

По видимому, динамика ОВ имеет иные закономерности миграции. Прежде всего это определяется сложным составом ОВ собственно болотных вод. К этому следует добавить сложный комплекс химических реакций, включающих в себя процессы синтеза и ресинтеза ОВ в торфяной залежи, а также микробоэнзимологические превращения ОВ самих торфов. По результатам исследований выявляется общая направленность миграционных процессов от открытой топи к заболоченному лесу, и в трансаккумулятивной части ландшафта происходит окончательное формирование состава болотной воды, которая затем поступает в водоприемник (р. Бакчар).

Более детально рассмотрим данное предположение на примере динамики ИК спектров веществ фенольной природы, которые могут составлять от 3-5 до 41 % от общей суммы водорастворимых ОВ. Сравнительное исследование в торфах и осадках болотных вод ландшафтного профиля ИК-спектров и их спектральных коэффициентов, отражающих соотношение гидрофильной и гидрофобной составляющих в структурах молекул полифенолов, позволило выявить особенности миграции водорастворимых ОВ. Как правило, количество гидроксильных, фенольных гидроксил-

лов, карбоксильных групп и ароматических фрагментов повышается в водорастворимых веществах в августе, сентябре, что объясняется высокой микробиологической активностью в системе: торфяная залежь - болотные воды, прогретой в этот период до 15⁰С.

В болотной воде автономной части ландшафта соотношение оптических плотностей гидроксильных групп D_{3400}/D_{1460} колеблется от 0.89 до 1.49, фенольных гидроксилы $D_{1270}/D_{1460} - 0.78-0.86$, карбоксильных групп $D_{1720}/D_{1460} - 1.16-1.28$ и ароматических фрагментов $D_{1620}/D_{1460} - 1.20-1.85$. В водорастворимых веществах транзитной и трансаккумулятивной части повышается доля фенольных гидроксилы D_{1270}/D_{1460} до 0.96 и карбоксильных групп $D_{1720}/D_{1460} - 1.73$ по сравнению с автономной частью. В реках Ключ и Бакчар для водорастворимых веществ характерно незначительное содержание перечисленных функциональных групп вследствие разбавления мигрирующего потока поверхностными водами, стекающими с незаболоченной части территории. Возможно этими причинами объясняются также иные закономерности миграции ОВ в системе сопряженных олиготрофных ландшафтов.

Таким образом, рассматривая условия формирования химического состава, качества болотных, речных вод заболоченных водосборов и роль болот в этом процессе, необходимо, во первых, учитывать соподчиненность ландшафтов в речном бассейне и участие поверхностного и внутриболотного стока в зависимости от периода вегетации.

Во вторых, крайне важным является более детальные исследования ботанического состава торфяного профиля БЭС. Так, анализируя химический состав болотных вод, мы исходили из общего представления строения торфяной залежи по ландшафтному профилю. Было показано, что деятельный горизонт (1 м) автономной части профиля сложен сфагновым торфом, транзитная – фускум и медиум торфом, трансаккумулятивная – сосново-пушицево-сфагновым, который сменяется вниз по профилю на дресвесно-пушицевый переходный. Вместе с тем, например, сфагновая залежь деятельного слоя состоит из 9 видов сфагновых мхов и включает также осоки, хвощи и пушицу, а отсюда и разнообразие состава болотных вод. Разные торфообразователи содержат водорастворимых веществ от 3 до 21%. В свою очередь в состав водорастворимых веществ входят моно- и полисахариды, пектиновые вещества. Следовательно, их соотношение в торфообразователях также будет разным и, надо полагать, иной будет и степень полимеризации их ОВ на разных глубинах торфяной залежи, а отсюда и степень подвижности. И это следует учитывать.

В третьих, на формирование химического состава стока веществ оказывают влияние биохимические процессы, активно протекающие в дея-

тельно и инертном горизонтах торфяной залежи.

В целом роль ОВ как наиболее распространенного в процессах миграции и концентрирования элементов на заболоченных территориях с проявлением торфогенеза очевидна и требует дальнейшего развития и детализации.

Отметим, что к настоящему времени изучение закономерностей формирования водных ресурсов в целом завершено. В будущем одной из основных задач будет развитие идей о геостоке. Геостоком можно считать суммарный речной сток воды, наносов, растворенных веществ, тепла. Соподчинение частных водосборов, элементов русловой сети носит явно системный характер. Поэтому изучение конкретных водных объектов и характерных для них физических, химических и биологических процессов трансформации вещественных и энергетических потоков на водосборных территориях представляет большую перспективу в отношении химической компоненты геостока. Сложно предположить, что в данной экономической ситуации эта проблема будет решаться на основе создания крупномасштабной системы мониторинга всех рек страны. Более реальна отработка моделей геостока для малых водосборов, находящихся в разных природных условиях, как, например, рассмотренного в данной работе заболоченного водосбора реки Ключ.

При разработке математической модели выноса химических веществ с поверхности водосборного бассейна и их движения по русловой сети принималось во внимание следующее:

Вынос химических элементов в период весеннего половодья и дождевых паводков происходит преимущественно с поверхностным стоком воды, который изменяется не только во времени, но и по площади водосбора. Пространственная неоднородность условий формирования стока учитывается разделением площади водосбора по ландшафтному признаку. При расчетах движения растворенных веществ введены следующие допущения.

1. Задача решается в одномерной постановке. Концентрация рассматриваемых ингредиентов принимается осредненной по живому сечению потока или эффективной площади сечения склона для склонового стока, т.е. меняется только по длине и во времени.

2. Считается, что растворенные вещества распространяются только благодаря движению воды и совместно с ее частицами, не обладая при этом собственными возможностями перемещения (молекулярная диффузия и т.п.).

3. Процессы самоочищения воды в первом приближении не учитываются. Это возможно, если интенсивность разложения веществ невелика (например, при низкой температуре воды) или вода проходит расчетный участок за сравнительно небольшой промежуток времени.

