

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л.И. Инишева, В.Е. Аристархова, Е.В. Порохина, А.Ф. Боровкова

ВЫРАБОТАННЫЕ ТОРФЯНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ,
ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Томск 2007

Federal Educational Agency
The state higher educational establishment
«TOMSK STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY»

L.I. Inisheva, V.E. Aristarhova, E.V. Porohina, A.F. Borovkova

CUTAWAY PEAT DEPOSITS, THEIR CHARACTERISTICS AND FUNCTIONING

Tomsk 2007

УДК 631.452: 631.445.124 (571.12)
ББК 40.66
И 649

Печатается по решению редакционно-издательского совета Томского государственного педагогического университета

Инишева Л.И., Аристархова В.Е., Порохина Е.В., Боровкова А.Ф. Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2007. – 185 с.: табл. 48, ил. 50, библи. 257, прил. 6.
ISBN

В работе рассматриваются фундаментальные вопросы функционирования торфяников в условиях южно-таежной подзоны Западной Сибири и изменение их свойств при освоении. Впервые на основе длительных стационарных исследований изучен гидротермический, окислительно-восстановительный, биологический и агрохимический режимы выработанных торфяников, показаны их особенности в природных условиях гумидной зоны. Обосновываются направления использования. В конце работы приводится перечень выработанных торфяных месторождений Западной Сибири.

Научный редактор: доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. РАСХН Л.И. Инишева

Рецензенты: доктор географических наук А.Г. Дюкарев; доктор биологических наук, проф. Н.Н. Наплекова

ББК 40.66

ISBN

- © Томский государственный педагогический университет, 2007
- © Инишева Л.И., Аристархова В.Е., Порохина Е.В., Боровкова А.Ф. 2007

It is printed by the decision of the Editorial Council of

L.I.Inisheva, V.E.Aristarhova, E.V.Porohina, A.F.Borovkova. Cutaway peat deposits, their characteristics and functioning. – Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Edition, 2007. – 177 p.: 48 tables, 50 illus., 258 lit., 6 app.

This paper represents fundamental questions of functioning of peatlands in the forests of the southern part of Western Siberia and changing of their properties during reclamation. It is the first time when hydro-termic, oxidation-reduction, biological and agrochemical regimes of cutaway peat deposits are studied on the basis of long investigations and their peculiarities in gum zone are shown. The directions of the usage are explained in this work. The list of the cutaway peat deposits of Western Siberia is given in this paper.

Scientific editor: Doctor of Agricultural Science, corresponding member of the Russian Academy of Agricultural Science, L.I.Inisheva

Reviewers: Doctor of Geography A.G.Dukarev; Doctor of Biology, Professor N.N.Naplekova

Tomsk State Pedagogical University, 2007
Inisheva L.I., Aristarhova V.E.,
Porohina E.V., Borovkova A.F.

2007

ВВЕДЕНИЕ

Добыча торфа на торфяном болоте прекращается при сработке залежи до 0,5-0,7 м и осушительная система, функционировавшая в процессе добычи торфа, ликвидируется. В зависимости от способа добычи выработанные торфяники представляют собой почти «лунный пейзаж». Это разрушенные и заплывшие каналы, обилие ям разной глубины, отсутствие растительности (если поля вышли из эксплуатации недавно) или, наоборот, густо заросшие травой, кустарником и мелкоколесьем бровки, откосы каналов и кавальеры. И только при добыче торфа фрезерным способом выработанная площадь представляла более ровную поверхность.

Площадь таких выработанных торфяных месторождений в России к концу двадцатого столетия насчитывала один млн. га (Ковалёв и др., 1998). В России проблема рекультивации выработанных торфяников особенно актуальна в центральной части европейской территории РФ, где сосредоточено более 70% выработанных торфяников. Вместе с тем, в перспективе площади таких земель будут увеличиваться. Состояние же выработанных торфяников в зависимости от способов добычи торфа будет существенно различаться. Большую роль в этом процессе играет и генезис исходного торфяника. Как определить направление будущего его использования? Прежде всего, направление использования выработанного торфяного месторождения (т.м.) определяется способом добычи торфа, свойствами подстилающего торф минерального грунта, геоморфологическими, гидрогеологическими и другими условиями, причём, приоритет в прежние времена всегда был за сельскохозяйственным направлением рекультивации.

Вместе с тем, торфяники и после выработки представляют большую ценность, как с экологической точки зрения, так и с практической. Часть торфяников вновь заболачивается и таким образом они участвуют в общем биосферном процессе депонирования углерода, но большее их количество используется для практических целей в лесном, рыбном, водном хозяйствах и, конечно же, – в сельскохозяйственных целях.

По проблемам выработанных торфяников, используемых в сельском хозяйстве, написано достаточно много, но практически все публикации имеют отношение к европейской части России и Белоруссии.

В Западной Сибири торфяники занимают площадь в 3442,8 тыс. га, а выработанные торфяные земли – не более 20 тыс.га. Механизированная добыча торфа в Сибири приобрела важное хозяйственное значение только в 70-90 годах прошлого столетия и осуществлялась в основном бульдозерно-скреперным и экскаваторным способом, много реже фрезерным. Это был период, когда учеными было доказано снижение плодородия почв и провозглашена необходимость его повышения за счёт использования богатейших торфяных ресурсов. Именно в это время в Западной Сибири бы-

ли проведены обширные исследования по изучению свойств и режимов торфяников.

Следует отдать должное томским учёным, которые уже с 1961 года приступили к исследованиям на первом выработанном торфянике «Таган», расположенном практически рядом с Томском. Эти исследования продолжаются с перерывами по настоящее время. За такой большой срок месторождение было изучено со всех сторон, но каждый новый этап в исследованиях определялся задачами времени. В 1997 году торфяное месторождение получило статус мелиоративно-болотного стационара (Мелиоративно-болотные стационары, 1997). По материалам исследований, выполненных на этом болотном стационаре, и представлена данная монография. Научные стационары, как отмечает Б.С. Маслов (1997), должны рассматриваться как национальное достояние страны. По этим причинам авторы сочли своей обязанностью донести результаты многолетних исследований до будущих поколений учёных.

В работе приводятся результаты в соответствии с периодами исследований: 1961-1977, 1985-1990 и 1998-2001 годы. Каждый период характеризуется своим направлением и результатами в соответствии с требованиями конкретного периода. Так в 1961-1977 годах весьма перспективными являлись исследования вопросов получения высококачественных удобрений на основе торфа. Требовалось всестороннее изучение свойств торфов торфяной залежи, оставшейся после добычи. Коллективом Томского государственного педагогического института во главе с профессором Г.Н. Блинковым на торфяном болоте «Таган» были не только изучены биохимические свойства торфов, но и проведены опыты по использованию торфа на удобрения, в теплицах и парниках.

В дальнейшем особое внимание уже уделялось опытам по возделыванию на площадях выработанных торфяников многолетних трав. В этот период (1985-1990 гг.) исследования носили характер стационарных, когда в комплексе (гидротермический, агрохимический и биологический режимы) на протяжении всего вегетационного периода в течение нескольких лет изучались вопросы оптимизации вышеперечисленных режимов с целью получения высоких урожаев многолетних трав.

Следует заметить, что задача по созданию наилучших условий для получения максимального урожая с позиций удовлетворения требований растений к условиям внешней среды и последующего выбора системы оптимального регулирования на мелиоративном объекте может оказаться не решаемой. При этих обстоятельствах особого внимания заслуживает вопрос оптимизации почвенных режимов, но не только с позиций требований к ним растений, а, прежде всего, с позиций экологической самостоятельности почв как части биосферы.

Онтогенез растений предопределён районированием и селекцией сортов. Это означает, что сами растения уже рассчитаны на природные усло-

вия конкретного региона. Почвы же – это продукт воздействия всех внешних факторов, следовательно, представляют собой в природных условиях устойчивую экологическую систему, обмен веществ в которой обеспечивает продуктивность естественной флоры и фауны. Но цель сельскохозяйственного производства – получение высоких и устойчивых урожаев, уровень которых определяется фотосинтетически активной радиацией природной среды. Таким образом, требуется создать в почвах такие условия, которые обеспечат прибавку урожая при сохранении баланса обмена веществ в динамике почвенных режимов. Всё это позволяет признать, что вместо поисков выявления зависимостей требований растений во всём диапазоне внешних условий следует перейти к оптимизации почвенных режимов на основе мелиоративного воздействия, обеспечивающего получение высоких и устойчивых урожаев с одновременным сохранением почвенного плодородия, то есть генетически сложившегося в почвах равновесия процессов обмена веществ с окружающей средой.

Но вот наступили времена бережного с экологических позиций отношения к природе и соответственно этому изменились цели исследований на торфяно-болотном стационаре «Таган» (1998-2001 гг.). Основным направлением исследований стало изучение биохимических процессов трансформации торфов выработанных торфяников с целью биосферно совместимого их использования.

В целом структура книги выглядит следующим образом. В начале книги приведена характеристика выработанных торфяников Томской области, история разведки торфяного месторождения (т.м.) «Таган», далее результаты, полученные по вышеобозначенным периодам исследований, а в приложении - база данных выработанных торфяных месторождений Сибири, собранная по официальным источникам. В приложении также приведена исходная информация о запасах питательных элементов по слоям торфяной залежи и точкам наблюдений, а также другой табличный материал, что может представлять интерес для читателей при интерпретации собственных результатов.

В разное время в работе на торфяно-болотном стационаре принимали участие: В.П. Глаголев, В.С. Зарецкая, Р.П. Попадейкина (СибНИИТ), В.А. Дырин (ТГПУ), которым авторы благодарны за совместные полевые работы.

Результаты данных исследований позволяют разрабатывать режимы мелиорации торфяных месторождений, приёмы их сельскохозяйственного освоения и технологии использования, совершенствовать нормативы для проектирования, строительства мелиоративных систем на выработанных торфяниках и рационального их использования на территории Западной Сибири.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ

В России имеется богатый опыт использования выработанных торфяников, особенно в сельском хозяйстве. В значительно меньшей степени исследованы свойства и режимы выработанных торфяников в Сибири. В данном разделе приводится краткий анализ отдельных работ, посвящённых этим вопросам в целом по России и, в частности, по Томской области. Кратко остановимся на основных понятиях, связанных с рекультивированными торфяниками.

1.1. Рекультивированные торфяники. Понятия. Терминология.

При промышленной эксплуатации торфяные месторождения или их участки претерпевают изменения в виде последовательности состояний, обеспечивающих рациональное использование земельных ресурсов (рис.1). Для перехода на последнюю стадию объект торфодобычи должен быть подвергнут рекультивации.



Рис. 1 Стадии эксплуатации торфяного месторождения

В литературе по рекультивации земель существуют разночтения в терминологии. Термин «рекультивация» получил широкое распространение во второй половине XX века в период, связанный с развитием и распространением работ по восстановлению плодородия земель, нарушенных в результате деятельности горнодобывающей промышленности, в первую очередь, за рубежом.

В отечественной литературе первоначально термин «рекультивация территории» использовался как «специальные мероприятия по подготовке почвы для сельскохозяйственного или полеводческого использования» (Лазарева, 1972). Однако позже, в процессе развития и усложнения работ по восстановлению плодородия земель, нарушенных промышленным производством, содержание и смысловой объём термина значительно изменились. Л.В. Моторина (1978) даёт определение рекультивации как сложного комплексного понятия, означающего всестороннее преобразование нарушенных природно-территориальных комплексов для разных видов использования.

К настоящему моменту известны такие направления рекультивации как лесохозяйственное, рекреационное, водохозяйственное, профилактиче-

ское и т.д. (рис.2). В ГОСТ 17.5.01-78 (1980) даётся следующее определение основных терминов в этой области знаний.

Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Под нарушенными землями понимаются земли, утратившие хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и др. и образования техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.

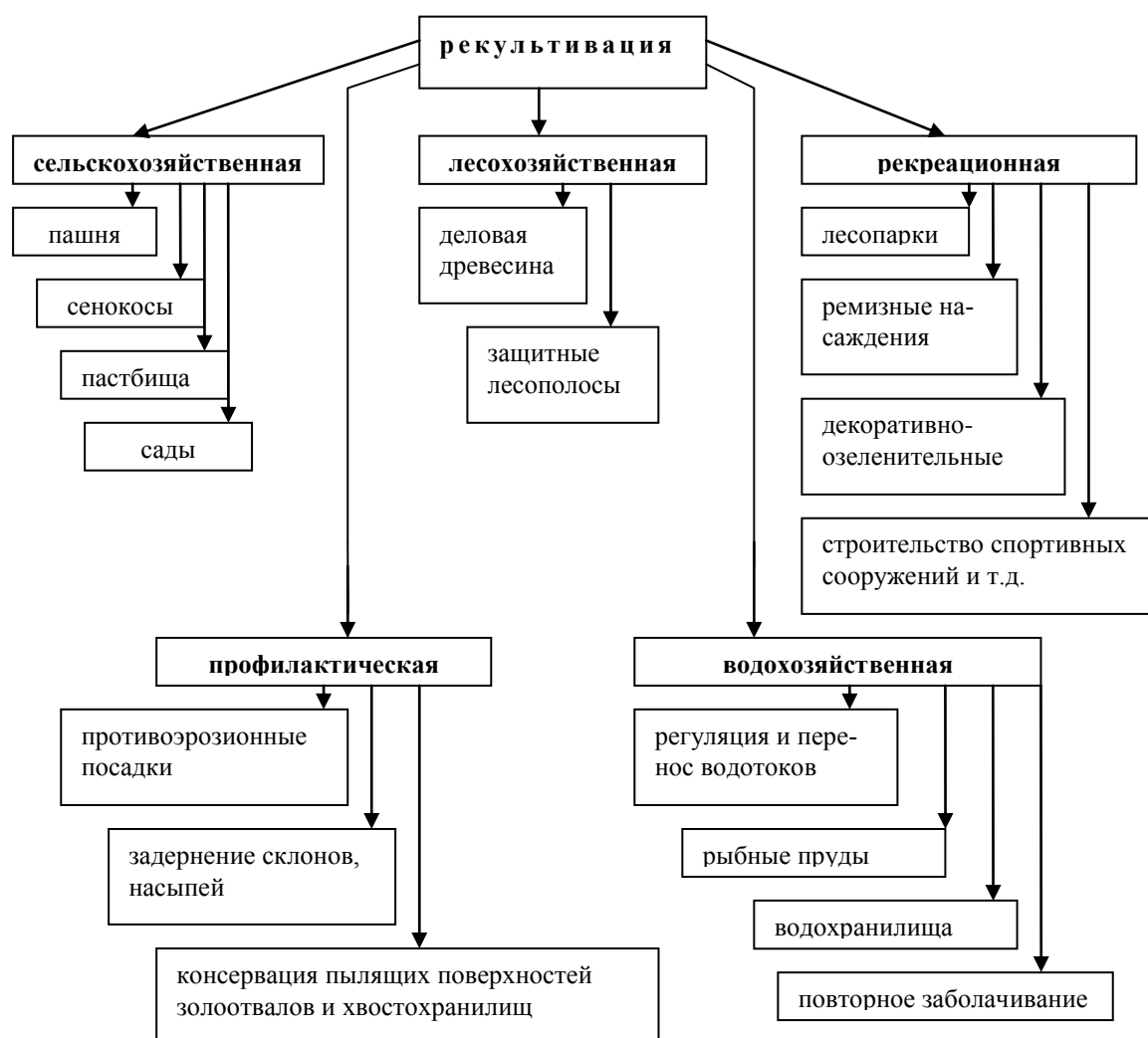


Рис. 2 Направления рекультивации нарушенных земель

Заметим, что термины «рекультивация» и «восстановление» нарушенных земель не являются синонимами, так как при рекультивационных работах обычно не происходит возврата землям существовавшего ранее плодородия.

Планирование нового ландшафта на месте нарушенных промышленным использованием земель должно вестись с учётом современных по-

требностей человека. Смысл же слова «восстановление» состоит в указании только на воссоздание того ландшафта, который существовал до нарушения.

Л.В. Моторина (1978) указывает, что задача рекультивации земель или «в более комплексном понимании – рекультивация природно-техногенных ландшафтов – состоит в том, чтобы создать на месте нарушенных ещё более продуктивные и устойчивые биогеоценозы, сформировать наиболее рационально организованные ландшафты, имеющие высокую хозяйственную, эстетическую и природоохранную ценность». На объектах торфодобычи эта задача обеспечивается ещё в период эксплуатации.

Согласно действующему положению (Справочник по торфу, 1982) добычу торфа обычно прекращают после сработки залежи до 0,5 - 0,7 м. Участки торфяных месторождений после окончания торфодобычи попадают в категорию нарушенных земель, «утративших свою хозяйственную ценность» и являющихся «источником отрицательного воздействия на окружающую среду» (ГОСТ 17.5.1.02-85, 1987), и подлежат обязательной рекультивации.

Значительное разнообразие нарушенных в результате торфодобычи земель, обусловленное разными способами добычи торфа, сроками выхода участков из эксплуатации, свойствами подстилающего торф минерального дна, геоморфологическим положением и гидрогеологическими особенностями, определяет необходимость их группировки с целью определения наиболее рационального направления рекультивации с учётом хозяйственных интересов. Преимущество всегда отдаётся сельскохозяйственному направлению рекультивации (ГОСТ 17.5.3.04-83, 1983).

Всесоюзным научно-исследовательским институтом топливной промышленности (ВНИИТП) совместно с Институтом торфа Академии наук Белорусской ССР была разработана инструкция по прогнозной оценке направлений использования месторождений после выработки промышленных запасов торфа (Инструкция по прогнозной ..., 1986), которая может быть применена лишь в природно-хозяйственных условиях европейской части России.