Особенностью модели является то, что она реализуется относительно расхода рассматриваемого ингредиента, т.е. массы вещества, переносимой через заданное поперечное сечение потока в единицу времени. По необходимости осуществляется переход к концентрациям примеси. Ежедневные расходы примеси и ее концентрации могут быть вычислены в замыкающем створе в момент времени t , исходя из интеграла свертки по формуле

$$C_n(t)Q_n(t) = \sum_{j=1}^N \int_0^t C_{\sigma_j}(t-\tau)q_{\sigma_j}(t-\tau)p_{\sigma_j}(\tau)d\tau, (1)$$

где $Q_n(t)$ и $C_n(t)$ - соответственно расход воды и средняя концентрация растворенного вещества в замыкающем створе в момент времени t ; $q_{\sigma_j}(t-\tau)$, $C_{\sigma_j}(t-\tau)$ - то же для бокового притока с j -го частного бассейна в момент времени $(t-\tau)$; $p_{\sigma_j}(\tau)$ - то же для j -ой кривой добегаания бокового притока; N - число частных площадей бассейна, с которых определяется боковой приток.

Кривая добегаания трактуется как плотность распределения времени добегаания элементарных объемов воды и аппроксимируется хорошо изученными и широко применяемыми на практике статистическими распределениями (гамма распределением, и распределением Г.Н. Бровковича). Плотность распределения при определенных условиях может приниматься постоянной. Ее параметры определяются на основе оценки соответствующих статистических моментов распределения.

Параметры кривой добегаания на приточном участке определяются через моменты времени добегаания. Общее выражение для моментов, полученное в, имеет вид

$$m_{hk} = \int_0^{\tau_L} f(\tau)m_{\mu}(\tau)d(\tau), (2)$$

где $f(\tau)$ - плотность распределения бокового притока по длине реки; m_{hk} - начальный момент k -го порядка времени добегаания элементарных объемов бокового притока; $m_k(\tau)$ - начальный момент времени добегаания объема, поступающего на элементарный участок длиной $dl = V dt$, удаленный на расстояние l от замыкающего створа ($\tau = l/V$, где V -средняя

скорость течения на участке); τ_L – среднее время добегания на всем участке ($\tau_L = L/V$, где L – длина участка). Первые три момента m_{hk} по формуле (3) выражаются следующим образом:

$$\begin{aligned} m_1(\tau) &= \tau; \\ m_2(\tau) &= a^2\tau + \tau^2; \\ m_3(\tau) &= ka^4\tau + 3a^2\tau + \tau^3, \end{aligned} \quad (3)$$

где a – параметр продольного рассеяния; k – отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации времени добегания.

Задавая различные виды функции $f(\tau)$, можно получить выражения для моментов, отвечающие различным случаям распределения бокового притока по длине участка. Функцию $f(\tau)$ можно представить как отношение

$$f(\bar{\tau}) = \frac{C(\tau)q(\tau)}{\int_0^{\bar{\tau}_L} C(\tau)q(\tau)d\tau}, \quad (4)$$

где $q(\tau)$ – боковой приток на единице длины l в единицу времени (длина выражена в единицах среднего времени добегания $\tau = l/V$); $C(\tau)$ – концентрация примеси.

Если принять распределение концентраций бокового притока примеси, рассредоточено поступающих вдоль русла (для склонов вдоль осредненной линии стекания к эффективным сечениям), неизменным в течение расчетного периода и, кроме того, вследствие ограниченности объема информации принять это распределение равномерным, то моменты времени добегания бокового притока воды и примеси будут одинаковыми. Иными словами, кривые добегания элементарных объемов воды и растворенного вещества, будут идентичны.

Расчет склонового стока и притока воды в русловую сеть выполнен на основе математической модели формирования стока с заболоченных территорий, учитывающей основные процессы, протекающие на водосборе и русловой сети бассейна.

Оценка водозапасов снежного покрова принималась по материалам снегомерных съемок перед началом таяния снега. Ежедневная водоподача на поверхность водосбора определялась по результатам расчета интенсивности снеготаяния и водоотдачи из снега по методу А.Г. Ковзеля с учетом неравномерности залегания снежного покрова в разных ландшаф-

тах. Распределение запаса воды в снеге в пределах каждого ландшафта аппроксимировалось кривой гамма распределения с параметрами, полученными по результатам снегомерных съемок.

Ежедневная водоотдача бассейна определялась как разность между избытками воды, поступившей сверх затрат на заполнение его водоудерживающей емкости. Величина водоудерживающей емкости перед началом таяния зависит от увлажнения бассейна предшествующей осенью. В качестве показателя степени заполнения водоудерживающей емкости перед началом таяния снега принимается осенний сток реки. Предполагается, что существует процесс аккумуляции воды на склонах, и между этими запасами воды и склоновым стоком существует нелинейная связь.

Полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительной схожести рассчитанных и фактически наблюдаемых гидрографов расхода гуминовых кислот в замыкающем створе р. Ключ и, следовательно, о возможности применения рассматриваемого подхода к моделированию выноса растворенных веществ с заболоченных территорий.

Биологическая продуктивность. Нами выше уже упоминалось, что исследование цикла углерода в БЭС имеет особое значение. В настоящее время, когда отмечается увеличение содержания в атмосфере CO_2 , наиболее ценными являются те биогеоценозы, которые способны больше поглотить и удержать CO_2 из атмосферы. Большинство наземных биогеоценозов (БГЦ) характеризуются замкнутостью биологического круговорота [15], то есть нулевым балансом прихода-расхода веществ за время его круговорота. На разных временных интервалах БГЦ выступает то как поглотитель CO_2 , то как источник его эмиссии.

Специфичность биосферной функции болот обуславливается тем, что они ежегодно возвращают в окружающую среду меньше веществ, чем забирают. И поэтому растущие болота являются уникальными экосистемами постоянного стока в них из атмосферы углерода, накапливаемого в виде торфяных залежей. Вместе с тем, интенсивность процесса углеродного обмена в разных болотах и на разных стадиях развития, а также с учетом погодных условий может быть разной. Текущий баланс углерода любой экосистемы предполагает учет всех его приходных и расходных статей.

Биологическая продуктивность, являясь частью биологического круговорота углерода, определяется количеством углерода, накопленного в виде органического вещества и не затраченного на разложение. Соотношение между интенсивностями потоков углерода (вход и выход) определяется продуктивностью БЭС, скоростью минерализации расти-

тельных остатков, мощностью торфяной залежи и гидрологическим режимом болота.

В зависимости от погодных условий запасы биомассы исследуемых БГЦ изменяются следующим образом: в теплый засушливый год запасы биомассы во всех пунктах нативного олиготрофного болота были максимальными, в то время как в годы с умеренным увлажнением запасы биомассы снижаются, что объясняется более высокими уровнями болотных вод.

В зависимости от микрорельефа запас биомассы за период исследования изменяется по всем БГЦ в пределах 2794-9656 г/м², причем в межкочковых понижениях количество биомассы выше (табл.27), что можно объяснить тем, что в понижениях моховой очес имеет более плотную структуру за счет уплотнения при движении болотных вод, в то время как на моховых подушках моховой очес более рыхлый и, следовательно, менее плотный.

Таблица 27.
Структура растительного вещества в БГЦ ландшафтного профиля, г/м².

Компонент биомассы	Годы	Высокий рям (п.2)		Низкий рям (п.3)		Осоково-сфагновая топь (п.5)	
		К	М	К	М	К	М
Фотосинтезирующая фитомасса	1999	363	334	535	365	373	253
	2000	361	440	455	387	436	466
	2001	400	373	622	410	332	346
	среднее	379		462		367	
Фитомасса	1999	1708	1395	2063	1183	1096	759
	2000	1359	1177	1145	564	905	868
	2001	1017	1055	1000	580	894	813
	среднее	1285		1089		889	
Мортмасса	1999	5138	8135	4034	7876	3612	4306
	2000	3095	7271	4909	5608	1889	3008
	2001	3394	4442	3321	4219	2339	3196
	среднее	5246		4995		3058	
Биомасса	1999	6846	9529	6097	9059	4708	5065
	2000	4454	8448	6054	6173	2794	3876
	2001	4411	5497	4321	4800	3234	4009
	среднее	6531		6084		3948	

Примечание: К – кочка, М – межкочковые понижения.

Количество фитомассы в БГЦ ландшафтного профиля составило от общего запаса биомассы в среднем за три года исследования 20%, изменяясь в пределах от 9% до 34%. Запасы фитомассы в ряду высокий рям –

низкий рям – открытая топь постепенно снижаются, составляя соответственно 1285 – 1089 – 889 г/м².

Количество фотосинтезирующей фитомассы в разных БГЦ ландшафтного профиля в среднем составляет 8%, и варьирует от 4 до 16% от общего запаса биомассы. Наибольшие запасы фотосинтезирующей фитомассы характерны для низкого рьяма за счет мохового покрытия.

Таким образом, структура биомассы в разных БГЦ ландшафтного профиля определяется следующей закономерностью: запасы биомассы, фитомассы и мортмассы постепенно снижаются от высокого рьяма к осоково-сфагнуовой топи.

Чистая первичная продуктивность наземного яруса (ANP) является показателем накопления углерода в виде органического вещества надземной части растений за вегетационный период и определяется погодными условиями. Так, в засушливом 1999 году чистая первичная продукция во всех БГЦ ландшафтного профиля была ниже, чем в 2000 году с достаточной влагообеспеченностью. Однако избыточное увлажнение в 2001 году, связанное с повышенными снегозапасами в зимний период и большим количеством осадков в течение вегетационного периода, приводит к снижению чистой первичной продукции в 1.3 раза во всех БГЦ ландшафтного профиля по сравнению с 2000 годом.

В разных БГЦ ландшафтного профиля ANP изменяется в пределах от 206 до 337 г/м² в год за период исследования (табл.28), а его распределение по БГЦ ландшафтного профиля от окрайки до открытой топи выглядит следующим образом: низкий рям – 284; высокий рям – 258; открытая топь – 240 г/м² в год. Основной вклад в ANP в высоком и низком рьяме вносят кустарнички – 42-55% и мох – 17-48%, доля трав составляет от 0 до 9%. В открытой топи основная часть ANP представлена мхами 21-64% и травами 28-41%, доля кустарничков значительно снижается и составляет 8-38%.

Таблица 28.
Элементы углеродного баланса в разных типах болотных БГЦ.

Биогеоценозы	Годы	Продуктивность фитомассы, г/м ² год (гС/м ² год)	Эмиссия СО ₂ , гС/м ² год
Ландшафтный профиль, высокий рям (п.2)	1999	251(121)	80
	2000	277(133)	111
	2001	245(117)	79
	Среднее	258(124)	90

Ландшафтный профиль, низкий рям (п.3)	1999	337(162)	61
	2000	301(145)	60
	2001	214(102)	31
	Среднее	284(136)	51
Ландшафтный профиль, осоково- сфагновая топь (п.5)	1999	206(99)	66
	2000	293(140)	45
	2001	222(106)	33
	Среднее	240(115)	48

Количество ANP является показателем ежегодного стока углерода из атмосферы. Болотная экосистема исследуемого олиготрофного болота в среднем ежегодно забирает из атмосферы 125 гС/м²год. В разные по погодным условиям годы сток углерода может изменяться от 108 до 139 гС/м²год (см. табл. 28). При этом максимальный сток углерода наблюдается в низком ряме, а минимальный – в открытой топи.

Эмиссия CO₂. Известно, что выделение CO₂ характеризует функциональное состояние экосистемы в целом. В процессе торфообразования основная масса углерода, поступившая с растительным веществом, минерализуется в аэробных условиях деятельного слоя торфяной залежи. Совместный результат работы аэробных и анаэробных микроорганизмов определяет выделение из торфяной залежи CO₂. Особенность ландшафтного профиля, как объекта исследования, заключается в закономерной смене типов растительности и строения торфяной залежи, которая отражает разные стадии развития болотных БГЦ, что позволяет проследить закономерности эмиссии CO₂, как результат процесса трансформации органического вещества торфа на разных стадиях развития болотного массива.