Анализ состояния проблемы в Западно-Сибирском экономическом регионе определил необходимость уточнения отдельных понятий и терминов, касающихся рекультивации торфяных месторождений после выработки торфа.

Объект торфодобычи – это торфяное месторождение или участок торфяного месторождения, торфяные ресурсы которого могут быть извлечены одним из известных способов с целью их дальнейшего использования в хозяйственных целях.

Разрабатываемое торфяное месторождение – это торфяное месторождение (или его участок), на котором в настоящий момент ведутся работы по добыче торфа одним из предприятий.

Выработанное торфяное месторождение – это объект торфодобычи после окончания его эксплуатации предприятием торфодобычи. Причём, эксплуатация объекта торфодобычи может быть прекращена не только после сработки, предусмотренного проектом слоя торфа, но и по другим причинам.

Рекультивированное торфяное месторождение – это выработанное торфяное месторождение, на котором выполнен комплекс работ в соответствии с одним из направлений рекультивации (ГОСТ 17.5.01-78, 1980).

1.2. Свойства и режимы выработанных торфяников

Водно-физические свойства. Для окультуривания и рационального использования выработанных торфяников и превращения остаточного слоя в почву, имеющую высокое и эффективное плодородие, необходимо оптимизировать почвенные режимы и, в первую очередь, водно-воздушный режим.

Регулировать водный режим выработанных торфяников сложнее, чем обычных торфяных залежей, вследствие различий в водно-физических свойствах остаточного, торфяного и минерального грунтов. На границе торфа и контактного слоя происходит разрыв капиллярной каймы, в результате которого влагообмен верхнего слоя нарушается. При этом, чем меньше мощность остаточного торфяного слоя, тем контрастнее его режим увлажнения, тем быстрее изменяются его водно-физические свойства (табл. 1), определяющие интенсивность сработки органического вещества (Алексеева, Снегирёва, 1977; Галкина, 1977; Вознюк, Олиневич, Галкина, 1976; Бойко, 1980).

Таблица 1 Водно-физические свойства выработанных торфяников

Мощность остаточного слоя торфа, см	Слой, см	Объёмная масса, г/см ³		Удельная масса, г/см ³		Полная влагоёмкость, % от объёма		Порозность, % от объёма	
		1*	2	1	2	1	2	1	2
50	0-25	0,64	0,56	2,20	2,16	76,5	118,5	71,0	74,1
	25-50	1,45	1,49	2,68	2,63	39,2	41,3	46,0	43,4
50	0-20	0,22	0,24	1,58	1,58	100,0	106,0	86,1	84,8
	20-50	1,45	0,64	2,19	2,26	51,2	48,8	79,4	71,7
100	0-20	0,22	0,24	1,60	1,58	440,0	350,0	86,2	84,8
	20-50	0,21	0,29	1,63	1,95	283,0	193,0	87,1	85,2

Примечание. *1 – после выработки, 2 – через три года

Почвы выработанных торфяников характеризуются и ухудшением тепловых свойств. Типичным для них является медленное прогревание весной и быстрое охлаждение при снижении температур воздуха (Застенский, 1976). В летний период торфяной слой подвергается резким колебаниям температуры воздуха.

Наблюдения за уровнями почвенно-грунтовых вод (нормой осушения) показали, что при малой мощности остаточного слоя торфа уровни грунтовых вод находятся значительно ближе к дневной поверхности и характеризуются резкими колебаниями. Так, во влажный период на участках с мощностью торфа 50 см уровни грунтовых вод поднимались близко к поверхности с амплитудой колебаний от 10 до 70 см и полностью зависели от количества выпавших осадков. Уровни грунтовых вод на участках с мощным остаточным слоем торфа находились на глубине 70-85 см в течение всего сезона и колебания их были незначительными.

Например, максимальный модуль стока во влажный год составляет 0,746 – 0,766 л/сек с га, тогда как на участке с метровым слоем торфа лишь 0,340 – 0,190 л/сек с га. Объём стока за весенне-летний период на участках с мощностью 25, 50 и 100 см составил соответственно 58,2; 31,2 и 17,1 мм. Это связано с тем, что при увеличении мощности торфа ухудшается водопроницаемость и, следовательно, замедляется водоотдача. Таким образом, чем меньше мощность остаточного слоя торфа выработанного торфяника, тем больше он нуждается в гидромелиоративных мероприятиях. Более интенсивное дренирование отмечается на участках с маломощным слоем торфа (Алексеева, Снегирёва, 1977).

Окислительно-восстановительный режим, химические и биологические свойства. Окислительно-восстановительные условия почв выработанных торфяников изучены слабо. В работах чаще всего приводятся данные одноразовых замеров окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Так, в профиле только что вышедших из-под добычи выработанных торфяников, в которых глеевой процесс начинается уже с глубины 40–60 см, ОВП не превышает 200мВ. На хорошо осушенных выработанных торфяниках, где преобладают дерновые процессы, в период глубокого стояния уровней грунтовых вод (до 100 см) ОВП имеет высокие значения (Еh 500–700 мВ). Таким образом, на выработанных торфяниках на смену анаэробным процессам приходят аэробные, которые полностью определяют смещение биологического равновесия в сторону ускорения процессов минерализации торфа.

Роль ботанического состава в трансформации органического вещества. Согласно общей теории трансформации органического вещества скорость его разложения зависит от биохимического состава растительных остатков и ряда внешних факторов. Внешние факторы – гидротермический режим, мощность оставшегося торфяного слоя, гидротехническое воздействие – выше были уже рассмотрены. Рассмотрим роль биохимического состава торфа на процессе трансформации органического вещества. Изменение органического вещества происходит по экспоненциальному закону, например, по С.А. Алиеву (1978)

$$G = G_0 + K_G(1 - K_M) \left[\sum_{i=1}^t P_H(i) + \sum_{i=1}^t P_K(i) \right],$$

где G_0 – начальный запас гумуса,

K_G – коэффициент гумификации,

K_M – коэффициент минерализации,

P_H – поступающая надземная масса,

P_K – поступающая корневая масса растительности,

t – время.

Если в вышеприведённой формуле ещё не учитывается биохимический состав, то в работах J. Minderman (1968) и F. Bunnell, P. Doroing (1974) в модели трансформации использована сумма экспонент, характеризующих разложение отдельных веществ – сахаров, гемицеллюлозы, лигнинов, фенолов. Таким образом, ботанический состав определяет степень интенсивности и направленность процесса преобразования органического вещества оставшегося слоя торфа.

Л.М. Кузнецова (1968) приходит к выводу, что из низинных торфов быстрее других разлагается древесный, затем травяной. Медленнее минерализуется моховой торф. Органическое вещество верхового торфа состоит преимущественно из углеродных соединений (Ландсберг, 1973): целлюлозы (28%) и лигниноподобных веществ (31%).

Скорость разложения органического вещества, как уже отмечалось выше, зависит от ботанического состава. Потери органического вещества почвы определяются содержанием редуцируемых веществ и лигнина в торфообразователях. Чем больше редуцируемых веществ и меньше лигнина, тем выше степень деградации торфов (Поздняков и др., 2002). Быстрее всего минерализуются осоковые, гипновые и сфагновые торфа. В 1,5-3 раза медленнее разлагаются тростниковые и древесные виды, содержащие в 4-10 раз больше лигнина (Барсуков, 1996; Афанасик с соавт., 1998; Белковский и др., 2000; Инишева, Дементьева, 2000; Бамбалов, 1998; 2001).

В ряде работ (Жмако, Ажоселева, 1937; Ефимов, Лунина, 1985) показано, что освоение торфяников сопровождается накоплением более устойчивых к разложению гумусовых веществ и битумов, а также разрушением и исчезновением углеводов как веществ, наиболее легкоразлагаемых микроорганизмами. Поэтому после трёхлетнего сельскохозяйственного использования торфяной залежи верхового типа содержание легкогидролизуемых веществ в ней уменьшилось в 2 раза относительно целины, а битумов и фульвокислот увеличилось на 30%, гумусовых на 8-14%, общая обуглероженность на 5-8% (Действие удобрений, 1963). На поздних стадиях освоения разрушению подвергаются даже гумусовые вещества и битумы.

Е.И. Синькевич (1997) полагает, что наиболее благоприятные условия для мобилизации азота складываются при значениях C:N в интервале 18 -

24. Такой широкий диапазон изменений обусловлен, прежде всего, различным генезисом торфяных залежей, степенью освоения и климатическими условиями. Известно, что более гумифицированные торфяники (как целинные, так и освоенные) южных регионов имеют более узкое соотношение С:N (16-17) по сравнению с менее гумифицированными северными (18-19). С увеличением срока освоения торфяников большое влияние на трансформацию органического вещества оказывает применение агроприёмов. По данным А.Н. Уланова (2005), освоение выработанных торфяников Северо-Востока европейской части России (Кировская область) с применением агроメリорантов сопровождалось фракционной перестройкой органического вещества. Так, например, внесение органических удобрений (навоз, ил и т.д.) в торфяную залежь, сложенную осоковыми, осоково-тростниковыми и древесно-осоковыми торфами, увеличило долю почти всех фракций гуминовых кислот, а соотношение С_{гк}:С_{фк} увеличилось до 3,6 (с 0,7-1,6 в неосвоенных торфяниках). При глиновании торфяников наличие глинистых минералов способствовало образованию достаточно устойчивых к микробному разложению минерально-гумусовых комплексов, образующих сравнительно прочную структуру.

Таким образом, различные приемы окультуривания выработанных торфяников на первых стадиях их освоения приводят к минерализации легкогидролизуемых веществ и стимулируют процессы гумификации. Однако при длительном сельскохозяйственном освоении наблюдается изменение соотношения между гуминовыми и фульвокислотами, накопленные гумусовые вещества и битумы подвергаются разрушению, наблюдается снижение как валовых запасов азота, так и его легкогидролизуемой фракции. В целом, количество органического вещества снижается, происходит деградация торфяной залежи.

Биологические свойства. Биологическая активность является основным показателем характера и интенсивности процессов трансформации органического вещества почв и включает в себя деятельность микроорганизмов, ферментов и выделение CO₂ почвами. Работ, посвященных изучению микробных сообществ выработанных торфяников, а также исследованиям влияния их окультуривания на активность микроорганизмов, сравнительно немного (Широких, 1990; 1994; Широких, Вертоградская, 1992; Уланов, 2005; Инишева и др., 1990; 1997; 2005; Инишева, Белова, 2003; Дырин, Камбалова, 2005).

После окончания добычи торфа на протяжении последующих 5-9 лет торфяники характеризуются низкой биологической активностью (Широких, 1990; Инишева и др., 1997), что обусловлено слабой аэрацией, неустойчивостью водного и теплового режимов, наличием недоокисленных соединений, токсичных для микроорганизмов и растений (Ковалев и др., 1998). С увеличением длительности осушения микрофлора активизируется.

Вместе с тем А.А. Широких (1994) отмечает, что при всех лимитирующих факторах выработанные торфяники обладают относительно высоким пулом микроорганизмов. Запасы микробной биомассы составляют 1,31 т/га.

После выработки торфяной залежи торфяники отличаются высоким содержанием неблагоприятной микрофлоры (масляно-кислые бактерии, денитрификаторы), низкой численностью сапрофитных микроорганизмов, нитрификаторов, отсутствием азотобактера и актиномицетов (Богомазова, 1985; Инишева, Славина, 1987). В качестве примера в таблице 2 приведена численность микроорганизмов и показатели ферментативной активности в профиле выработанных торфяников Кировской ЛОС, торфяная залежь которых сложена осоковым, тростниково-осоковым и древесно-осоковым торфами.

Вместе с тем активностью микрофлоры можно управлять, применяя различные способы окультуривания. По данным А.А. Уланова (2005) уже на следующий год после внесения удобрений (минеральных, органических, сидеральных) и минерального грунта численность почти всех микроорганизмов увеличилась на несколько порядков.

Возросла доля и актиномицетов, вступающих в процессе разложения органического вещества на поздних стадиях как организмов, способных усваивать наиболее трудно разлагаемые вещества. Однако, уже на второй, третий годы происходит заметная стабилизация динамики роста микробного населения.

Таблица 2 Численность микроорганизмов (млн/г) и ферментативная активность в профиле целинных выработанных торфяников (Уланов, 2005)

Глубина, см	Бактерии			Актиномицеты	Целлюлозотитки	Уреаза, мг N-NH ₃ /24ч	Каталаза, мг O ₂ /1 мин	Протеаза, мг N-NH ₂ /24 ч
	МПА *	КАА	ТА					
0-10	2,0	5,0	0,02	0,6	5,5	5,5	5,5	2,3
10-20	0,06	0,8	-	-	2,4	2,4	4,3	1,2
20-30	-	0,3	-	-	1,5	1,5	4,0	1,2
30-60	2,0	0,8	0,02	-	0,5	0,5	4,0	1,4
60-90	3,0	2,0	-	-	0,9	0,9	1,2	1,0

Примечание: * Численность микроорганизмов соответственно на мясопептонном (МПА), крахмало-аммиачном (КАА), торфяном (ТА) агаре

При сравнении действия мелиорантов на биологическое состояние почвы, находящейся под различными культурами, отмечалась более высокая биологическая активность на участках, где освоение выработанных торфяников начиналось с возделывания однолетних культур. При длительном применении минеральных удобрений наблюдается снижение численности микроорганизмов и биологической активности выработанных тор-

фьяников, что объясняют подкислением почвенного раствора, угнетающим действием фторидов и хлоридов.

Что касается целлюлозолитической активности выработанных торфяников Сибири, то следует заметить, что она невысока. Например, в торфяной залежи, сложенной гипновыми торфами целлюлозолитическая активность изменяется в пределах от 0 до 10,2% и в среднем составляет 3,1%. А в торфяной залежи сложенной древесными торфами, характеризующейся лучшими окислительными условиями, пределы изменений целлюлозолитической активности составляют 0-67,1%, при среднем значении 13% (Инишева и др., 2005). Исследования, проведенные на выработанных торфяниках, залежь которых сформирована древесными торфами, показали, что активность целлюлозоразрушающей микрофлоры не увеличивается при внесении в торфяник минеральных удобрений.

Важно отметить тот факт, что целлюлозолитическая активность торфяников может служить интегральным показателем интенсивности трансформации углеродсодержащих органических соединений в торфяной залежи. Так для условий Белоруссии самая высокая целлюлозолитическая активность наблюдается в торфяниках под картофелем: за 30 дней разложение клетчатки составило 36%. В то же время под многолетними травами этот показатель почти в 2,4 раза меньше (15%).

Вместе с тем следует отметить, что результаты, характеризующие влияние окультуривания на биохимическую активность, противоречивы. В зависимости от почвенных и климатических условий окультуривание и, в частности, внесение минеральных удобрений может депрессировать биохимические процессы в торфяной залежи (Ивлева, 1984; Шимко и др., 1994; Широких, 1990). По данным В.Ф. Купревича (1974), Л.И. Инишевой с соавторами (2003) окультуренные торфяники отличаются, как правило, несколько пониженной активностью ферментов по сравнению с целинными. Как предполагают авторы, это объясняется тем, что обогащение окультуренных торфяников доступными для микроорганизмов веществами снижает их активность.

В то же время имеются результаты исследований, согласно которым общая ферментативная активность на старопахотном торфянике значительно выше, чем на вновь осваиваемом. Так, по каталазе и протеазе она может различаться в 1,5-2,0 раза (Уланов, 2005). Действие минеральных удобрений на интенсивность биохимических процессов осушенных торфяников, в том числе и выработанных, может быть незначительным (Олиневич, 1986; Кузьмина, Михеева, 1987; Белова, 2003) или наоборот выражается в повышении биологической активности (Славнина, Инишева, 1987).

По мере увеличения сроков использования торфяников и обеднения их органических веществ легкогидролизуемыми формами ферментативная активность изменяется. Так, в первые годы освоения выработанных торфяников наблюдается довольно резкое увеличение активности почвенных

ферментов (Артемьева и др., 1980; Потапова, 1997). С увеличением давности освоения, как правило, энзиматическая активность снижается (Ивлева, 1984; Ивлева, Свирновская, 1995; Инишева и др., 2003). Так, например, по данным Н.А. Шимко с соавторами (1994), высокая полифенолоксидазная активность, которая отмечалась в первые пять лет освоения, резко снижалась к 16-му и еще более к 20-му году сельскохозяйственного использования, что свидетельствует о глубоких биохимических изменениях органического вещества торфяной залежи. Таким образом, было установлено, что характер использования осушенных торфяников существенно влияет на интенсивность процессов трансформации органического вещества.

Согласно данным С.Н. Ивлевой (1992,1994), Д.А. Мусекаева и И.В. Кузьминой (1996) и других авторов самой высокой ферментативной активностью характеризуются торфяники, используемые в севообороте, наименьшей – под многолетними травами. Однако, по данным А.А. Широких и И.А. Вертоградской (1992) двадцатилетний период использования выработанных торфяников Кировской области под многолетние травы привел к увеличению активности ряда ферментов (пероксидазы в 5 раз, уреазы и протеазы в 2-2,5 раза) по сравнению с самозарастающим участком, что указывает на усиление минерализующей деятельности микрофлоры. Вместе с тем активность полифенолоксидазы снизилась в 1,5 – 2,0 раза, что авторы объясняют повышением степени гумификации органического вещества. Вышесказанное свидетельствует о том, что использование торфяников даже исключительно под лугом может лишь притормозить минерализацию органического вещества, но, к сожалению, не гарантирует его сохранение.

Показателем суммарной биологической активности, и, следовательно, интегральным показателем интенсивности трансформационных процессов в торфе является величина выделяемого из торфяного профиля диоксида углерода. По данным Д.С. Орлова с соавторами (2000) основной вклад в выделение CO_2 вносит минерализация лабильных компонентов органического вещества, переходящих во фракцию фульвокислот ФК-1а и представленных, главным образом, моно - и олигосахаридами с высокой скоростью обновления углерода. Значительно меньший вклад в суммарную эмиссию CO_2 вносит минерализация стабильных компонентов органического вещества – гуминовые кислоты и гумин, что определяется в первую очередь низкой скоростью обновления в них углерода. Поэтому в разных по ботаническому составу торфяниках выделение CO_2 , характеризующее процесс трансформации органического вещества, изменяется согласно результатам исследования от 5,5 до 540 мг $\text{CO}_2/\text{м}^2 \cdot \text{час}$ (табл. 3).

Таблица 3

Эмиссия CO₂ из мелиорируемых торфяников

Регион	Геоморфологическое положение, мощность торфяника, подстилающие породы	Вид торфа	Направление использования	Эмиссия CO ₂ , мг CO ₂ /м ² * час	Литературный источник
Северо-запад России	озерное происхождение, 1,5 м, пески	древесный, древесно-осоковый и осоково-гипновый	многолетние травы	124 – 206	Донских, 1982
Северо-восток России	терраса реки Быстрицы, 0,7 – 1,5 м*, пески	осоковый, тростниково-осоковый и древесно-осоковый	неосвоенные сельскохозяйственные культуры	80 20 – 300	Уланов, 2005
Центральная часть России	пойма р. Пры, 1,0 – 1,5 м, пески	древесно-травяной	сельскохозяйственные культуры	120 – 183	Зайдельман, Шваров, 2001
Западная Сибирь	ложбина древнего стока, 1,0 м*; пески	древесный	многолетние травы	166 - 446	Влияние сельскохозяйст-го освоения, 1995
	терраса р.Галка, 3,2 м*; карбонатные глины	гипновый	чистый пар N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	(34,8-396,0)/157,9** (31,2-353,0)/175,7	Белова, 2003
	ложбина древнего стока, 1,4 м*, пески	древесный	чистый пар N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ кукуруза	(36,7-400,8)/187,6 (5,5-313,5)/167,7 (27,5-451,0)/258,0	
Белоруссия	2,5 м, пески	древесно-тростниковый	пар многолетние травы	170 379	Белковский, Решетник, 1981
		тростниково-осоковый	зерновые культуры	301	
Украина (Волыньское Плесо)	Долина реки Зульня, 2,5 м, пески	древесно-гипново-осоковый	пар кукуруза	до 350 270 - 540	Клименко, 1990

Примечание: * - выработанные торфяники; ** – в числителе указаны пределы варьирования, в знаменателе – среднее значение

Результаты по эмиссии CO₂ выработанными торфяниками Западной Сибири подтверждаются аналогичными данными, полученными на выработанных торфяниках северо-востока европейской части России, и составляют в среднем 200 мг CO₂/м²*час, что отражает по мнению А.А. Широких (1990) слабую напряженность биохимических процессов в торфяной залежи (табл. 3). Только в отдельные экстремально тёплые периоды интенсивность выделения CO₂ увеличивалась до экстремальных значений.

Окультуривание значительно повышает скорость продуцирования CO_2 торфяниками. При этом влияние окультуривания на эмиссию CO_2 более заметно в направлении с севера на юг (табл. 3). Использование торфяников под пропашные культуры увеличивает скорость минерализации органического вещества, что в свою очередь отражается на интенсивности выделения CO_2 (Дудченко и др., 1974; Артемьева и др., 1980).

Весьма интересные данные приводят белорусские исследователи. Ежегодная эмиссия CO_2 из осушенных, но не используемых выработанных торфяников составляет до 24 т/га в год, что в 1,6- 2,7 раза больше, чем при возделывании зерновых культур и многолетних трав. Это объясняется тем, что на выработанных торфяниках происходит очень незначительное восполнение органического вещества из-за слабого развития растительного покрова (Бамбалов, 1984; Ракович, Бамбалов, 1996, 2004).

С увеличением сроков использования осушенных торфяников (центральная часть России) уменьшается интенсивность образования CO_2 . Так, на участке, сложенном древесным торфом, при продолжительности использования 30 лет интенсивность эмиссии CO_2 оказалась в 8 раз выше по сравнению с контролем (неокультуренный торфяник, залежь которого сложена гипново-разнотравным торфом). На участке, сформированном древесно-разнотравным торфом, при продолжительности использования 60 лет эмиссия CO_2 в 5-6 раз выше контроля, а на участке с 90-летним использованием (сложен торфяно-гипновым торфом) она практически не отличалась от контроля (Новиков, 2004; Новиков и др., 2004). Таким образом, с увеличением сроков использования торфяников процесс минерализации постепенно замедляется, но совсем не прекращается.

Минерализация органического вещества – это результат биохимической деятельности различных микроорганизмов, поселяющихся в почвенной толще. По мнению некоторых исследователей (Алексеева, Снегирёва, 1977; Разработка методов ..., 1979; Гордин, Журин, 1963; Кузнецова, Чаврецова, 1968) глубинные слои торфа, оказавшиеся после выработки на поверхности, не являются почвой, так как в них практически отсутствует микрофлора. Под влиянием кислорода воздуха окисляются вредные соединения, поселяются первые аэробные микроорганизмы, торф оживает. В естественных условиях этот процесс происходит очень медленно, но также определяется генезисом торфяника.

В работах (Горшков, 1969; Гордин, 1968; Кузнецова, 1973; Фёдоров, 1979; Галкина, 1974, Скоропанов, Беленький, Брезгунов, 1976) указывается на слабую нитрификационную способность выработанных торфяников даже при их сельскохозяйственном использовании. Результатом физико-химических и микробиохимических преобразований является увеличение подвижных форм питательных элементов в остаточном слое торфа выработанных торфяников.

Пищевой режим. Многочисленными исследованиями было доказано, что выработанные торфяники требуют к себе внимания на протяжении всего периода эксплуатации. Они представляют собой слишком раннимую экологическую систему. Одним из условий оптимального состояния выработанных торфяников при их использовании под сельскохозяйственные культуры является периодическое внесение удобрений.

В торфе выработанных торфяников все подвижные элементы питания находятся в минимальных дозах (Трутнев, Иванова, 1963; Ефимов 1972). Однако их предельное содержание в разных по ботаническому составу торфах существенно различается. Эти вопросы рассматриваются в ряде работ (Кузнецова, 1968; Бурак, 1973; Бамбалов, 1984; Фёдоров, 1980), согласно которым плодородие торфяников в значительной степени определяется его ботаническим составом. Так, опыт с овсом на фоне РК, проведённый Л.М. Кузнецовой (1968), показал, что более благоприятным пищевым режимом обладают торфяники, залежь которых сложена осоково-гипновым торфом (в сравнении с гипновым). Ю.П. Бурак (1973), изучая плодородие торфяников, торфяная залежь которых представлена осоково-древесными, осоково-травяными и осоково-гипновыми торфами на фоне внесения калия и меди, подтверждает, что наиболее обеспеченными элементами питания являются торфяники, сложенные осоково-древесными торфами, за ними следуют торфяники сложенные травяными торфами.

Широко представлены в литературе работы по изучению фосфатного режима выработанных торфяников (Иванов, 1962; Пацевич, 1980; Синягин, 1980). Подвижность фосфора в них определяется содержанием подвижных форм железа. Исследования С.Н. Иванова (1962) доказывают, что наиболее энергично закрепление фосфатов, то есть превращение поверхностно-адсорбционных фосфат-ионов в химические соединения идёт в почвах и торфах с высоким содержанием железа и алюминия. В торфяниках, где фосфатный режим определяется содержанием калия и магния, этот процесс идёт медленно. В них преобладают легкодоступные 1-2 замещённые фосфаты кальция.

Эффективность фосфорных удобрений на выработанных торфяниках, за исключением вивианитовых торфов, высокая. Исследователи фосфорного режима торфяников утверждают, что положительное влияние фосфорных удобрений заключается не только в том, что фосфор используется для питания растений, но и в содействии накоплению гумуса, увеличению подвижности фосфора почв.

Азотный режим выработанных торфяников имеет первостепенное значение при выращивании сельскохозяйственных культур. Внесение азотных удобрений – необходимое мероприятие для получения высоких урожаев, так как в торфе азот находится в недоступной для растений форме. Азотное питание улучшается не только за счёт азота внесённых удобрений, но и за счёт азота почвы, подвижность которого увеличивается

(Действие удобрений, 1963; Гордин, 1968; Синягин, 1980; Ефимов, Царенко, Шидловская, 1985). Увеличение же подвижности органического азота торфа вследствие усиления процесса его минерализации следует проводить осторожно, так как трансформация азотсодержащих веществ – основа трансформации органического вещества торфа.

Эволюция выработанных торфяников. Окультуривание мелиорированных торфяников является сложным и противоречивым процессом. По мере сельскохозяйственного использования уменьшается содержание органического вещества и азота до величин, характерных для минеральных почв, увеличивается распыленность пахотного горизонта, уменьшаются влагозапасы и так далее, как отмечалось выше. Вместе с тем возрастает содержание подвижных элементов питания, улучшается температурный режим. И все же, негативные изменения преобладают над позитивными (Зайко и др., 1990). Таким образом, по мере сельскохозяйственного использования и в связи со сработкой торфа в процессе эволюции потенциальное плодородие мелиорируемых торфяников снижается.

Из литературных данных следует, что скорость трансформации органического вещества торфов в осушенных торфяных залежах зависит также от широты местности (табл. 4).

Например, в условиях Карелии сработка не превышает 0,6 см в год или 1,5 т/га (Нестеренко, 1999). В то же время в Белоруссии теряется ежегодно 3,0-20,0 т/га и более торфа, а поверхность понижается в среднем на 1-3 см в год (Зайко и др., 1990; 2002). Минимальные потери органического вещества наблюдаются под многолетними травами. Наибольшая сработка торфа отмечается под пропашными культурами и почти половина потерь приходится на эрозию.

На основании проведенных исследований Б.С. Масловым (2002) предлагаются следующие величины допустимой осадки и сработки торфа: в период времени 6-30 лет со времени осушения среднегодовая сработка торфа под травами составляет 0,30 см/год и 0,72 см/год под другими культурами. А в период времени 6-50 лет после осушения соответственно – 0,22 и 0,55 см/год.

Согласно исследованиям белорусских ученых (Мееровский с соавторами, 1999) сочетание различных методов эволюционного прогноза (расчетно - картографический, расчетный, в ландшафтах - аналогах и др.) позволяет определить ориентировочное время эксплуатации торфяной залежи до полного ее исчезновения. Долговечность метрового слоя торфа мощных торфяников под зерновыми составляет 170 лет, в севообороте – 300 лет, под лугом не менее 600 лет (Лиштван, Ярошевич, 2001). На маломощных торфяниках эти процессы происходят быстрее.

Срок эксплуатации торфяников с мощностью менее 100 см составляет не более 30-50 лет (Зайко и др., 2000). При использовании торфяников под

зерновые и особенно пропашные культуры слой торфа в 1-1,5 м полностью минерализуется за 70-80 лет.

Таблица 4 Ежегодная сработка органического вещества осушенных торфяников

Регион	Сроки использования торфяников (годы)	Направления использования торфяников	Сработка ОВ		Литературный источник
			т/га в год*	см/год	
Европейский север (Карелия)	–	–	3 – 8	–	Синькевич, 1997
	6 – 7 лет	многолетние травы	–	3,0 – 4,0	Ларионова, 2004
	спустя 10 лет	многолетние травы	–	1,5 – 2,0	
	–	с/х культуры	1,5	0,6	Нестеренко, 1999
Северо-восток европейской части России (Кировская ЛОС)	–	многолетние травы*	2,4	–	Уланов, 2005
	–	пропашные культуры	5,2	–	
	63	многолетние травы в пропашном режиме	–	~0,1	
	63	полевые культуры	–	3,5 – 3,9	
Центральная часть России	25	многолетние травы	1,9	–	Маслов и др., 1996
	25	пропашные культуры	4,4	–	
	5	травы	5 – 7	–	Томин, 2004
	5	пропашные культуры	10– 12	–	
	5	многолетние травы	–	1,0 – 1,3	
	5	лугово-кормовой севооборот	–	1,3 – 1,8	
	5	овоще-кормовой севооборот	–	2,2	
Белоруссия	–	многолетние травы	3 – 4	–	Уланов, 2005
	–	зерновые культуры	5 – 7	–	
	–	пропашные культуры	9 – 11	–	
		с/х культуры	3 – 20		Зайко и др., 1990; 2002

Примечание. * - выработанные торфяники

Таким образом, осушенные торфяники являются экологически неустойчивыми, их унаследованные свойства не соответствуют новым условиям функционирования и подвержены изменениям и эволюции. Эволюция осушенных торфяников идет в направлении незаболоченных зональных почв. Конечной стадией эволюции являются почвы, соответствующие их водному режиму (Зайко и др., 2002).

Н.Н. Бамбалов (2000) предлагает в биоклиматических условиях умеренного пояса выделить четыре стадии антропогенной эволюции торфяников. Первая из них длится до тех пор, пока в почвенном профиле сохраня-

ется обособленный торфяной горизонт из нескольких генетически различных слоев, либо из одного пахотного. Вторая стадия – органо-минеральная почва (25- 30% органического вещества) – начинается с момента начала припахивания подстилающей породы. Третья – минеральная остаточноторфяная (14-15% органического вещества) – начинается, когда не представляется возможным определение ботанического состава торфа. Четвертая – минеральная, окультуренная. В этой стадии органическое вещество болотного генезиса разрушено полностью. Эта, так называемая, «климаксовая» стадия может продолжаться неопределенно длительное время. По мнению Р.С. Трускавецкого с соавторами (1998) создание высокоплодородных почв на месте полностью сработанных торфяников возможно лишь при очень высоком агрофоне.

Согласно белорусским исследователям (Зайко и др., 1990; 2002) торфяники с мощной торфяной залежью в результате сработки постепенно превращаются в среднемощные, маломощные, торфяно и торфяно-глееватые, антропогенные почвы (постторфяные) минеральные разной степени гумусированные. При неглубоком уровне болотных вод (40 – 80 см) эволюция торфяников завершается формированием довольно плодородных дерново-глееватых и перегнойно-глееватых почв. При глубоком уровне болотных вод конечной стадией их развития являются минеральные почвы, близкие к дерново-подзолистым незаболоченным.

В выработанных торфяниках, где рекультивация не проводилась или оказалась недостаточной, почвообразовательный процесс может осуществляться по двум направлениям. На участках, где субстрат хорошо аэрирован и быстро минерализуется, формируются почвы, близкие по свойствам к осушенным торфяникам. На участках, где остаточный слой торфа переувлажнен и подвергается затоплению, возможна реставрация почвы в результате вторичного заболачивания (Смеян и др., 1990).

На рекультивированных выработанных торфяниках Урала при оптимальном осушении с высокой агротехникой и внесением минеральных удобрений на минеральных обнажениях развивается дерновый процесс, и почвообразование идет в направлении формирования дерново-глеевых луговых почв. На мощном остаточном торфе формируются торфяно-перегнойные почвы. Но и на рекультивированных выработанных торфяниках могут развиваться оглеение и заболачивание по трем причинам: при недостаточном осушении, при переуплотнении почвы техникой во время сенокоса и уборки витаминно-травяной муки по сырой траве, при выпасе скота по сырой почве. При этом заболачивание рекультивированных площадей протекает намного интенсивнее естественного процесса, а удобрения стимулируют рост болотной растительности (Накаряков, Смирнов, 2002).

А.И. Кудрячев (1982) показал, что в течение 10 и более лет при соблюдении агромероприятий на торфяниках с мелкой залежью торфа мож-

но получать на сенокосах 4,5 - 5,5, а на пастбищах 6,0 -7,0 тыс. к. ед./га, со средней и глубокой залежью соответственно 5,0 - 6,5 и 8,0 -10,0 тыс. к. ед./га. Максимальной продуктивностью обладает травосмесь из 2-3 злаковых и 3-4 бобово-злаковых компонентов. Наиболее оптимальным является состав травосмеси на основе костра безостого (60%).

Многочисленные исследования показывают, что в Европейской части России при внесении удобрений продуктивность выработанных торфяников существенно увеличивается. Так, на маломощных выработанных торфяниках (20-50 см) при внесении удобрений дозой $N_{120}P_{60}K_{90}$ на четвёртый год было получено 81 – 93 ц/га сена многолетних трав (Алексеева, Снегирёва, 1977). Даже на верховых выработанных торфяниках при внесении минеральных удобрений можно получить 335 ц/га зелёной массы покровных культур, а затем 77-93 ц/га сена многолетних трав.

Исследования В.Н. Ефимова, В.П. Царенко и др. (1985) показали, что первый укос трав формируется преимущественно за счёт азота удобрений (до 58%), травы второго укоса используют в основном азот почвы. Поэтому при его недостатке очень эффективна подкормка трав после первого укоса. Всего на формировании урожая используется 47- 60% азота удобрений, 8-22% закрепляется в почве (химически связывается органическим веществом и поглощается микроорганизмами), 22-30% азота теряется газообразно. Увеличение дозы азотных удобрений ведёт к накоплению минерального азота в нитратной форме независимо от формы удобрений (Фёдоров, 1979).