Исследование эмиссии CO₂ на нативном олиготрофном болоте показало, что в целом по ландшафтному профилю наблюдается снижение интенсивности выделения CO₂ от высокого ряма к открытой осоково-сфагновой топи. Средние значения интенсивности выделения CO₂ за четыре года исследования составили в пп.2, 3, 5 – 133, 77, 59 мг/м²час (рис.33)

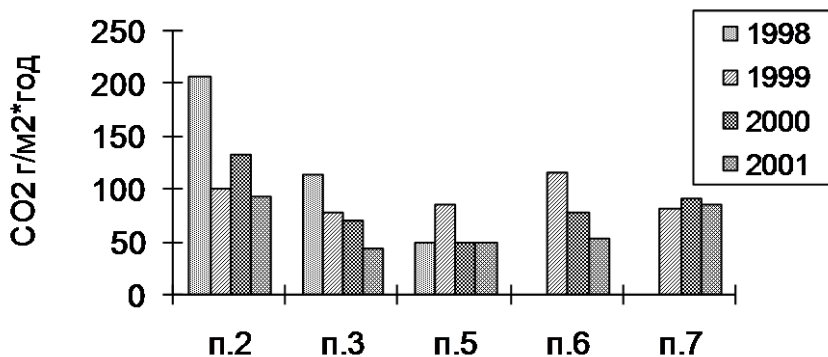


Рис.33. Эмиссия CO₂ в разных БГЦ, средние за год.

В изучаемых БГЦ, наибольшие пределы изменения выделения CO₂ отмечались в высоком ярье от 29 до 356 мгCO₂/м²час и наименьшие – в осоково-сфагнуовой топи от 0 до 208 мгCO₂/м²час. Вместе с тем максимальные значения эмиссии CO₂ в п.5 отмечались в течение июля и первой половины августа, то в пп. 2 и 3 этот период растягивался на более длительный срок.

Общая для всех БГЦ тенденция динамики выделения CO₂ в течение вегетационного периода заключается в росте интенсивности эмиссии CO₂ к середине июля, в дальнейшем происходит ее снижение. В мае низкая интенсивность выделения CO₂ обусловлена высоким уровнем болотных вод и наличием мерзлого слоя. В июне происходит увеличение интенсивности выделения CO₂, вследствие снижения уровня болотных вод и прогревания деятельного слоя торфяной залежи. В июле, при высокой температуре воздуха и незначительных осадках происходит прогревание деятельного слоя торфяной залежи, что способствует более интенсивному выделению CO₂. Сентябрь, характеризуется низкой интенсивностью выделения углекислого газа, сравнимой с эмиссией CO₂ в мае.

Особый интерес представляет оценка суммарного потока CO₂ за вегетационный период. За период наблюдений максимальный суммарный поток CO₂ получен в высоком ярье (90 гC/м²год), а минимальный в осоково-сфагнуовой топи (48 гC/м²год). Суммарный поток CO₂ в среднем по БГЦ ландшафтного профиля составляет 229 гCO₂/м²год (или 62 гC/м²год), что в два раза ниже ежегодного поступления углерода в виде фитомассы растений.

Элементы углеродного баланса на участке лесомелиорации Васюганского болота. Лесомелиорация олиготрофного болота приводит к

снижению уровня болотных вод и, следовательно, условия произрастания растений на разных элементах микрорельефа выравниваются. Таким образом, положительный эффект осушения проявляется в интенсивном накоплении биомассы растений на межкочковых понижениях за счет увеличения зоны аэрации корнеобитаемого слоя торфяной залежи. Общий же запас биомассы на участке лесомелиорации (п.6) в среднем в 1.2 раза выше по сравнению с нативным пунктом (п.7) (табл.29).

Таблица 29.

Элементы углеродного баланса в разных типах болотных БГЦ.

Биогеоценозы	Годы	Продуктивность фитомассы, г/м ² год (гС/м ² год)	Эмиссия CO ₂ , гС/м ² год
Участок 5 т.м. "Васюганское", осушенный (п.6)	1999	311(149)	91
	2000	316(152)	71
	2001	262(126)	47
	Среднее	296(142)	70
Участок 5 т.м. "Васюганское", нативный (п.7)	1999	198(94)	67
	2000	168(80)	82
	2001	147(71)	73
	Среднее	171(82)	74

Таблица 30.

Структура растительного вещества на участке лесомелиорации, г/м².

Компонент биомассы	Годы	Осушенный участок (п.6)		Нативный участок (п.7)	
		К	М	К	М
Фотосинтезирующая фитомасса	1999	556	875	367	381
	2000	521	440	373	427
	2001	633	499	495	535
	среднее	587		430	
Фитомасса	1999	1661	1329	1323	790
	2000	1230	881	926	739
	2001	1158	690	984	757
	среднее	1158		920	

Мортмасса	1999	7995	7961	6345	10470
	2000	3541	5866	4149	6505
	2001	3872	5106	3710	4634
	среднее	5723		5802	
Биомасса	1999	9656	9290	6668	11260
	2000	4771	6747	5075	7244
	2001	5029	5796	4695	5391
	среднее	6882		6722	

Примечание: К – кочка, М – межкочковые понижения.

Такая же закономерность отмечается для структуры растительного вещества (табл.30). Лесоосушение приводит к увеличению запасов фитомассы на 20-30% по сравнению с естественным участком. Запасы фотосинтезирующей фитомассы на осушенном участке в среднем выше на 20% по сравнению с нативным пунктом, с наибольшим превышением в засушливый год. Положительный эффект осушения проявляется в динамике прироста фитомассы. Чистая первичная продуктивность наземного яруса закономерно снижается на участке лесомелиорации от засушливого года к наиболее влажному (см. табл.29).

Основной вклад в АНР на участке лесомелиорации вносят кустарнички (45%) и мхи (49%), доля трав в продукции составляет 4%. За период исследования первичная продукция на осушаемом участке (п.6) в среднем в 1.7 раза была выше по сравнению с нативным участком (п.7). Оценка стока углерода на осушенном участке показала, что ежегодно в виде фитомассы растений депонируется 142 гС/м²год, тогда как на нативном участке – 82 гС/м²год.

Проведенные исследования показали, что лесоосушение не оказало влияния на интенсивность эмиссии СО₂, которая в обоих пунктах в среднем за годы исследований практически одинакова: п.6 – 86.6 мгСО₂/м²час и п.7 – 90.1 мгСО₂/м²час.