Краткий анализ работ по вопросам выработанных торфяников показывает, что их исследование в основном касается европейской части России, что закономерно, так как добыча торфа на этой территории активно велась уже с 20-х годов XX века. В Западной Сибири добыча торфа началась в 80 – 90-х годах и обширных исследований выработанных торфяных месторождений не проводилось. Вместе с тем, природные особенности Западно-Сибирской низменности, способствующие активному заболачиванию территории, определяют иную эволюцию торфяников. Наиболее наглядно это можно проследить при стационарном изучении режимов торфяников в процессе их использования. Но прежде необходимо составить мнение о состоянии выработанных торфяников Западно-Сибирской низменности, поэтому в следующей главе приводится характеристика выработанных торфяников Западной Сибири и более подробно Томской области.

2. ВЫРАБОТАННЫЕ ТОРФЯНИКИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

2.1. Общие сведения

Список разрабатываемых и выработанных торфяных месторождений Западной Сибири включает 98 объектов (Приложение 1). По состоянию на 01.01.1994 года общая площадь разведанных с целью добычи торфа и разрабатываемых торфяных месторождений в Западной Сибири составила 70 220 га. Площадь выработанных участков по нашим данным (без Тюменской области) равна 7906 га. Сведения о площадях торфяных месторождений Западной Сибири приведены в таблице 5.

Таблица 5 Данные о состоянии площадей торфяных месторождений Западной Сибири

Область	Общая площадь в промышленных границах*, га	Разрабатываемая площадь	Нарушенная при торфоразработках	Рекультивированная площадь
Тюменская	21013,8	53,9 / 0,3	нет данных	нет данных
Томская	8060,0	12,1 / 0,2	6,24 / 0,08	0,294 / 4,7
Омская	1211,7	0,5 / 0,04	0,58 / 0,05	нет данных
Новосибирская	2095,2	1,7 / 0,1	0,095 / 0,004	нет данных
Кемеровская	42,4	1,6 / 3,8	0,761 / 1,79	нет данных
Алтайский край	51,1	0,4 / 0,8	0,230 / 0,45	нет данных
Всего	32474,2	70,2	7,906	

Примечание. * – по данным Гипроторфразведки

Наиболее интенсивно разрабатываются торфяные месторождения Кемеровской области, несмотря на самую низкую в Западной Сибири степень заторфованности. На втором месте стоит Омская область. Остановимся более подробно на анализе выработанных торфяных месторождений Томской области.

Механизированная добыча торфа в Томской области ведётся с 1964 года. Основной способ добычи – бульдозерно-скреперный и фрезерный. Всего известно 64 торфяных месторождения, на которых велась или ведётся добыча торфа (Приложение 2). Это в основном низинные торфяные месторождения пойменного и террасного залегания, подстилаемые слабопроницаемыми суглинками и глинами. На 01.01.1994 года площадь нарушенных участков торфяных месторождений составляла 6240 га или 0,08% от общей площади в промышленной границе (табл. 6).

В подавляющем большинстве разрабатывались мелкие торфяные месторождения площадью менее 100 га. Крупные торфяные месторождения были выработаны участками, площадь которых также не превышала 100 га. На рисунке 3 представлено состояние выработанных площадей торфяных месторождений Томской области по административным районам. В пяти северных районах (Александровский, Верхнекетский,

Каргасокский, Парабельский и Тегульдетский) нарушенных при торфодобыче земель нет, так как добыча торфа не велась.

Таблице 6 Площадь нарушенных и рекультивированных торфяных месторождений по административным районам Томской области

Район	Общая площадь в промышленных границах, га	Нарушенная при торфоразработках	Рекультивированная площадь
		га / % от общей площади	
Асиновский	41 264	420 / 1,0	11 / 2,7
Бакчарский	17 186*	638 / 3,7	32 / 5,0
Зырянский	9 291	594 / 6,4	54 / 9,1
Кожевниковский	11 988	949 / 7,9	100 / 8,9
Колпашевский	556 965	473 / 0,1	0
Кривошеинский	31 157*	184 / 0,6	0
Молчановский	98 401	78 / 0,1	21 / 26,9
Первомайский	85 064	292 / 0,3	0
Томский	40 814	1761 / 0,4	38 / 2,2
Чаинский	41 877*	231 / 0,6	0
Шегарский	56 884*	620 / 1,1	0

Примечание. * – без торфяного месторождения Васюганское

По размерам нарушенных при торфоразработках территорий на первом месте стоит Томский район, затем Кожевниковский и Шегарский. Рекультивированные участки имеются лишь в шести районах: Бакчарском, Асиновском, Зырянском, Кожевниковском, Молчановском и Томском.

Их площадь обычно не превышает 3-10% от всех нарушенных площадей торфяных месторождений района и достигает 27% только в Молчановском районе. В пяти центральных районах (Колпашевский, Кривошеинский, Первомайский, Чаинский, Шегарский) торфодобыча вообще не проводилась. Не останавливаясь подробно на сельскохозяйственной характеристике выработанных торфяников, отметим их отдельные особенности.

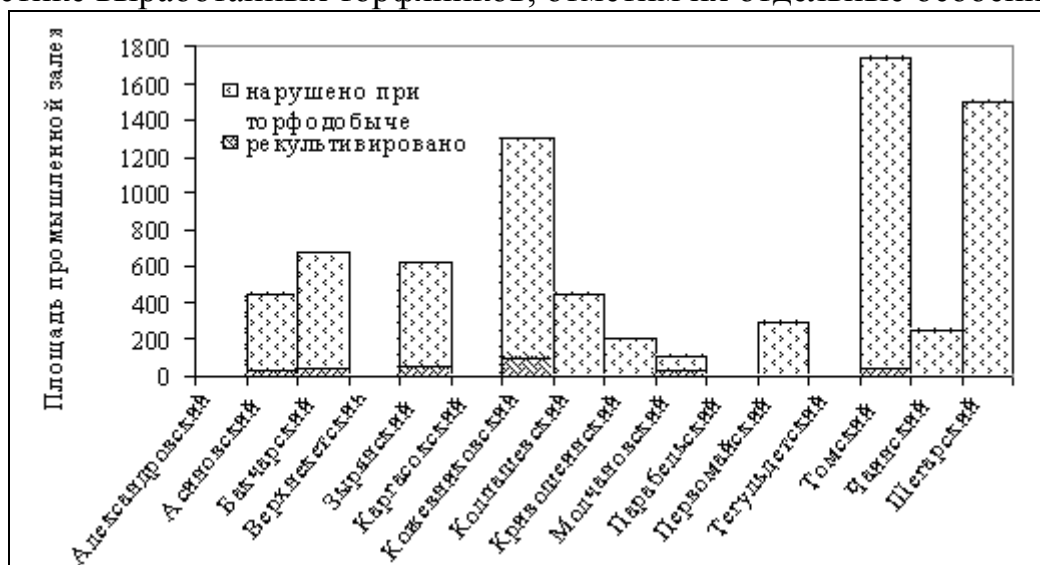


Рис. 3 Состояние выработанных торфяных месторождений Томской области по административным районам

Недостаток элементов питания, сложный гидрологический режим, неблагоприятные климатические условия создают затруднения при окультуривании выработанных площадей. Так, климатические условия Западной Сибири определяют повышенное содержание в торфах битумов и углеводов и пониженное содержание гуминовых кислот по сравнению с аналогичными по ботаническому составу торфами европейской территории России.

Другим важным фактором, определяющим процесс трансформации органического вещества во времени, являются подстилающие породы. Можно привести пример по частично выработанному торфянику, торфяная залежь которого сложена древесным торфом и подстилаемым породами легкого механического состава. В торфяной залежи формируются благоприятные окислительно-восстановительные условия для протекания процессов гумификации и образуется гуматный тип гумуса, устойчивый к биохимическому разложению, о чем свидетельствуют высокие значения $S_{гк} : S_{фк}$ (2,04 – 4,23). В то же время в торфяной залежи гипнового состава, подстилающейся породами тяжелого механического состава (глины), соотношение $S_{гк} : S_{фк}$ не превышает 0,21 – 0,34 и тип гумуса характеризуется как фульватный, неустойчивый к биохимическим превращениям. И лишь в поверхностном слое и нижней части залежи отношение $S_{гк} : S_{фк}$ расширяется (1,21 – 3,20), что обусловлено накоплением гуминовых кислот. При этом формирующийся в этих слоях состав гумуса (фульватно-гуматный) более устойчив к биохимической деструкции.

Качественный состав органического вещества во многом определяется соотношением C:N, которое характеризует степень обогащенности органического вещества азотом и указывает на его биохимическую устойчивость. Это соотношение сильно варьирует в зависимости от генезиса торфяника. Известно, что чем меньше величина C:N, тем устойчивее органическое вещество торфов к минерализации.

Исследования, проведенные на территории Западной Сибири (Потапова, Дергачева, 1998; Потапова, 2002; Инишева и др., 1997; Белова, 2003) показали, что процессы минерализации органического вещества торфов, слагающих профиль выработанных торфяных месторождений, замедлены и заметной биологической сработки торфа не происходит, что, видимо, обусловлено гидрогеологическими условиями территории и соответствующим гидротермическим режимом залежи.

Окультуривание не оказывает существенного влияния на активизацию биохимических процессов и только в сухие годы активность процессов разложения органического вещества торфа повышается. Однако для сохранения органического слоя выработанных торфяников в Западной Сибири необходимо обеспечивать их биосферно совместимое использование. В качестве основного критерия, запрещающего или ограничивающего воз-

возможность освоения торфяных месторождений, как уже отмечалось выше, принята степень их биохимической устойчивости.

Важным противодеградационным мероприятием на торфяниках является научно обоснованный севооборот, регулирующий скорость разложения органического вещества торфа и способствующий наиболее полному использованию продуктов минерализации. Основу всех севооборотов должны составлять многолетние травы, примерно от 40 до 80% в зависимости от географического положения (Широкова и др., 2002; Концепция охраны..., 2005). Доля многолетних трав зависит от устойчивости торфяной залежи к деградации и должна увеличиваться в условиях Сибири от торфяной залежи древесного состава к торфяной залежи мохового состава с учётом степени разложения торфа. Все маломощные, а также подверженные деградации торфяники топяного подтипа подлежат залужению.

При выполнении этих требований обеспечивается длительное сельскохозяйственное использование большинства рекультивированных торфяников.

2.2. Характеристика выработанных и рекультивированных торфяных месторождений Томской области

В Томской области к 2000 году из-под торфодобычи освобонилось 6240 га (см. табл. 5), которым необходимо определить направление использования. В данной главе приводятся результаты полевого обследования 22 выработанных торфяников Томской области.

Торфяное месторождение «Каргалинское» Шегарского района расположено на второй надпойменной террасе р. Оби в 6 км на северо-восток от села Каргала. Дорожная сеть развита плохо, подъездной дороги к выработанному участку нет. Все торфяное месторождение имеет площадь в нулевой границе залежи 812 га, в промышленной границе – 738 га. Часть месторождения, используемая под добычу, занимает 49,6 га, подстилается глинами и суглинками.

Для исследования химического состава торфов выработанной части было пробурено 3 точки (рис.4). Остаточный слой представляет собой среднеразложившийся древесно-травяной торф. Только в точке 1 глубина торфа оказалась равной 160 см. В остальных точках она составляла 25-70 см, что позволило сделать вывод о полной выработке участка торфяного месторождения.

За период использования в растительном покрове поменялись доминанты. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) вытеснена березой пушистой (*Betula pubescens* Ehrh), ивой пятитычинковой (*Salix pentandra* L.). Этот высокий кустарниковый ярус достигает высоты 3-4 м. Деревья

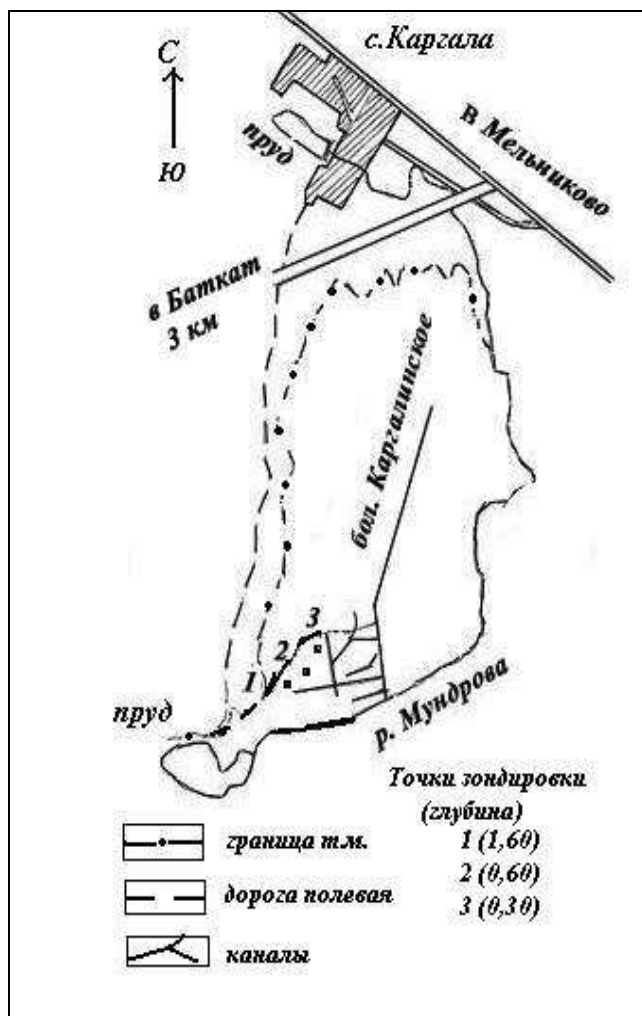


Рис. 4 Схема торфяного месторождения «Каргалинское»

березы похожи на кусты, диаметр стволов достигает 1-4 см. Расположены деревья очень близко друг к другу, на одном квадратном метре насчитывается 8-10 стволиков. Травяной покров довольно густой, проективное покрытие растениями достигает 30%. На редко расположенных кочках высотой в 20-30 см располагается осока вздутая (*Carex rostrata Stokes*) – доминант травяного яруса. На кочках и между ними растут болотные и лесные травы – лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), василистник малый (*Thalictrum minus* L.), грушанка малая (*Pirola media* L.), белозор болотный (*Parnassia palustris* L.).

На более сухих местах влаголюбивые виды выпадают, диаметр стволов берез увеличивается до 10 см, появляются злаки – мятлик болотный (*Poa palustris* L.), вей-

ник лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorfii* (Link) Frin)

На полянках кустарниковый ярус полностью отсутствует, доминируют крапива обыкновенная (*Urtica dioica* L.), лабазник, осока (*Carex rostrata Stokes*), вейник лангсдорфа. Проективное покрытие травяным ярусом составляет 30%.

Торфяное месторождение «Ганькинское» Шегарского района расположено в пойме р. Шегарки в 4 км на юго-запад от села Монастырка (рис.6). Площадь месторождения в промышленных границах составляет 72 га, максимальная мощность залежи – 4 м.

Двухслойная толща торфяных отложений подстилается сапропелем. Нижняя часть торфяной залежи сложена иловатым сильно разложившимся торфом с ракушечником. Минеральное ложе сложено глинами и суглинками. По ботаническому составу торфа древесно-травяные и травяные (рис. 5).

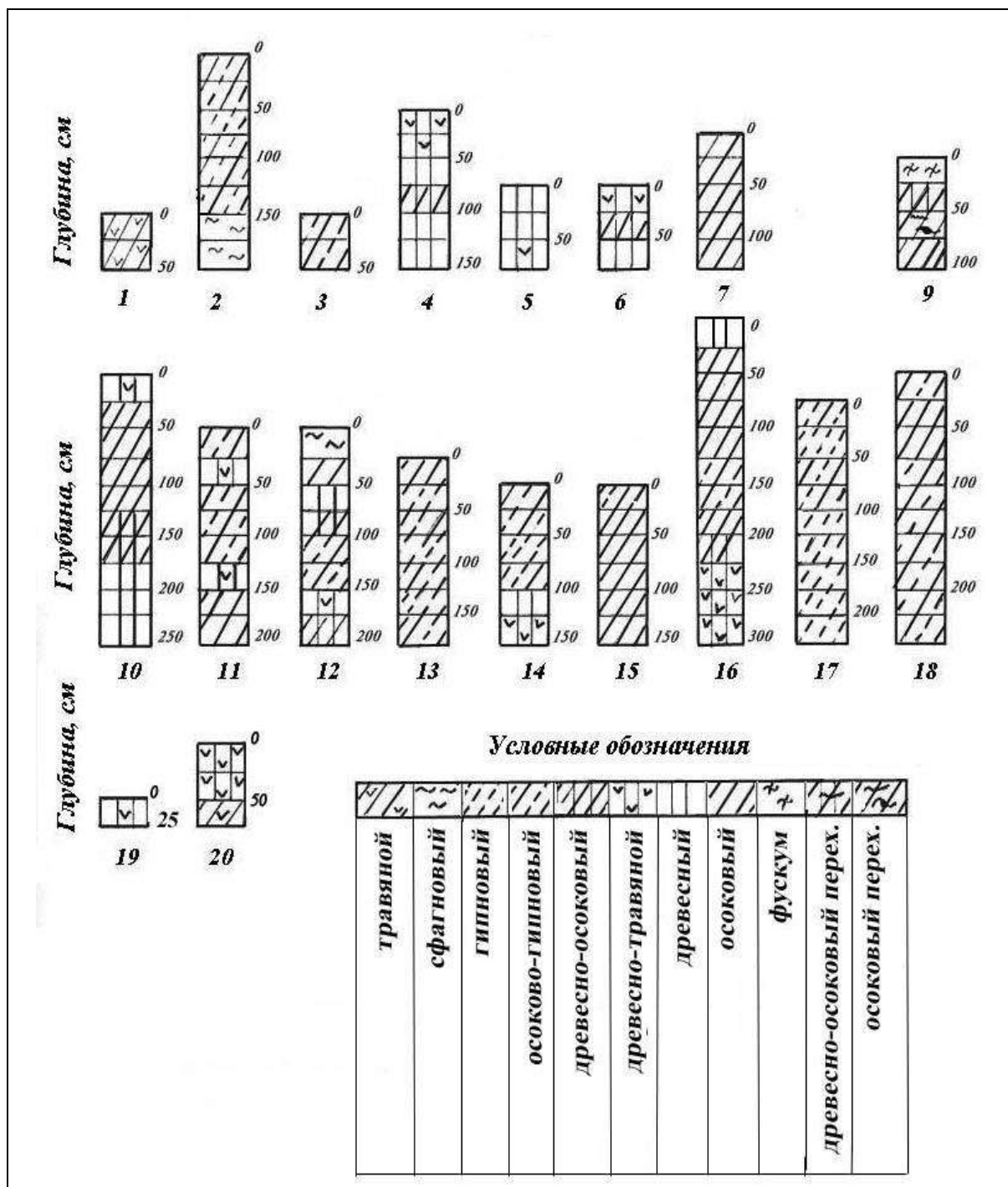


Рис.5 Стратиграфические колонки торфяных залежей.

Торфяные месторождения:

- 1– Кисловские луга, 2 – Большежировское, 3 – Чистое, 4 – Чедодатские лужки, 5 – Берлинское, 6 – Луговое, 7 – Вершининское, 9 – Кабидатское, 10 – Усть-Бакчарское, 11 – Савакса, 12 – Чемондаевское, 13 – Мушкинское, 14 – Сухое-Вавиловское, 15 – Сухое-Вавиловское, 16 – Маракса, 17 – Суховское, 18 – Плотниковское, 19 – Каргалинское, 20 – Ганькинское

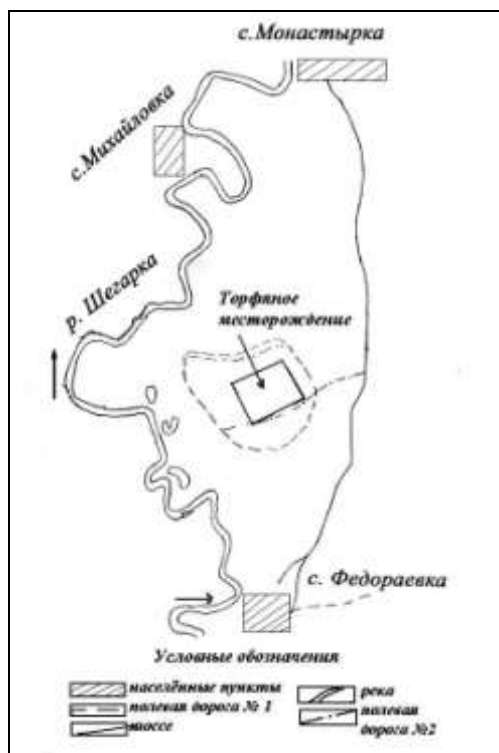


Рис.6 Схема торфяного месторождения «Ганькинское»

встречаются ива и берёза (проективное покрытие менее 5%). На более старой выработке берёзки достигают в высоту до одного метра.

Проективное покрытие мохового яруса не превышает 30% и состоит из мхов (*Polia nutans*, *Marschandia polymorpha*), являющихся пионерами зарастания нарушенных участков с широкой экологической амплитудой.

Таким образом, на большей части торфяного месторождения отсутствует растительность, в глубине месторождения происходит более интенсивная эрозия верхнего слоя торфа, моховой покров залегает куртинами, высшая растительность постепенно исчезает.

Площадь торфяного месторождения после выработки рекультивирована. Для исследования выработанной части были пробурены 9 точек (рис. 7). В результате зондирования торфяной залежи установлено, что слой торфа до сапропеля выработан полностью. Оставшийся слой торфа имеет мощность до 75 см. Торф на поверхности рыхлый, рассыпчатый, сильно разложившийся, покрыт ракушками. Остаточный слой торфа подстилается сапропелем, мощность которого более трёх метров.

Проективное покрытие поверхности торфа растениями в среднем составляет 20%. Преобладают звездочка (*Stellaria sp.*) и мятлик (*Poa sp.*). Изредка встречается очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis L. s.l.*).

На участке торфяного месторождения, разрабатывавшегося во вторую очередь,

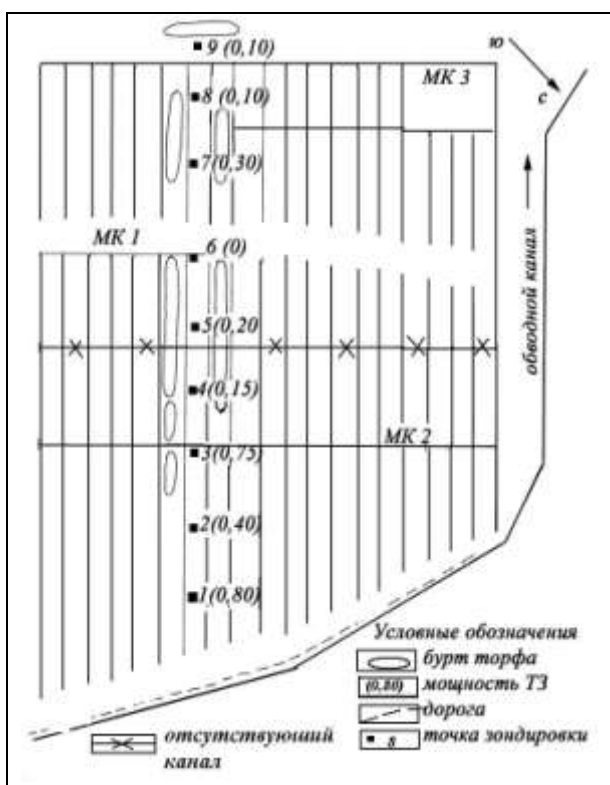


Рис. 7 Схема осушительной системы торфяного месторождения «Ганькинское»

Торфяное месторождение «Володинское» (Мгалинское) Шегарского района расположено на первой террасе р. Шегарка в двух километрах от с. Володино (рис. 8). Площадь месторождения в нулевой границе залежи составляет 93 га, в промышленных границах – 86 га. Средняя мощность торфа – 3,24 м, наибольшая – 5,6 м. Осушено всё торфяное месторождение. Для изучения торфяной залежи пробурено 4 скважины, но торфа не обнаружено. На поверхности располагается слой сапропеля мощностью более трёх метров.

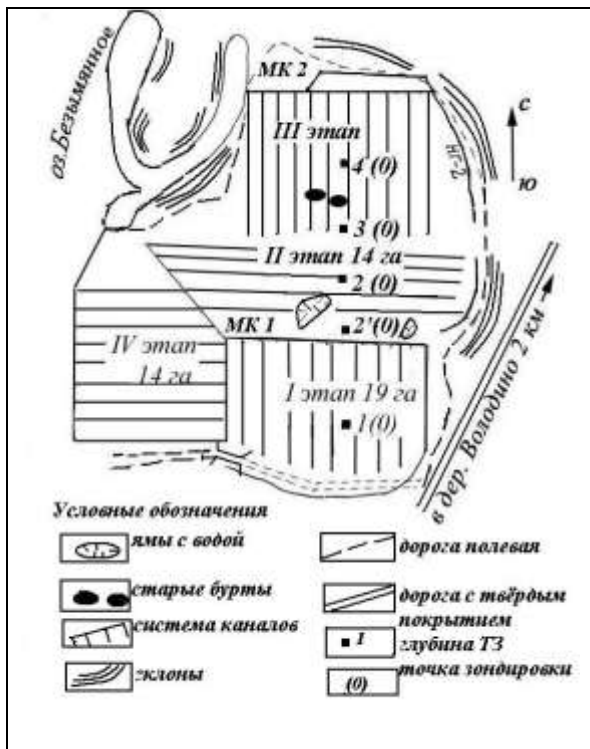


Рис. 8 Схема торфяного месторождения «Володинское»

странёнными видами – *Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr) B.S.L. и *Autocornium palustre* (Hedw.) Schrvaeagr.

II очередь торфяного месторождения. Микро- и макрорельеф этой части месторождения неровный. Древесная растительность представлена *Betula pubescens* высотой 8-10 м только вдоль каналов. Понижения заросли ивой высотой 2-4 м. Глубина остаточного слоя торфа составляет 10-60 см, под ним располагается слой сапропеля.

Торфяное месторождение «Усть-Бакчарское» Чаинского района расположено в 5 км северо-западнее села Усть-Бакчар и приурочено к левобережной высокой пойме рек Парбиг и Чая (рис. 9). Площадь месторождения составляет в нулевой границе 356 га, в промышленной границе – 234 га. Средняя глубина торфяной залежи – 1,67 м. Большая часть торфяного месторождения находится в естественном состоянии.

Для характеристики торфяной залежи было пробурено три точки. Точка 1 пробурена на участке с резким макрорельефом – ямы, кучи торфа. Растительности нет, глубина остаточного торфа составляет 80 см.

Точка 2. Участок имеет ровный микрорельеф. Густой древесный ярус образуют деревья берёзы пушистой высотой 3-5 м и диаметром стволов 1,5-5,0 см. Кустарничковый ярус редкий (менее 5%) и образован багульником болотным (*Ledum palustre* L.). Травянистый ярус (*Carex* sp.) также редкий. Проективное покрытие составляет 5%. Моховой покров имеет проективное покрытие 10-20% и образован полузасохшими куртинками *Polytrichum juniperinum* Hedw. Стенки картовых и магистральных каналов покрыты мхами – *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., *Sphagnum magellanicum* Brid, *Sphagnum angustifolium* (Russ.) C. jen., *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Polytrichum strictum* Brid.

Точка 3 пробурена на участке с относительно ровным микрорельефом. Величина остаточного слоя торфа достигает 1 м. Верхний слой мощностью 50 см сложен из слаборазложившегося торфа – верхового фускум (рис. 5). Нижележащие 50 см сложены осоковым низинным торфом. Травянистая растительность на участке полностью отсутствует. Сквозь сухую корку запекшегося торфа пробиваются проростки берёзки пушистой высотой 5-15 см. Редкими рыжими пятнами встречается *Polytrichum juniperinum* Hedw.

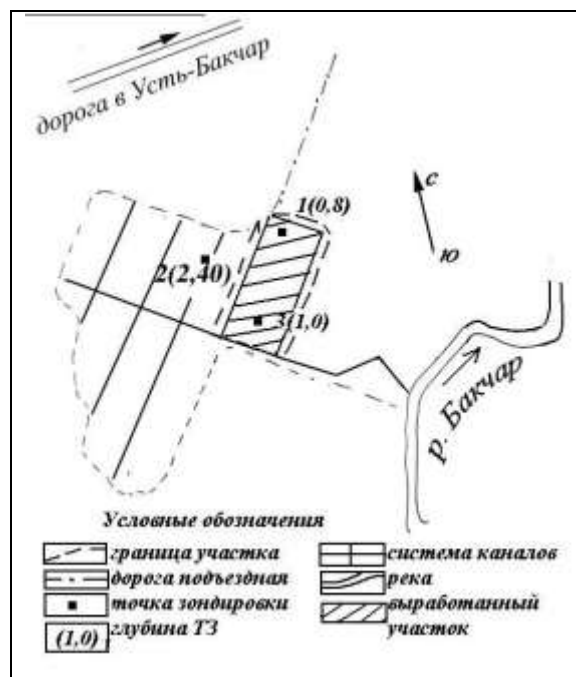


Рис.9 Схема торфяного месторождения «Усть-Бакчарское»

Торфяное месторождение «Мушкинское» Чаинского района расположено на второй надпойменной террасе р. Чая в 1,6 км от села Подгорное. Площадь месторождения в промышленной границе составляет 81 га, средняя глубина залежи – 3,0 м, максимальная мощность – 6 м. Торфа относятся к низинному типу, лесо-топяному подтипу и подстилаются суглинками. Торфяное месторождение разрабатывалось участками, которые качественно отличаются друг от друга.

Первый участок выработан очень давно и используется в настоящее время под пастбище. Микрорельеф неровный. Картовые каналы полуразрушены, заросли берёзой пушистой (*Betula pubescens*). Глубина остаточного слоя торфа составляет 1,2 м. Густой травостой с покровным покрытием 80-90% образуют луговые и болотные растения – подорожник обыкновенный (*Plantago major* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), мытник болотный (*Pedicularis palustris* L.), череда трёхраздельная (*Bidens tripartite* L.), очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis* L. s.l.), злаки (вегетативные побеги) и др.

На втором участке, испытывающем интенсивное переувлажнение, идёт процесс вторичного заболачивания. Микрорельеф неровный, бугристый. Торф средней и слабой степени разложения относится к топяному подтипу моховой и травяно-моховой групп и подстиляется тёмно-серой глиной.

На повышенных, более сухих участках произрастает очень густая луговая и сорная (проективное покрытие 100%) растительность: хвощ полевой (*Equisetum anvense* L.), бодяк разнолистный (*Cirsium setosum* Bess), тимофеевка луговая (*Phleum pretense* L.), мятлик болотный (*Poa palustris* L.). Доминируют хвощ, бодяк, мятлик. Пятна рогоза широколистного (*Thypha latifolia* L.) со стопроцентным проективным покрытием приурочены к понижениям, берегам каналов.

На третьем участке микро – и нанорельеф неровный. Картовые каналы, заросшие кустами ив и берёзы пушистой, частично разрушены, травяной покров редкий (проективное покрытие 20%), преобладает мятлик (45%), бодяк разнолистный и хвощ топяной (*Equisetum fluviatile* L.). Мхи – пионеры зарастания нарушенных земель (*Pohlia nutans* Hedw., *Marschantia polymorpha*, *Ceratodon purpureus* (Hedw) Brid.) с трудом пробиваются сквозь старику злаков.

Торфяное месторождение «Чемондаевское» Чаинского района расположено в пойме р. Чемондаевка (рис. 10) в 2 км южнее деревни Чемондаевка. Площадь в промышленной границе составляет 120 га, средняя глубина торфяной залежи – 1,4 м. Торф подстиляется с глубины озёрным сапропелем с ракушечником. Месторождение расположено в котловине с высокими минеральными берегами, микрорельеф ровный, нанорельеф неровный.



Рис.10 Схема расположения торфяного месторождения «Чемондаевское»



Рис.11 Схема осушительной сети торфяного месторождения «Чемондаевское»

Участок первой очереди площадью 37 га выработан. Мощность остаточного слоя торфяной залежи изменяется от 1 до 1,2 м и представлена торфами лесо-топяного подтипа, древесно-моховой группы (рис. 5). По видовому составу торфа преимущественно сосново - берёзово - гипновые.

Точки 1 и 4 (рис. 11) расположены в кустарниково - осоковом фитоценозе. Кустарниковый ярус образуют *Betula pubescens*, *Salix sp.* высотой 50 см. Проективное покрытие составляет 15-20%. В травяном ярусе преобладают осоки (*Carex rostrata* Stoke, *Carex sp.*). Остальная доля травяной растительности приходится на сорную: бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd) Bess), погребок обыкновенный (*Rhinanthus crista galli* L.S.1.), лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim) и т.д. Моховой покров отсутствует.

Центральную часть торфяного месторождения занимает кустарниково-осоково-вейниковый фитоценоз. Кустарниковый ярус более густой, чем в краевой части торфяного месторождения (проективное покрытие 20-30%), и представлен также не высокими (до 1 м) кустами берёз и ив. Проективное покрытие травяного яруса составляет 30% с преобладанием вейника (*Calamagrostis sp.*) и осоки вздутой. Моховой покров состоит из *Polia nutans*, *Marschandia polymorpha* и закрывает 70 – 80% площади.

Торфяное месторождение «Маракса» Колпашевского района расположено на левобережной пойме р. Новая Кеть, вблизи деревни Маракса (рис. 12). Площадь в промышленной границе составляет 490 га, средняя глубина торфяной залежи – 1,73 м, максимальная – 3,05 м.

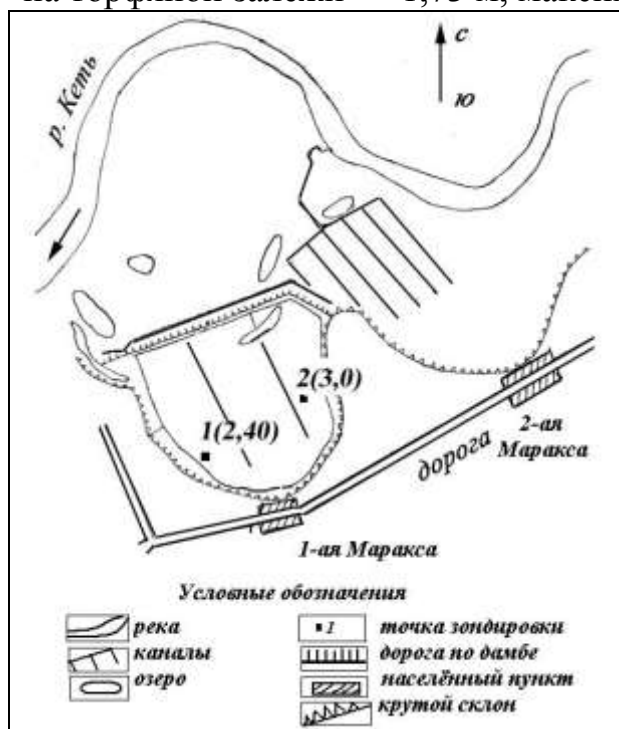


Рис. 12 Схема торфяного месторождения «Маракса»

Зондировка торфяной залежи сделана в двух точках. Мощность низинного гипново-осокового торфа составляет 2,4 м, ниже которого до глубины 2,7 м располагается слой сапропеля, подстилаемого глинами (точка 1).