Средние значения суммарного потока СО₂ за весь период наблюдений на участке лесомелиорации отличаются незначительно и составляют в пп.6, 7 – 70 и 74 гС/м²год. Более широкая амплитуда колебаний суммарного потока СО₂ на пункте лесомелиорации за годы исследований свидетельствует о большей интенсивности протекающих в торфяной залежи трансформационных процессов.

Заключение

Авторы, насколько они смогли, систематизировали имеющиеся материалы, привлекли свои исследования и показали некоторые аспекты Васюганского болота и с позиций эколого-географических и как ресурс для его использования в народном хозяйстве.

Вне всякого сомнения, на огромной территории Западно-Сибирской равнины болота играют средообразующую роль и обеспечивают экологическое равновесие и эволюцию биосферы. Поэтому огромное Васюганское болото вызывает интерес во всем мире. К сожалению только интерес и только с позиций экологических (заповедных) претензий.

Вместе с тем направленность развития природы по типу прогрессирующего заболачивания приходит в противоречие с нашими представлениями о комфортности природных условий и благоприятных перспективах экономического развития. Отсюда следует, что экологизация природопользования должна основываться прежде всего на знаниях экосистемных взаимосвязей с целью их оптимизации между потребностями человека и развитием природы.

Согласно концепции устойчивого развития в каждой стране должны быть разработаны критерии устойчивого природопользования применительно к конкретным природным и экономическим условиям.

В приложении к торфяным болотам разработка критериев позволит грамотно разделить их на эколого-хозяйственные фонды. И надо признать, что мы, по причине отсутствия этих критериев (это прежде всего относится к охраняемому фонду, который по приоритетности стоит на первом месте), не готовы к новым принципам природопользования, отвечающих концепции устойчивого развития.

Чтобы разработать критерии выделения охраняемого фонда болотных экосистем необходимы длительные стационарные исследования в пределах бассейнов болотных рек разных порядков. Это должны быть комплексные исследования, охватывающие широкий круг вопросов: от изучения средообразующей роли болот до свойств торфов, слагающих торфяную залежь и влияющих на круговорот элементов в биосфере.

Нам представляется, что с целью изучения условий функционирования болот одновременно со стационарными исследованиями должны разрабатываться геоинформационные системы и базы данных по метеорологической, гидрологической, водно-балансовой и др. ситуациям заболоченной территории не только Васюганского болота, но и в целом Западной Сибири на примере ключевых репрезентативных заболоченных бассейнов.

Такие исследования позволили бы выделить зоны риска по параметрам заболачивания, определить критерии выделения торфяных фондов, районировать территорию по эколого-хозяйственным фондам, разработать модели прогноза функционирования болотных экосистем при разных уровнях антропогенного воздействия.

Все эти вопросы можно было бы начать решать на примере исследования Васюганского болота при условии объединения усилий многих научно-исследовательских институтов и ВУЗов возможно двух областей: Томской и Новосибирской. Ибо рассчитывать на федеральное финансирование в современных экономических условиях России не приходится.

Хотелось бы верить в это объединение.

Summary

The bog of Vasyugan is the World's greatest bog, and its total area exceeds 5 million hectares. According to the data of radiocarbon analysis, the age of the bog is about of 9000 years. Vasyugan bog is located in the territory of West Siberia occupying interstream area between the Ob and Irtysh rivers. It is actually a country of peatlands where the peat reserves are of 18.7 billion tons, i.e. 16 % of the total amount of peat in the West Siberian region. Various combinations of mire landscapes, as well as mixed forest and peaty landscapes are represented on the bog of Vasyugan, rare species of animals and birds live here, valuable species of plants grow. Deposits of peat of the Vasyugan bog store a great amount of valuable raw materials.

In conditions of rational use of natural resources, taking account for multifunctionality of the Vasyugan bog, it is necessary to provide possibilities not only for preservation, but also multilevel system of economic utilization of natural resources.

In the work offered, information on the Vasyugan bog is represented and the current state of investigations of the bog is depicted.

The history of investigations of the Vasyugan bog since 1876 until now is considered. Natural conditions and the Vasyugan bog biogeocoenosis structure are circumscribed in detail. Original results of the accounts of carbon content in peat deposits are represented.

According to materials of geological surveys of the 'Torfgeology' ('Geology of Peat') organization, the great attention is given to the structure of peat resources of the Vasyugan bog. On a basis of these materials an opportunity to estimate precisely the areas of so-called 'zero' and 'industrial' deposits of peat and to arrange peat resources relating to directions of their use has appeared.

In the final Chapter, the results of investigations carried out during the period of 1994-2001 at the station of Siberian Research Institute of Peat where investigations of the small Cluch river watershed at the periphery of the Vasyugan bog (hydrological cross-section) were organized, are considered. The investigations aimed at the role of West-Siberian mires in biosphere. Periodical observations of hydrological regime, chemical content of water, components of water balance, temperatures, regimes of organics, biological productivity, CO₂ emission, etc. are fulfilled.

Список литературы

1. **Агроклиматические ресурсы** Томской области. - Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
2. **Архипов В.С. Маслов С.Г.** Состав и свойства типичных видов торфа центральной части Западной Сибири. // Химия растительного сырья, 1998, №4.
3. **Бахнов В.К.** Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. – Новосибирск: Наука, 1986.
4. **Богдановская-Гиенеф И.Д.** Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа. -Л.: Наука, 1969.
5. **Богдановская-Гиенеф И.Д.** Растительный покров верховых болот русской Прибалтики. // Труды Петергофского ест.-науч. ин-та, -Л., 1928, вып. 5.
6. **Болота** Западной Сибири, их строение и гидрологический режим. -Под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова, -Л.: Гидрометеоиздат, 1976.
7. **Большое** Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Изд-во Ин-та оптики и атмосферы СО РАН, -Томск, 2002.
8. **Большая Советская Энциклопедия.** –М., 1971, том 4, с. 330
9. **Бронзов А.Я.** Верховые болота Нарымского края (бассейн р.Васюган). // Труды научно-исследовательского торфяного института, 1930, вып.3.
10. **Бронзов А.Я.** Типовые болота на южной окраине Западно-Сибирской равнинной тайги. // Почвоведение, 1936, №2.
11. **Бураков Д.А.** Гидрологический анализ весеннего половодья в лесной зоне Западно-Сибирской равнины. // Вопросы географии Сибири, -Томск, 1978, вып.10.
12. **Валуцкий В.И., Семенова Н.М., Кусковский В.С.** и др. О необходимости охраны большого Васюганского болота на Обь-Иртышском водоразделе // География и природные ресурсы, 2000, №3.
13. **Виноградов А.П., Девирц А.Л., Добкина Э.И., Маркова Н.Г.** Новые датировки позднечетвертичных отложений радиоуглеродным методом. // Бюлл. Комиссии по изучению четв. периода, 1970,

№37.