Поверхность карт заросла сорной растительностью – крапивой обыкновенной (*Urtica dioica* L.), бодяком разнолистным (*Cirsium setosum* Bess), кипреем болотным (*Epilobium palustre* L.), кровохлёбкой лекарственной (*Sanquisorba officinalis* L.) и др.

Остаточный слой торфяной залежи (т. 2) состоит из низинного осокового торфа средней степени разложения, подстилаемого хорошо разложившимся древесно-травяным торфом (рис. 5).

разложившимся древесно-травяным торфом (рис. 5).

Торфяное месторождение «Суховское» Бакcharского района расположено на второй надпойменной террасе р. Галка в 7 км на северо-запад от районного центра Бакchar (рис. 13). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 576 га, в промышленной границе – 452 га. Средняя глубина залежи – 2,8 м, максимальная мощность – 5 м. По ботаническому составу залежь низинная топяная и лесо-топяная .

Мощность остаточного слоя торфяной залежи колеблется от 1,9 до 2,5 м (т. 1, 2, 3, 5). Ботанический анализ колонки торфа (т. 5) показал, что до глубины 1 м располагается осоково-гипновый торф, а ниже до самого дна – чистый гипновый средней степени разложения (30-40%) (рис. 5).

Поверхность выработанного участка очень слабо заросла кустами ивы высотой около 50 см, проективное покрытие составляет 5%. Травяной покров чахлый с проективным покрытием 10-15%, все растения высохшие с преобладанием злаков: вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta* (Thrh.) Gaerth.), полевица белая (*Agrostis alba* L.), мятлик луговой (*Poa pratense* L.), овсяница луговая (*Festuca pratense* L.). В очень небольшом количестве встречаются тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.), очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis* L.), кипрей болотный (*Epilobium palustre* L.). Моховой покров сплошной, покрытие им почвы составляет 90 -100%. , представлен мхами, которые первыми селятся на нарушенных землях – *Marschandia polymorpha*, *Ceratodon purpureus*(Hedw.) Brid., *Funaria hydrometrica*Hedw.

На участке, где пробурены точки 4 и 6, поверхность очень сильно заросла кустами берёзы пушистой и ивы высотой 1,7-2,5 м (проективное покрытие 40%). Травяной покров, имея проективное покрытие 30%, делится на два яруса. В первом ярусе, высотой 1,7 м, растёт крапива обыкновенная (*Urtica dioica* L.) и щавель конский (*Rumex confertus* Willd).

Проективное покрытие верхнего яруса составляет 25%. Во втором, более низком ярусе, преобладают злаки и болотные травы – *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn, *Poa pretense* L., *Comarum palustre* L.

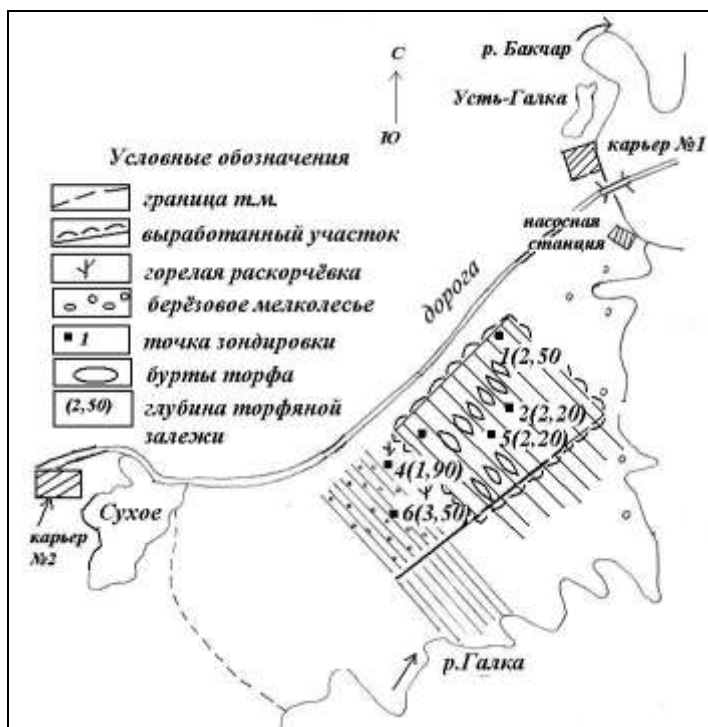


Рис.13 Схема расположения и осушительная сеть торфяного месторождения «Суховское»

Торфяное месторождение «Сухое–Вавиловское» Бакчарского района расположено в долине р. Бакчар на первой надпойменной террасе, в 0,5 км от районного центра Бакчар (рис. 14). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 11520 га, в промышленной границе – 10790 га. Средняя глубина залежи – 2,91 м, максимальная глубина торфяной залежи – 6,50 м. Подстилающими породами являются глины и суглинки, а преобладающими видами торфа на первом участке – осоковые и осоково-гипновые, а на втором – древесные, мохово-древесные и травяные.

Глубина остаточного слоя торфа на первом участке меняется в пределах от 0,3 до 3 м. Преобладает осоковый торф высокой степени разложения.



Рис.14 Схема торфяного месторождения «Сухое–Вавиловское»

На втором участке глубина остаточного слоя составляет 1,50-2,60 м. Сверху лежит пласт гипнового и осоково-гипнового торфа мощностью до одного метра. Нижние слои залежи сложены древесными и древесно-травяными заиленными торфами средней степени разложения.

Травяной покров участка I очереди выработки разнообразный и густой, проективное покрытие достигает 80 %. Повышенные сухие участки заняты луговым разнотравьем и сорными растениями: чина луговая (*Lathyrus pratensis L.*), бор развесистый (*Millium effusum L.*), щавель конский (*Rumex confertus Willd.* (вегет.)), мятлик луговой (*Poa pratensis L.*), скерда кровельная (*Crepis tectorum L.*), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris L.*), бодяк разнолистный (*Cirsium setosum (Willd) Bess.*), хвощ полевой (*Equisetum arvense L.*), подорожник средний (*Plantago media*), очанка лекарственная (*Euphrasia officinalis L. s.l.*) и др.

Моховой покров состоит из пятен *Marschandia polymorpha* и *Pohlia nutans*. Вымочки заняты рогозом широколистным и кочками осоки ложносытевой (*Carex pseudocyperus L.*).

На участке II очереди преобладает лугово-злаковая растительность: мятлик болотный (*Poa palustris L.*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*), вейник тупокословый (*Calamagrostis obtusata*), мятлик

луговой (*Poa pratensis* L.). Здесь же достаточно густой моховой ярус из *Marschantia polymorpha* и *Pohlia nutans* с проективным покрытием 50%.

Торфяное месторождение "Плотниковское" Бакчарского района

расположено в пойме р. Икса в 4 км на северо-запад от села Плотниково (рис.15) Площадь месторождения в нулевой границе залежи составляет 257,5 га, в промышленной границе – 254 га, при средней глубине торфяной залежи 3,6 м, максимальной – 6 м.

Остаточный слой торфяной залежи исследован зондировкой в четырех точках. Слой торфа мощностью 1,6 - 2,7 м подстилается сизой глиной. На контакте этих двух слоев располагается узкая прослойка заиленного торфа с ракушками. В точке 4 мощность остаточного торфяного слоя составила 2,5 м. Торф низинный, осоковый и осоково-гипновый средней степени разложения (рис.5).

Растительный покров часто распадается на два яруса. Первый ярус высотой до полутора метров состоит целиком из крапивы обыкновенной (*Urtica dioica* L.). Иногда этой же высоты достигает кипрей болотный (*Epilobium palustre* L.). Проективное покрытие первого яруса составляет 80-100%. Второй ярус образуют растения пониже (до 30-35 см.) – мятлик (*Poa* sp.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* L. Nevski), вейник (*Calamagrostis* sp.).

Местами растительный покров изреживается, проективное покрытие едва достигает 30%. В этом случае преобладают осоки и злаки (*Carex* sp., *Poa* sp., *Calamagrostis* sp.), внешний вид которых говорит о недостатке влаги. Здесь же встречаются пятна зеленых и печеночных мхов – *Marschantia polymorpha*, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schaegr. *Brachythecium mildeanum* Schimp. Покрытие поверхности мхами достигается 60%.

Кустарничковый ярус, представленный редко стоящими экземплярами березы пушистой высотой 0,5-1,5 м и проростками сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), совершенно отсутствует в густых зарослях крапивы.



Рис.15 Схема торфяного месторождения «Плотниковское»

Торфяное месторождение «Поротниковское» Бакчарского района расположено в пойме реки Бакчар, в 2 км на запад от с. Поротниково. Участок I-ой очереди имеет площадь 48 га, участок II –ой очереди – 91 га. Низинные торфа средней степени разложения травяной, травяно-моховой и древесно-моховой групп подстилаются суглинками и глинами. Торфяной слой снят полностью. Темно-серая глина идет с глубины 15-50 см, подстилая дерновый слой. Поверхность болота начинает зарастать кустами ивы и березы пушистой. В некоторых точках (2 и 3) проективное покрытие кустарникового яруса может достигать 50 %.

В увлажненных местах среди травянистых растений доминирует осока вздутая (*Carex stokes*). Проективное покрытие травянистыми растениями в таких фитоценозах колеблется в пределах 40-50 %. При развитом кустарничковом ярусе травяной покров изреживается и проективное покрытие едва достигает 20%. Растительность болотно-луговая, преобладают следующие виды: тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd) Bess.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.) и вейник незамечаемый (*Calamagrostis neglecta* (Ehrh) Gaertn, Mey et Scherb.

На открытых полянках большую долю в строении растительного по-

крова имеют злаки (вейник незамечаемый, мятлик болотный и луговой) и осоки (осока вздутая). Участки лугового разнотравья невелики и покрыты тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium*), подмаренником топяным (*Galium uliginosum*), звездчаткой злачной (*Stellaria graminea*).

Торфяное месторождение "Чедодатские лужки" Зарянского района расположено в пойме р. Чулым, в 2,5 км на юго-восток от деревни Цыганово. Рядом проходит дорога Цыганово-Берлинка-Зырянское (рис. 16). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 35,6 га, средняя глубина залежи – 1,96 м, максимальная – 3,3 м.

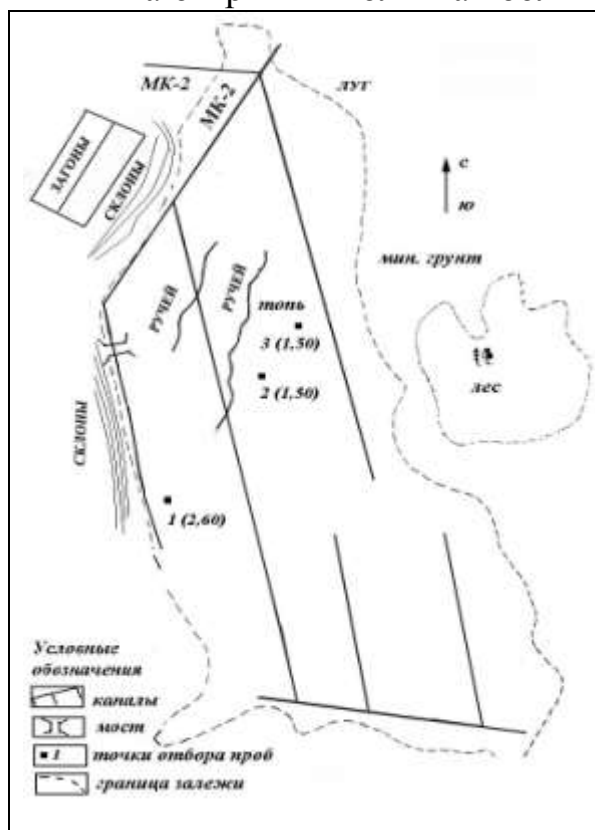


Рис.16 Схема осушительной сети торфяного месторождения «Чедодатские лужки»

Наибольшая глубина остаточного слоя торфяной залежи (2,6 м) установлена зондировочным бурением в краевой части болота, в других точках она достигает в среднем полутора метров. Торфяная залежь относится к низинному типу, лесо-

топяному подтипу, вид залежи древесно-осоковый (рис. 5). Торф во всех точках подстилается бурыми органико-минеральными отложениями. Идет процесс вторичного заболачивания. Микрорельеф неровный, образован кочками осок (*Carex vulpina L.*, *Carex caespitosa L.*), небольшими ямками и повышениями.

Точка 1 расположена в болотнотравном ивняке. Растительный покров пятнистый. Проективное покрытие кустов ивы (*Salix sp.*) высотой 0,5-1,5 м составляет 20%. Среди травянистых растений преобладают осоки, хвощ болотный (*Equisetum fluviatile L.*), рогоз (*Thypha latifolia L.*) с проективным покрытием 20 %.

Точка 2 расположена в осоковой топи. Кустарниковый ярус разрежен, ярус травянистых растений более густой с проективным покрытием 40 %. Преобладают такие растения как рогоз, осока лисья, лютик ползучий (*Ranunculus repens L.*).

Точка 3 расположена на наиболее влажном, с водой на поверхности, участке. Кустарниковый ярус совершенно отсутствует. Проективное покрытие травянистыми растениями достигает 70 %. Наиболее обильны рогоз, осоки, ситник (*Juncus sp.*), триостренник приморский (*Triglochin maritimum*), вех ядовитый (*Cicuta virosa L.*).

Торфяное месторождение "Берлинское" Зырянского района

расположено в пойме реки Берла, в 2 км на юго-запад от с. Берлинка (рис. 17). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 50 га, в промышленной – 30 га при средней глубине залежи 1,5 м.

Залежь низинная топяно-лесная, сложена сильно разложившимися торфами. Подстилающие грунты – зеленовато-серые суглинки мягкопластичной консистенции. Мощность остаточного слоя торфа второй очереди изменяется в пределах 50-110 см. Ботанический анализ торфа одной из скважин показал наличие в верхнем слое значительной доли примеси песка. Вид торфа – древесный и древесно-травяной высокой степени разложения (рис. 5).

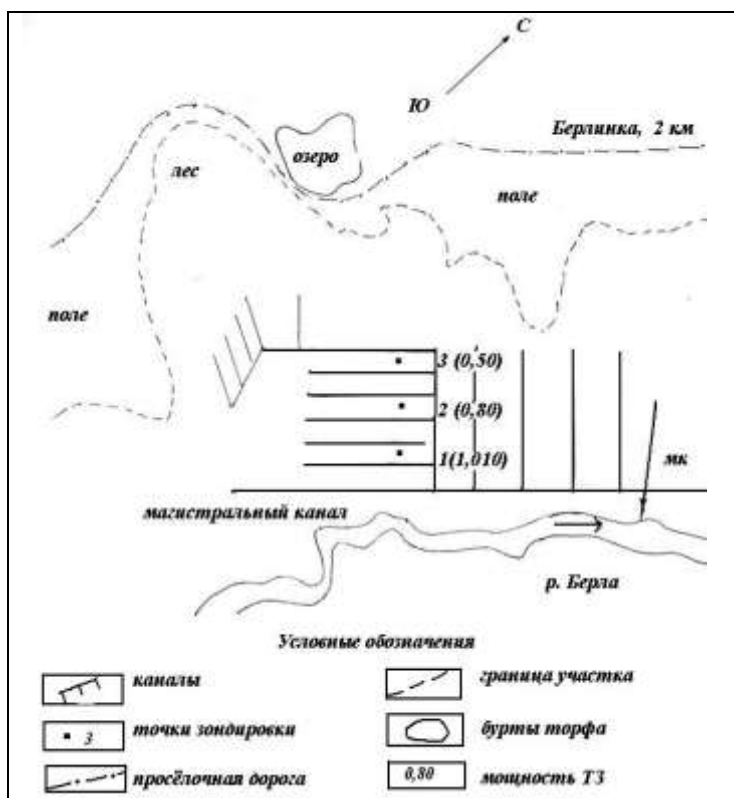


Рис. 17 Схема торфяного месторождения «Берлинское»

На площади выработки торфа (I очередь) сформировался березово-кустарниково-разнотравный лесной фитоценоз. Высота деревьев достигает 6 метров. На участке второй очереди деревья (*Betula pubescens Ehrh.*) более молодые, до четырёх метров высотой. Густо заросшие деревьями участки чередуются с открытыми полянками, где покрытие травянистой растительностью составляет 100% с доминирующей крапивой обыкновенной (до 90%). Под пологом леса травянистый покров изреживается, хотя местами может достигать 70%.

Состав растений остаётся тем же с преобладанием крапивы (50- 70%), в значительно меньшей степени встречается мятлик болотный (*Poa palustris L.*) и кипрей болотный (*Epilobium palustre L.*).

Торфяное месторождение «Луговое» Зырянского района расположено в пойме ручья Чигисла, в 7 км юго-восточнее деревни Дубровка (рис. 18). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 79 га, в промышленной границе – 57 га. Средняя глубина торфяной залежи – 1,4 м, максимальная – 6,5 м.



Рис.18 Схема торфяного месторождения «Луговое»

Низинный торф представлен группой лесо-топяных торфов. Мощность остаточного слоя торфа изменяется от 75 до 120 см. Торф жидкий, неестественного сложения. По ботаническому составу древесно-травяной и древесный высокой степени разложения, подстилается сизыми слоистыми глинами и мелкими ракушками.