14. **Водно-болотные** угодья России. Wetland International Publication, -М., 1999, т.2.

15. **Вомперский С.Э.** Лес и болото: особенности круговорота веществ и проявления биосферной роли. // Лесоведение, 1991, №6.

16. **Воробьев П.К.** Исследование физических характеристик деятельного горизонта неосушенных болот // Труды ГГИ, -Л., вып.126.

17. **Галкина Е.А.** Болотные ландшафты лесной зоны. // Географический сборник, 1955, №7.

18. **Галкина Е.А.** Применение аэро съемки при изучении болотных массивов. // Труды второго Всесоюзного географического съезда, -М., 1948, т.2.

19. **Гамаюнов С.Н., Мисников О.С., Пухова О.В., Большаков М.А.** Технологии производства и использования гранулированного торфа.// Торфяная отрасль России на рубеже XXI века: проблемы и перспективы, -Тверь, 1999.

20. **Геология** нефти и газа Западной Сибири. –М: Недра, 1975.

21. **Глазовская М.А.** Принципы классификации природных геосистем по устойчивости к техногенезу и прогнозные ландшафтно-геохимическое районирование.// Устойчивость геосистем. – М.: Наука, 1983.

22. **Глебов Ф.З.** Болота и заболоченные леса зоны Енисейского левобережья. -М.: Наука, 1969.

23. **Григоровский Н.П.** Описание Васюганской тундры. // Записки Зап.-Сиб. отдела Русского геогр. общества, 1884, кн. 6.

24. **Григоровский Н.П.** Очерки Нарымского края. // Записки Зап.-Сиб. отдела Русского геогр. общества, 1882, кн. 4.

25. **Добровольский В.В.** География микроэлементов. Глобальное рассеяние. - М.: Мысль, 1983.

26. **Добровольский Г.В., Афанасьева Т.В., Василенко В.И.** География и районирование почв центрально-таежных районов Западной Сибири. // Природные условия Западной Сибири. - М.: Изд-во МГУ, 1971, ч.1.

27. **Драницын Д.А.** Материалы по почвоведению и геологии за-

падной части Нарымского края. // Труды Переселенческого управления, -Петроград, 1915.

28. **Евсеева Н.С., Земцов А.А.** Рельефообразование в лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. –Томск: Изд. Томского университета, 1990.

29. **Елисеева В.М.** О путях сельскохозяйственного освоения низинных болот Томской области. - Томск: Изд. Томского университета, 1963.

30. **Еркова Ю.В.** Виды торфа. // Торфяные месторождения Западной Сибири. –М., Главное управление торфяного фонда при Совете министров РСФСР, 1957.

31. **Ершова С.Б.** Анализ новейших движений при инженерно-геологическом районировании. –М.: Изд. МГУ, 1976.

32. **Ефремов С.П., Ефремова Т.Т., Мелентьева Н.В.** Запасы углерода в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск, 1994.

33. **Жилинский И.И.** Очерк гидротехнических работ в районе Сибирской железной дороги по обводнению переселенческих участков в Ишимской степи и осушению болот в Барабе 1895-1904гг. -СПб, 1907.

34. **Земцов А.А.** Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная части). –Томск: Изд. Томского университета, 1976.

35. **Иванов К.Е.** О фильтрации в поверхностном слое выпуклых болотных массивов // Метеорология и гидрология, 1948, №2.

36. **Иванов К.Е.** Исследования водопроницаемости верхних горизонтов болотных массивов // Труды ГГИ, -Л., вып.39, 1953.

37. **Иванов К.Е.** Гидрология болот. -Л.: Гидрометеоздат, 1953.

38. **Иванов К.Е.** Основы гидрологии болот лесной зоны. –Л.: Гидрометеоздат, 1957.

39. **Иванов К.Е.** Водообмен в болотных ландшафтах. –Л.: Гидрометеоздат, 1975.

40. **Ильин В.Б.** Системы показателей для оценки загрязнения тяжёлыми металлами. // Агрохимия, 1995, №1.

41. **Ильин Р.С.** Природа Нарымского края (рельеф, геология,

ландшафты, почвы). // Материалы по изучению Сибири. -Томск, 1930, т.2.

42. **Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г., Михантьева Л.С.** Торфяные ресурсы Томской области и их использование. Новосибирск: СО РАСХН, 1995.

43. **Инишева Л.И., Петкевич М.В.** Ландшафтно-типологическая характеристика бассейна р. Ключ. // Вопросы Сибири, 1999, №23.

44. **Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н.** Эколого-геохимическая оценка торфов юго-востока Западно-Сибирской равнины. // География и природные ресурсы, 1999, №1.

45. **Исаченко А.Г., Шляпников А.А.** Ландшафты. -М: Мысль, 1989.

46. **Казначеев В.П., Яншин Ф.Г.** Учение В.И.Вернадского о преобразовании биосферы и экологии человека. - М.: Знание, 1986.

47. **Кац Н.Я., Нейштадт М.И.** Болота.// В кн. Западная Сибирь. – М.: Изд. АН СССР, 1963.

48. **Кац Н.Я., Покрасс Е.П.** Связь болотообразования с условиями развития рельефа и неотектоникой Барабы. // ДАН СССР, 1952, т.87, №2.