Участки месторождения, испытывающие сильное увлажнение, заросли мелколесьем берёзы пушистой и ивы грушанколистной (*Salix pyrolifolia Ledeb.*). Кусты ив образуют небольшие приствольные повышения. Проективное покрытие древесного яруса составляет 30%.

Среди травянистой растительности преобладают осоки и болотные травы: наумбургия кистецветная (*Naumburgia thyrsiflora (L.) Reichenb.*), осока прямоколосая (*Carex atherodes Spreng*), частуха подорожниковая (*Alisma plantago-aquatica L.*). Менее обильно встречается щавель конский (*Rumex confertus Willd*), рогоз широколистный (*Thypha latifolia L.*), ситник коленчатый (*Juncus geniculatus Schrank (j. Alpinus Vill.)*), болотница болотная (*Eleocharis palustris (L.) Rostm. et Schult. S.l.*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios (L.) Roth.*).

На приствольных повышениях поселились гипновые мхи – *Drepanocladus aduncus*(Hedw.) Warnst, *D. exannulatus* (B.S.Y.) Warnst, *Helodium blandowii* (Web. et Mohr) Warnst.

На менее обводнённых участках развивается более сухолюбивая растительность, проективное покрытие которой достигает 50%. В травяном ярусе господствует крапива обыкновенная (*Urtica dioica* L.), яснотка белая (*Lanium album* L.) и вейник наземный. В древесном ярусе берёза пушистая и ива достигают высоты 5 м при том же проективном покрытии.

Торфяное месторождение "Вершининское" Зырянского района расположено в пойме ручья Чигисла, в 0,3 км на юг от деревни Вершинка (рис. 19). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 200 га, в промышленной границе – 56 га, исключая обособленный забалансовый участок площадью 58 га. Средняя глубина торфяной залежи – 1,6 м, максимальная – 3,2 м.

Торф низинного типа средней и высокой степени разложения. Мощность остаточного слоя торфа изменяется мало – от 0,9 до 1,2 м. Торфяная залежь сложена одним видом торфа – осоковым средней степени разложения (травяная группа, топяной подтип, рис. 5), подстилаемым глиной (т. 3).

Кустарниковый ярус развит частично. Как правило, кусты ивы высотой 0,5-1,5 м стоят редко, покрывая 1-5% поверхности. В центральной части болота травяной ярус покрывает 30-40% поверхности и полностью состоит из осок (*Carex rostrata*, *Carex diandra*) и тростника обыкновенного (*Thragmites australis*).

Травяной ярус в крайковых фитоценозах имеет проективное покрытие 60-80%. Доминантным растением в очень обводнённой части месторождения является *Carex rostrata* (т. 4). В точке 1 преобладают тростник, рогоз, хвощ топяной (85%). На оставшиеся 15% приходится ситник сжатый (*juncus compressus jacg*), вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris* L.) и др.

В сложении мохового яруса участвуют следующие виды мхов: *Marschantia polymorpha*, *Drepanocladus exannulatus*, , *Ceratodon purpureus*.

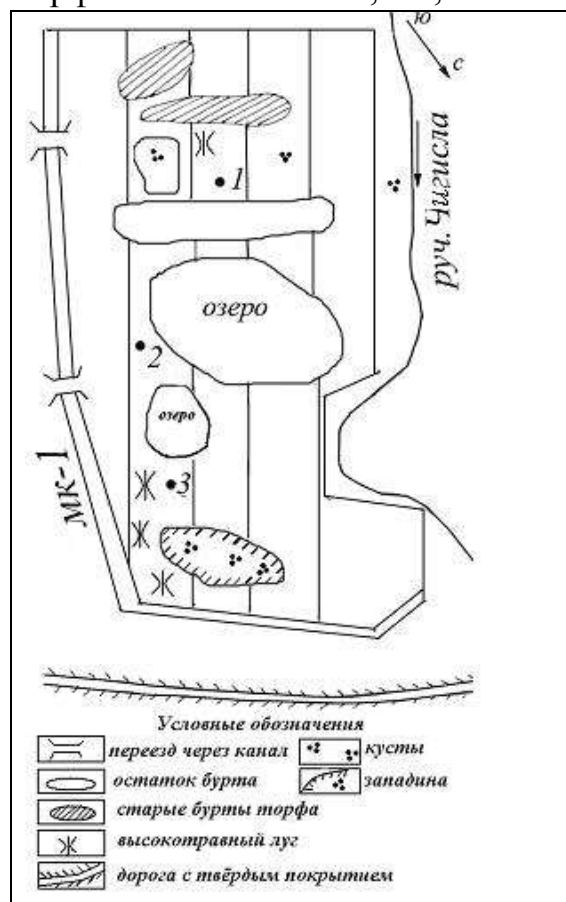


Рис.19 Схема торфяного месторождения «Вершининское»

Торфяное месторождение «Тиринское» Зырянского района расположено в 5 км на юго-запад от села Вамбалы в логу, вытянувшемся перпендикулярно к реке-водоприёмнику Туендат (рис. 20). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 15 га, в промышленной границе – 8 га. Средняя глубина торфяной залежи – 0,9 м. Торф древесный низинный, сильной степени разложения (70-95%), подстилается мягкопластичными глинами.

Микрорельеф выработанной площади неровный, понижения заросли кустами ив, на повышенных участках сформировался высокотравный луг. При зондировке в пяти точках торфа не обнаружено. Сверху до 10-15 см лежит оторфованный суглинок, ниже – глина с ржавыми вкраплениями.

На высокотравном злаково-разнотравном лугу первый ярус растений достигает высоты 1,60 м. Доминирует лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leus.) Holub.) и вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*). Реже в этом ярусе встречаются чемерица лобеля (*Veratrum lobelianum* Bernh.), володушка золотистая (*Vipleurum aureum* (Fisch) Soo), борщевик рассечённый (*Heracleum dissectum* Ledeb.) и др.



Рис.20 Схема торфяного месторождения «Тиринское»

Второй ярус высотой около метра слагают вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), овсяница луговая (*Festuca pratense* Huds.). Проективное покрытие такого луга составляет 100%. Моховой ярус отсутствует.

В сырых узких понижениях группируется гидрофильная растительность с проективным покрытием 80%.: калужница болотная (*Caltha palustris* L.), осока острая (*Carex acuta* L.). Осоки образуют небольшие кочки размером 20 x 20.

Торфяное месторождение «Кабидатское» Зырянского района расположено в плоском обширном понижении поймы реки Кабидат, в 2,5 км на северо-запад от деревни Тавлы (рис. 21). Площадь месторождения в нулевой границе составляет 47 га, в промышленной границе – 45,6 га. Торфяная залежь низинная двух видов – многослойная топяно-лесная и многослойная топяная (рис. 5). Торф высокой степени разложения (52%), подстилается голубовато-серыми суглинками мягко-пластичной консистенции.

Мощность остаточного слоя торфа значительная и находится в пределах 1,6-2,7 м. На дне торфяной залежи (т. 3) обнаружен слой

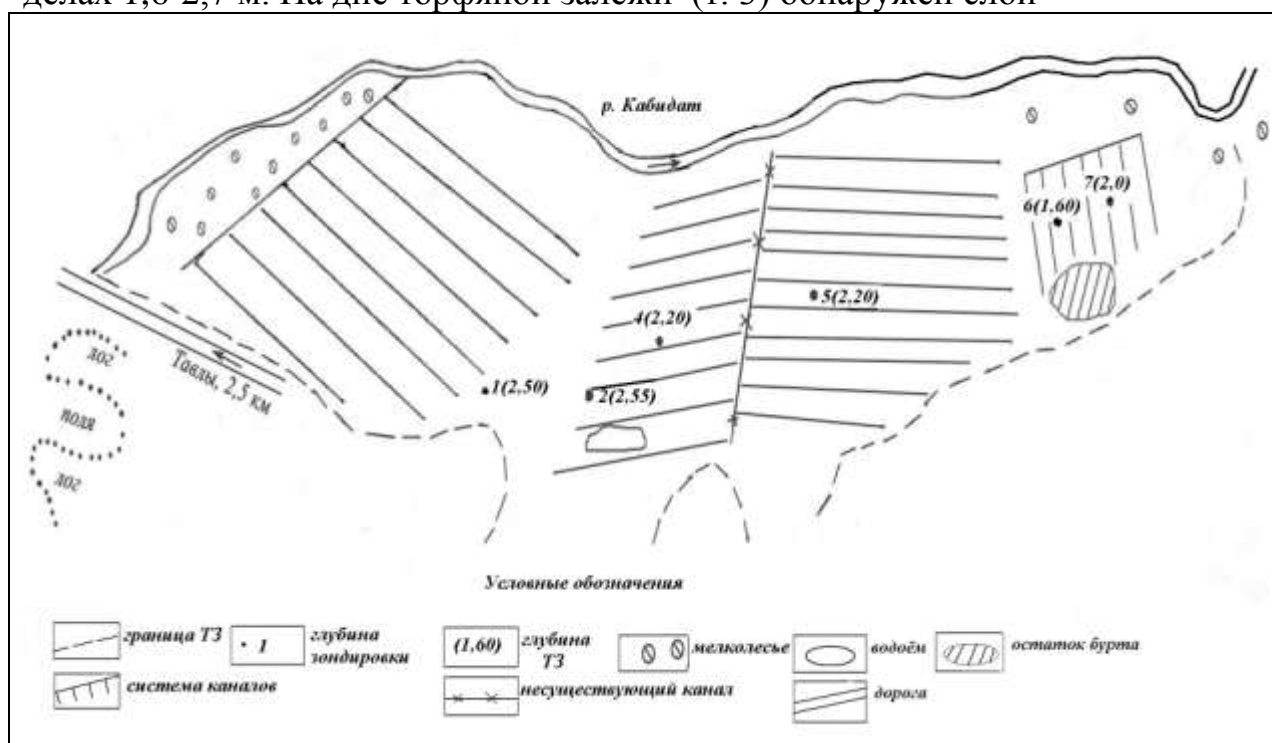


Рис. 21 Схема торфяного месторождения «Кабидатское»

древесного торфа мощностью 45 см. В сложении торфяной залежи участвуют ещё два вида торфа – древесно-осоковый и осоковый со средней степенью разложения 40%. Торф подстилается органо-минеральными отложениями с ракушками мощностью от 0,6 до 1,7 м, ниже которого располагается голубоватая или серая глина.

Поверхность месторождения заросла невысокими (до 1,2 м) кустами берёз и ив, располагающихся пятнами. Проективное покрытие кустарников в таких пятнах составляет 10-15%.

Травянистая растительность также мозаичная. В первом ярусе, имеющем проективное покрытие 50-70 %, преобладают высокие (до 120

см) растения кипрея болотного (*Epilobium palustre* L.) и лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria* L.). Гораздо реже встречаются бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd) Bess.), лопух войлочный (*Arctium tomentosum* Mill.), смолевка поникающая (*Silene nutans*).

Во втором ярусе высотой около 70 см встречаются злаки и некоторые луговые травы, среди которых преобладают: *Poa pratensis* L., *Agrostis alba* L. и вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*).

В центральных частях карт имеются полосы с более редкой и низкой растительностью, проективное покрытие которых составляет около 40 %. Микрорельеф кочковатый, его формируют осоки (*Carex* sp.), доминирующие в травяном покрове наряду со злаками – вейником незамечаемым и мятликом болотным.

Моховой покров из *Seratodon purpureum* располагается пятнами. Покрытие мхом колеблется от 20 % (в густом травяном покрове) до 80 % (в разреженной траве).

Торфяное месторождение «Савакса» Зырянского района расположено в пойме ручья Савакса в 3 км на юго-запад от села Беловодовка (рис.22). Площадь в нулевой границе залежи составила 62 га, в промышленной границе – 58га. Максимальная глубина низинной многослойной топяной и топяно-лесной залежи достигает 1,7 м.

Зондировка торфяной залежи была проведена в шести точках, и только в точке 1 слой торфа оказался равным 1,2 м. В остальных точках глубина торфа равна или превышает два метра. Остаточный слой торфа сложен (т. б) из четырех чередующихся видов торфа: гипнового (12,5%), осокового (25%), древесно-травяного (25%) и осоково-гипнового (37,5%).

После выработки торфяное месторождение заросло кустами березы пушистой и ивы с проективным покрытием от 20 до 90 % и высотой до полутора метров. Проективное покрытие травянистого яруса варьирует от 10 до 50 %, хотя состав растений в разных точках торфяного месторождения примерно одинаков при различных доминантах: кипрей болотный (*Epilobium palustre*), вейник обыкновенный



Рис.22 Схема торфяного месторождения «Савакса»

(*Lysimuchia vulgaris* L.), бодяк разнолистный (*Cirsium setosum* L.), крапива обыкновенная, осока двутычинковая (*Carex diandra* Schrank), мятлик болотный, полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), вейник лангсдорфа.

В небольшом количестве встречаются еще 12 видов растений. Среди них: мятлик обыкновенный (*Poa trivialis* L.), кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Zeus) Holub), подмаренник топяной (*Lalium uliginosum* L.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd), желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.) и др.

Торфяное месторождение «Кисловские луга» Томского района расположено на правобережной пойме р. Ташма (рис.23) в полутора километрах на восток от села Турунтаево. Площадь разведки в нулевой грани



Рис.23 Схема торфяного месторождения «Кисловские луга»

це составила 65 га, в промышленной границе – 29 га. Максимальная глубина торфяной залежи – 1,5 метра, средняя – 0,9 м.

Микрорельеф неровный, кочковатый. Зондировка торфяной залежи была проведена в семи точках. Мощность остаточного слоя торфа, подстилаемого глиной с ржавыми включениями, изменяется от 10 см до 50 см. Ботанический анализ образцов торфа показал наличие травяного торфа.

Поверхность месторождения очень сильно заросла кустами ивы грушанколистной, проективное покрытие которых достигает 80%. Кусты высотой 5-8 м располагаются на расстоянии 3-5 м друг от друга. Кроны их смыкаются. Травянистый покров состоит из растений обычных для кустарниковых зарослей. Среди них преобладает составляющий около половины растений лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* L.Maim.), ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia* L.), крапива обыкновенная (*Urtica dioica* L.).

На открытых участках, свободных от зарослей ивы, микрорельеф создаётся кочками размером 20x20 осоки вздутой (*Carex rostrata*). Понижения между кочками иногда мертвопокровны, но чаще там встречаются те же травянистые растения, что и в кустарниковых зарослях – лабазник вязоли-

стный, крапива обыкновенная, вероника длиннолистная и т.д. Общее проективное покрытие травяного яруса составляет 80%.

Торфяное месторождение «Ширяевское» Томского района расположено в 5-7 км от с. Малиновка вниз по течению реки Омутной (рис. 24). Площадь месторождения в нулевой границе составила 120 га в промышленной границе – 29 га. Средняя глубина торфа – 2 м, максимальная – 4,2 м. Торф сильно разложившийся низинного типа подстилается иловатыми суглинками.

Разрабатывалась восточная часть месторождения. Здесь сохранились полуразрушенные каналы, остатки буртов торфа. Западная часть болота не разрабатывалась. Об этом говорят сохранившиеся естественные фитоценозы. Зондировочное бурение показало, что слой торфа, оставленный после выработки, имеет мощность 0,4-0,5 м и подстилается глиной.

Растительность болота после выработки очень разнообразна. На некоторой части сохранились естественные фитоценозы в виде елово-березового кочкарника. Заросли ивы большей степенью мертвопокровны.

Торфяное месторождение «Большежировское» Асиновского района расположено на I-ой надпойменной террасе р. Яя (рис.25) в 2,5 км на север от с. Большежирово.

Площадь месторождения в нулевой границе составила 42,8 га, в промышленной границе – 36, 3 га. Средняя глубина торфа – 1,8 м, максимальная – 2,0 м.

На исследуемой площади расположены два озера в северной и юго-восточной части. Подстилающими породами являются суглинки иловатые мягко-пластичной консистенции.

Микрорельеф неровный. Он образован повышениями и понижениями, что формирует мозаичность растительного покрова. Переувлажненных участков нет. Озера заросли осокой и превратились в осоковые топи.

Зондировкой торфяной залежи, проведенной в шести точках, было определено, что мощность остаточного слоя торфа колеблется от его полного отсутствия (т. 5 и 6) до двух метров (т. 3). Торфяная залежь сложена травяно-гипновым низинным торфом средней степени разложения, а ниже

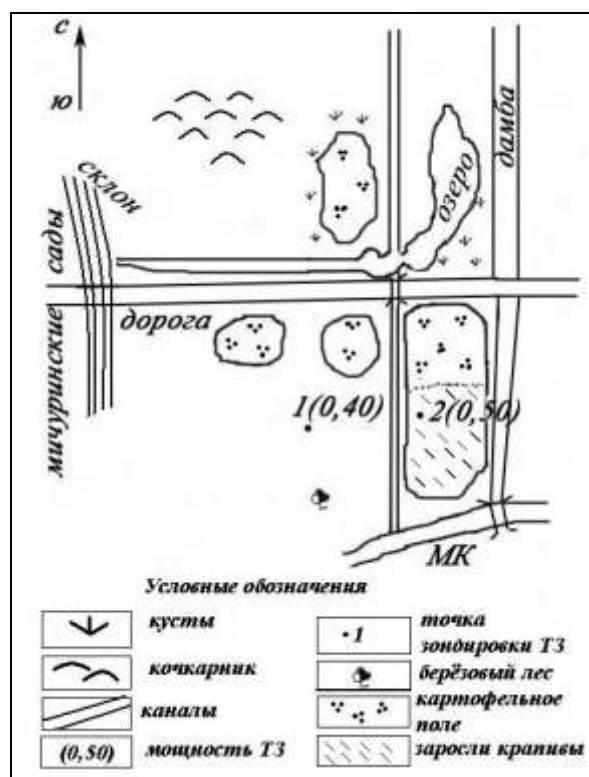


Рис.24 Схема торфяного месторождения «Ширяевское»

– сфагновым низинным торфом (рис.5). Торф подстилается органоминеральными отложениями зеленоватого цвета, ниже – голубоватой глиной.