49. **Кац Н.Я.** Голоцен СССР. – М.: Наука, 1977.

50. **Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири.** –Новосибирск: СО РАН НИЦ ОИГТМ, 2000.

51. **Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П.** Карта современных вертикальных движений земной коры южной части Сибири. // Современные движения земной коры. –М.: Наука, 1980.

52. **Кузнецов Н.И.** О болотах Нарымского края Томской губернии. // Болотоведение, 1915, №1.

53. **Кузнецов Н.И.** Очерк растительности Нарымского края (левобережье Оби). - Петроград, 1915.

54. **Лисс О.Л., Абрамова Л.И., Аветов Н.А., Березина Н.А.** и др. Болотные системы и их природоохранное значение. –М., 2001.

55. **Лисс О.Л., Березина Н.А.** Генезис и развитие болот центральной части Западно-Сибирской равнины. // Вестн. Моск. университета, серия биология, почвоведение, 1976, № 6.

56. **Лисс О.Л., Березина Н.А.** Болота Западно-Сибирской равнины. –М: МГУ, 1981.
57. **Лисс О.Л., Березина Н.А., Куликова Г.Г.** Возраст болот центральной части Западно-Сибирской низменности.// Природные условия Западной Сибири, МГУ, 1975, вып.6.
58. **Лиштван И.И., Король Н.Т.** Основные свойства торфа и методы их определения. –Минск, 1975.
59. **Логинов П.Е.** О работах Западносибирской торфоразведочной экспедиции. // Сб. статей по изучению торфяного фонда. Главное управление торфяного фонда при Совете Министров РСФСР – М., 1957.
60. **Логинов П.Е., Хорошев П.И.** Торфяные ресурсы Западно-Сибирской равнины. Мингео РСФСР, -М., 1972.
61. **Лопатин В.Д.** О гидрологическом значении верховых болот // Вестник ЛГУ, 1949, №2.
62. **Лопатин В.Д.** “Гладкое” болото (торфяная залежь и болотные фации)// Ученые записки Ленингр. ун-та. сер. геогр., 1954, №9.
63. **Львов Ю.А.** К характеристике Иксинского водораздельного болота. // Изв. Томск. отд. ВБО.– Томск: Изд. ТГУ, 1959, т.5.
64. **Львов Ю.А.** Растительность Васюганского района. // Природа и экономика Привасюганья., -Томск, 1966.
65. **Любимова Е.Л.** Растительность Обь-Иртышского междуречья. // Природные условия освоения междуречья Обь-Иртыш. – М.:Изд. АН СССР, 1972.
66. **Малик Л.К.** Роль современной речной сети в прогрессирующем заболачивании территории. –М.: Наука, 1977.
67. **Маркевич В.П.** История геологического развития и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности. –М: Наука, 1966.
68. **Матухин Р.Г., Матухина В.Г., Васильев И.П., Михантьева Л.С.** и др. Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири. // Торфяные и сапропелевые ресурсы России: проблемы комплексного изучения, рационального использования, структура геологической службы по торфу и сапропелю, -Нижний Новгород, 1999.
69. **Назаров А.Д., Рассказов Н.М., Удодов П.А., Шварцев С.Л.** Гидрогеологические условия формирования болот. // Научные пред-

посылки освоения болот Западной Сибири. - М.:Наука, 1977.

70. **Нейштадт М.И.** Краткая история исследований. // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири, -М.: Наука, 1977.

71. **Нейштадт М.И.** Мировой природный феномен – заболоченность Западно-Сибирской равнины.// Изв. АН СССР, сер. география, 1971, №1.

72. **Нейштадт М.И.** Торфяные болота Барабинской лесостепи. // Труды центральной торфяной опытной станции, 1936, т.1.

73. **Нечаева Е.Г.** Геохимические закономерности торфообразования на Западно-Сибирской равнине. // География и природные ресурсы, 1992, №3.

74. **Николаев В.А.** Проблемы регионального ландшафтоведения. - М.: Изд-во МГУ, 1979.

75. **Никонов М.Н.** О роли торфонакопления в формировании мезорельефа суши. // Сб. статей по изучению торфяных месторождений. –М.,1956.

76. **Определение** содержания гумусовых веществ в воде. // Технический анализ торфа. - М.: Недра, 1992.

77. **Орлов В.И.** Ход развития природы лесоболотной зоны Западной Сибири. // Труды Зап.-Сиб. НИГНИ, 1968, вып.10.

78. **Орлов Д.С., Джиндил А.Р.** Окислительно-восстановительный режим некоторых почв дерново-подзолистой зоны // Агрехимия, 1974, №3.

79. **Орлова Л.А.** Голоцен Барабы (стратиграфия и радиоуглеродная хронология). -Новосибирск: Наука. Сиб.отд., 1990.

80. **Лапшина Е.Д., Мульдьяров Е.Я.** Основные этапы развития Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития, -Томск: ИОА СО РАН, 2002.

81. **Отрыганьев А.В.** Краткое описание западной части Нарымского края. - СПб, 1910.

82. **Петров А.И.** Режим весеннего стока малых заболоченных водосборов. // Географический сборник, -Томск, 1973.

83. **Плотников А.Ф.** Нарымский край. Историко-статистический

очерк. // Записки Русск. геогр. общества по отделению статистики, - СПб, 1901, т.10, вып.1.

84. **Поездка Шостаковича в Нарымский край.** // Томские губернские ведомости, 1876.

85. **Праздников А.А., Сборовский Н.А.** Сводка отчетных данных по обследованию в 1908-1909 гг. левобережной части Оби Нарымского края, 1910.

86. **Природные условия и особенности хозяйственного освоения северных районов Западной Сибири.** –М.: Наука, 1969.

87. **Природные условия центральной части Западно-Сибирской равнины.** – М.: Изд. МГУ, 1977.

88. **Рекомендации по рациональному использованию торфяных месторождений и запасов торфа в Белорусской ССР.** -Минск: Наука и техника, 1982.

89. **Ремезов С.У.** Чертеж всех сибирских городов и земель (1678-1701гг.).

90. **Романова В.В.** Гидрофизика болот. –Л.: Гидрометеоздат, 1961.

91. **Романова Е.А.** Некоторые морфологические характеристики олиготрофных болотных ландшафтов Западно-Сибирской низменности, как основа их типологии и районирования.// Природа болот и методы их исследования. -Л.: Наука, 1967.

92. **Сапрыкин Ф.Я.** Геохимия почв и охрана природы. - Л.: Недра, 1984.

93. **Семенова Н.М., Валущкий В.И., Баженов В.А., Огурцов Н.И.** Создание ландшафтного заказника в системе Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития, -Томск: ИОА СО РАН, 2002.

94. **Структура торфяного фонда Новосибирской области.** - Новосибирск, 1993.

95. **Сурков В.С., Жеро О.Г.** Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. –М.: Недра, 1981.

96. **Торф в народном хозяйстве.**-М.: Недра, 1988.

97. **Тюремнов С.Н.** О торфяных месторождениях Западно-

Сибирской низменности. // Труды Томского университета, 1957, т.141.

98. **Тюрменов С.Н.** Районирование торфяных месторождений. // В кн. Торфяные месторождения Западной Сибири. –М., 1957.

99. **Унифицированные** методы исследования качества вод.- М.: СЭД, 1983, т.2, ч.1.

100.**Фотиади Э.Э., Лазаренко В.А., Аканченко Н.М.** и др. Составление карты скоростей современных вертикальных движений земной коры Западно-Сибирской плиты. // Современные движения земной коры. Морфоструктуры, разломы, сейсмичность. –М.: Наука, 1987.

101.**Хотинский Н.А., Девириц А.Л., Маркова Н.Г.** Возраст и история формирования болот восточной окраины Васюганья. Бюлл. МОИП отд. Биологии, 1970, №5.

102.**Храмов А.А., Валуцкий В.И.** Лесные и болотные фитоценозы Восточного Васюганья (структура и биологическая продуктивность) – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1977.

103.**Храмов А.А., Валуцкий В.И.** Растительность бассейна р. Чаи. // Природа тайги Западной Сибири., -Новосибирск: Наука, 1973.

104.**Шацкий С.Б., Кулькова И.А.** Эоцен-нижнеолигоценые отложения верховий рек Чузик-Кенга. // Среда и жизнь на рубеже эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке, -Новосибирск, 1984.

105.**Шостакович Б.П.** Поездка на Васюган и Чижанку в Нарымском крае. // Томские губернские ведомости, 1877, №№ 46, 48, 50, 58.

106.**Шумилова Л.В.** Геоботаническая география Сибири. – Томск: ТГУ, 1962.

107.**Ямпольский А.Л.** Экономика комплексного использования торфяных ресурсов СССР., -М: Недра, 1979.

108.**Яснопольская Г.Г.** К характеристике растительности торфяной залежи Васюганского болота. // Ученые записки Томского университета. Биология и почвоведение, 1965, №51.

СОДЕРЖАНИЕ.

ПРЕДИСЛОВИЕ К 2-МУ ИЗДАНИЮ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	13
2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БОЛОТ ТАЕЖНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ПОДЗОН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	20
2.1. Геологические аспекты	20
2.2. Геоморфология	25
2.3. Гидрогеологические и гидрологические условия	31
3. СТРУКТУРА БОЛОТНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ	42
3.1. Растительность	42
3.2. Стратиграфия	54
3.3. Результаты исследований на водоразделе в истоках рек Шегарка- Икса.....	57
4. СТРУКТУРА ТОРФЯНЫХ РЕСУРСОВ	73
4.1. История изысканий	73
4.2. Торфяной фонд и его структура	78
4.3. Содержание углерода.....	87
4.4. Свойства торфов и направления использования.....	88
4.5. Характеристика разведанных участков	94
4.5.1. Участок 5 у с. Красный Бакчар	95
4.5.2. Тара–Тартасское торфяное месторождение	103
5. К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА.....	113
6. СОВРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ В ГЕОХИМИЧЕСКИ СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ ОЛИГОТРОФНОГО РЯДА	123
6.1. Особенности природных условий.....	124
6.2. Характеристика геохимически сопряженных ландшафтов бассейна реки Ключ.....	126

6.3. Химические и биологические свойства торфяных залежей геохимически сопряженных болотных ландшафтов	131
6.4. Современные режимы	135
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	166
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	169

CONTENTS

FORWORD TO 2nd EDITION

4

INTRODUCTION

6

1. SHORT HISTORY OF RESERCHING

11

2. NATURE CONDITIONS OF BOG FORMATION IN SIBERIAN TAIGA AND PARTIALLY-WOODED UNDERZONE

17

2.1. Geological aspects

17

2.2. Geomorphology

20

2.3. Hydrogeological and hydrological conditions

26

3. STRUCTURE OF BOG BIOGEOCENOSISES

34

3.1. Vegetation

34

3.2. Stratigraphy

42

3.3. Results of resourching on watershed between rivers Shegarka-Iksa

43

4. STRUCTURE OF PEAT RESOURCES

51

4.1. History of peat deposits exploration

51

4.2. Peat stock and it's structure

56

4.3. Carbon content

59

4.4. Properties of peats and directions of using

60

4.5. Characteristics of peat deposits exploitation plots

64

4.5.1. Plot 5 near village Krasnyi Bakchar

64

4.5.2. Peat deposit Tara – Tartass

70

5. ABOUT RATIONAL USE OF VASIUGAN BOG

76

**6. MORDEN REGIMES IN GEOCHEMICAL OLIGOTROPHIC
LANDSCAPES**

83

6.1. Special features of natural environment

84

6.2. Characteristics of geochemical oligotrophic landscapes of basin river

Kliuch 86

6.3. Chemical and biological properties of geochemical oligotrophic peat depo-

sits 88

6.4. Modern regimes

91

CONCLUSION

108

REFERENCES

111

Научное издание.

Инишева Лидия Ивановна, inishev@mail.tomsknet.ru

Земцов Алексей Анисимович

Лисс Ольга Леопольдовна, trof@soil.msu.ru

Новиков Сергей Михайлович, MikhailNovikov@pobox.spbu.ru

Инишев Николай Гаврилович

Реквизиты типографии.