Характер растительности одинаков для всего месторождения – разнотравно-злаковый луг. Преобладают по обилию: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), полевица белая (*Agrostis alba*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*). Разнотравье более разнообразно по количеству видов, но преобладают среди них клевер красный (*Trifolium pratense* L.) и донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Pall).

Торфяное месторождение «Чистое» Асиновского района расположено на II-ой надпойменной террасе реки Итатка, в 0,3 км на запад от с. Феоктистовка (рис. 26). Площадь в нулевой границе составила 42,4 га, в промышленной – 26,8 га. Средняя глубина торфяной залежи 1,4 м, максимальная – 2,2 м. Торфа низинные, средней степени разложения, топяного подтипа.

На этом месторождении оставлен небольшой слой торфа мощностью 0,2-0,5 м, подстилаемый супесями. Ботанический анализ точки 2 показал, что сильной степени разложения низинный торф является осоково-гипновым (травяно-моховая группа топяного подтипа, рис.5).

На относительно сухих местах растительность покрывает около 50 % поверхности. Преобладают при этом вейник лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorfii* (Link) Frin) и осока (*Carex* sp.). Менее обильно встречается шлемник байкальский (*Scutellaria galericulata*), сабельник болотный (*Comarum palustre*), рогоз широколистный (*Thypha latifolia*).

На более влажных участках преобладают рогоз широколистный (75 % от доли всех растений) и осока вздутая (20 %), образующая мощные кочки диаметром около метра. Оставшиеся 5 % приходятся на следующие растения: ситник нитевидный (*Juncus filiformis* L.), частуха подорожниковая (*Alisma plantago aquatica* L.), болотница болотная (*Eleocharis palustris* (L.).

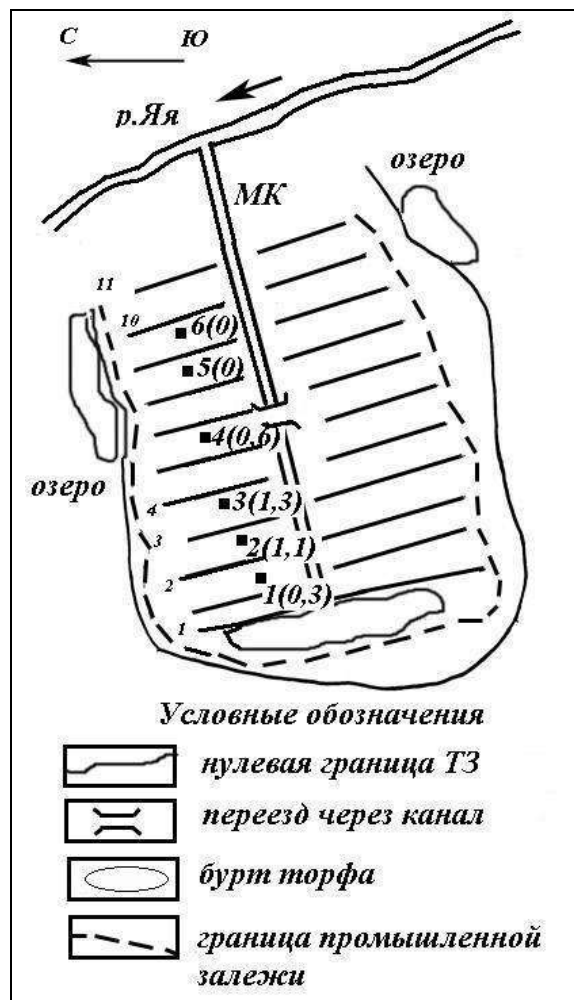


Рис.25 Схема оросительной сети торфяного месторождения «Большежировское»

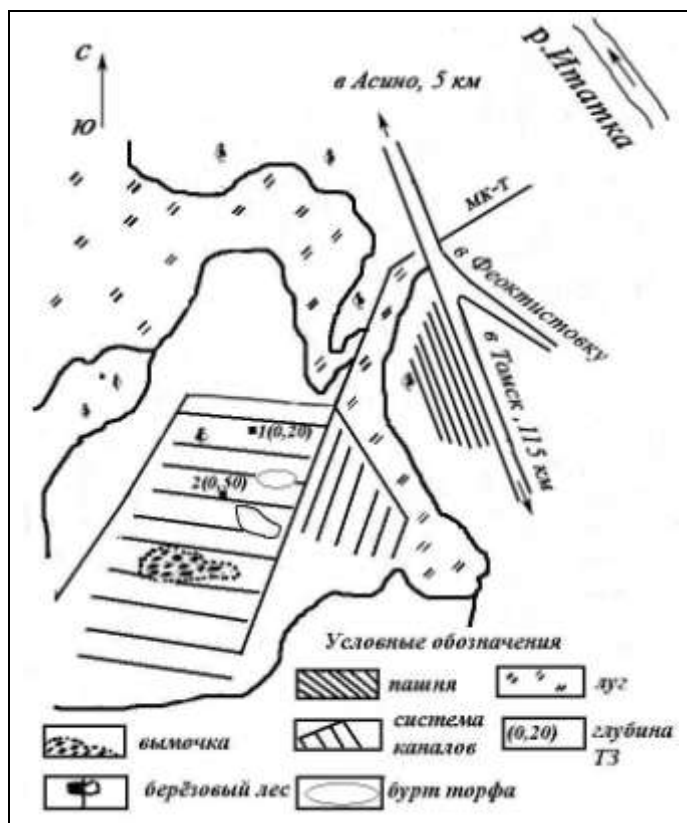


Рис.26 Схема торфяного месторождения «Чистое»

период целью рекультивации являлось дальнейшее их сельскохозяйственное использование. Вместе с тем, направления рекультивации имеют достаточно широкий диапазон (рис.2). В условиях Сибири с её практически необъятными площадями торфяных болот наиболее лёгким использованием является повторное заболачивание, что в природных условиях и наблюдается. Многие выработанные торфяники подверглись вторичному заболачиванию, чему активно благоприятствуют природные факторы. Но часть выработанных торфяников успевает сгореть, чего допускать нельзя. Как правило, после выработки торфяник забрасывают, а нужно было бы помочь природному процессу (заболачиванию) как можно быстрее охватить всю его площадь. Для этого бывает достаточно закрыть шлюзы или перекрыть каналы, чтобы исключить работу дренажной сети.

Из магистральных каналов выработанных торфяников в месте впадения в водоприёмник отбирались пробы дренажных вод на анализ. По химическому составу болотные воды большинства выработанных торфяных месторождений являются слабощелочными с рН 7,3-7,8 со слабой минерализацией (0,1- 0,6 г/л), по содержанию сухого остатка – пресными (табл. 7). Только на одном месторождении (Усть-Бакчарском) реакция среды дренажных вод слабокислая.

Проективное покрытие растениями на таких увлажнённых участках достигает 30 %.

Заключение. Все осушенные участки торфяных месторождений, за исключением Каргалинского, Кабидатского, Чемондаевского и Суховского, выработаны. Большинство выработанных площадей не рекультивировано и не используется в сельском хозяйстве. Остаточный слой торфа имеет мощность от нуля до трёх метров (Приложение 2). Под слоем торфа часто залегает мощный (до 4 м) слой сапропеля.

Как выше было отмечено, исследования выработанных торфяных месторождений проводились в 1994 году. В этот

Таблица 7 Химический анализ дренажных вод (07.07.1994 г.), мг/л

Торфяное месторождение	NO ⁻²	HCO ⁻³	ХПК*	K ⁺	Na ⁺	NH ⁺ ₄	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Cl ⁻
Усть-Бакчарское	0	76,9	191,4	0,68	0,77	4,11	14,0	2,24	0,332	0,414	171,6
Чемондаевское	0,004	125,0	82,5	0,19	2,18	2,98	27,0	3,76	0,032	0,400	120,4
Мушкинское	0,010	264,4	82,5	1,85	2,95	5,76	57,5	4,92	0,546	1,590	126,4
Маракса	0,004	201,9	26,4	1,35	3,59	4,58	33,5	3,40	0,633	0,494	120,4
Суховское	0,030	418,3	181,5	0,97	13,34	4,97	71,5	21,46	0,112	0,291	97,8
Сухое-Вавиловское	0,117	322,1	108,9	0,97	6,16	2,72	66,4	16,55	0,070	0,185	162,6
Володинское	0,012	201,9	29,7	1,16	4,23	2,37	38,8	15,03	0,040	0,048	123,4
Плотниковское	0,015	495,2	98,9	1,45	8,73	5,41	96,6	17,44	1,010	1,018	48,2
Ганькинское	0,021	500,0	98,9	4,05	8,08	3,14	120,9	28,90	0,070	0,136	96,3

Примечание. * ХПК, мг O₂/л

На большинстве торфяных месторождений не проведена планировка поверхности и культуртехника, мелиоративная сеть не соответствует режиму осушения. На единственном торфяном месторождении (Большежировское) подсеяны культурные травы, сделана планировка, оставшаяся сеть соответствует режиму осушения под сенокос. Частично рекультивировано Мушкинское месторождение.

На выработанных участках отдельных торфяных месторождений наблюдается вторичное заболачивание. Использование их под сельскохозяйственное производство возможно только после проведения системы водорегулирующих мероприятий, что достаточно дорого.

Общая оценка эколого-мелиоративного состояния двадцати двух охарактеризованных выше торфяных месторождений Томской области неудовлетворительная.

3. ТОРФЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «ТАГАН»

3.1. История разведки, природные условия и характеристика торфяного месторождения

Торфяное месторождение «Таган» Томского района числится в справочнике «Торфяные месторождения Томской области» 1971 года издания под № 972/ 967 (рис. 27).

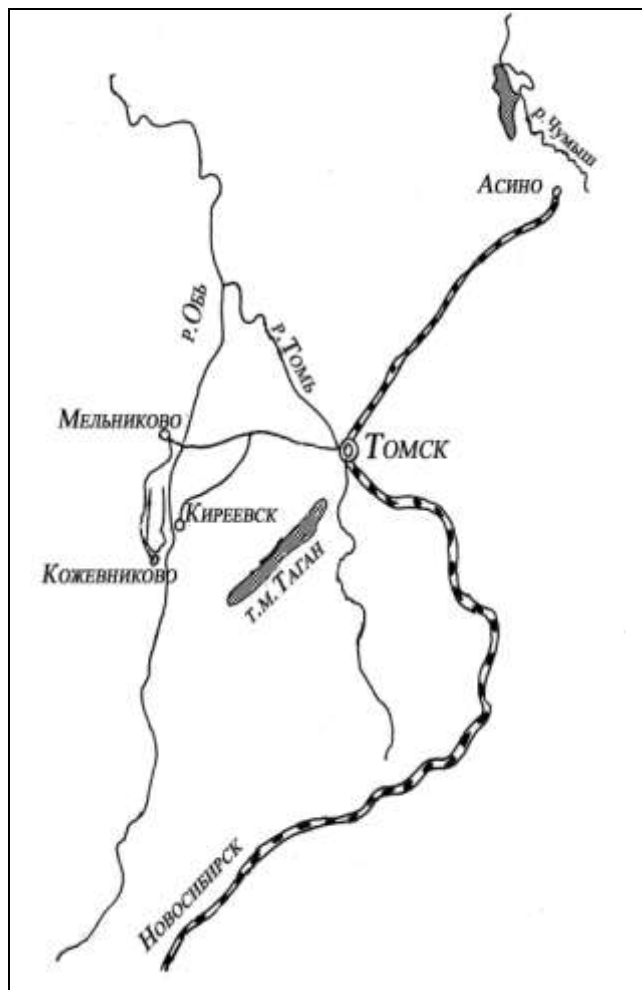


Рис.27 Схема района расположения торфяного месторождения «Таган»

В 1935, 1940 и 1949 годах на месторождении были проведены рекогносцировочная и детальная разведки. В 1935 году «Торфостройпроектом» при Новосибирском областном зональном объединении была выполнена детальная разведка северо-восточной части торфяного месторождения на площади 1161/638 га. При детальной разведке этого участка была проложена магистраль и 52 поперечника. В 30 пунктах был произведён отбор проб торфа на общетехнические свойства.

В 1940 году детальная разведка проводилась той же организацией юго-западнее участка разведки 1935 года на площади 2626,1/ 2255,3 га. Сохранились описательные материалы и ведомость лабораторных анализов, но план торфяного месторождения, к сожалению, не сохранился. Отбор проб торфа проводился на 65 пунктах по 0,5 м. По всем пробам

были выполнены анализы на степень разложения, ботанический состав торфа (родовой), зольность и естественную влажность.

Рекогносцировочная разведка 1940 года была проведена «Торфостройпроектом» юго-западнее участка детальной разведки 1940 года. Материалы работ, за исключением плана разведки, не сохранились.

В 1949 году Новосибирской межобластной проектно-разведочной конторой треста «Росторфразведка» была выполнена рекогносцировочная разведка остальной площади торфяного месторождения на площади 2048,3/ 1813,2 га. По этим работам сохранился план и описательные мате-

риалы. При разведке была проложена магистраль и перпендикулярно к ней 16 поперечников через 800 м. Вид торфа не определялся.

Доразведка торфяного месторождения 1980-1981 годов была выполнена в соответствии с проектом в полном объеме требований детальной разведки и позволила уточнить данные о площадях, запасах и химических свойствах торфа.

Из таблицы 8 видно, что по данным детальной разведки и доразведки площади торфяного месторождения в нулевой границе и в границе промышленной глубины торфяной залежи уменьшились. Это объясняется уточнением границ торфяного месторождения вследствие осушения сети апробирования и изменения методики проведения границы промышленной глубины торфяной залежи. Кроме того, в 1980-81 годах в северо-восточной части торфяного месторождения на площади равной 362 га доразведка в соответствии с проектом не выполнялась, так как здесь на 75 га частично производилась добыча торфа на удобрение, а оставшаяся часть была подготовлена к разработке (рис. 28).

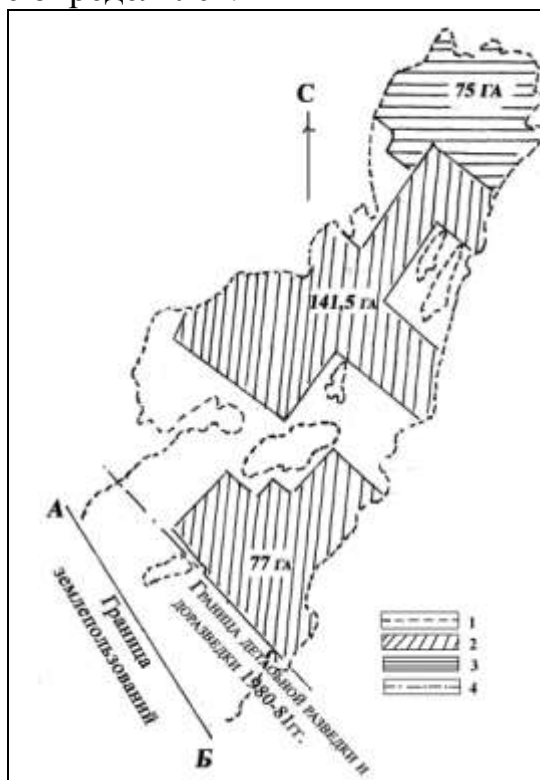


Рис. 28 Схема расположения разрабатываемых и подготовленных к разработке площадей в северо-восточной части торфяного месторождения Таган». 1 – нулевая граница торфяного месторождения; 2 – участки, подготовленные к разработке; 3 – разрабатываемый участок; 4 – граница разведки

В 1963 году было проведено осушение участка магистральным каналом и сетью картовых каналов.

Таблица 8 Сравнение данных детальной разведки 1980-81 гг. с данными предыдущих доразведок

Данные	Год и вид разведки	Площадь, га		Средняя глубина, м	Объем торфа сырца, тыс.м ³	Запасы в/сух торфа, тыс.т.	Общетехнические свойства, %		
		в нулевой границе	в промыш. границе				степень разложения	зольность	влажность
Разведки прошлых лет	Д-1935*	799.0	405.0	2.64	10683	1998	34	15	89
	Д-1940	2626.1	2255.0	3.01	67885	11744	35	13	90
	Р-1940	1760.5	1613.0	3.30	55246	9447	28	23	90
	Р-1949	2048.4	1813.0	3.75	67995	17339	55	7	—
Итого		7234.0	6086.0	3.41	201809	40528	—	—	—
Фактические детальные и доразведки 1980-81 гг.		6311	5561	2.98	165983	31571	31	14	87.9
Разность		-923.4	-525.0	-0.43	-35826	-8957	—	—	—

Примечание: * Д – детальная, Р – рекогносцировочная разведки

Добыча торфа на части осушенного участка велась с 1964 по 1977 годы. В 1977 году институтом «Гомскгипроводхоз» был разработан проект мелиорации земель под сельскохозяйственное производство.

По результатам обследования в 1985-86 годах согласно плану рекультивации выработанного участка (30 га) мелиоративная система была представлена четырьмя магистральными каналами через 1000 м и системой осушительных каналов через 80 м. В качестве водоприёмника использовалась р. Чёрная, приток реки Томи. В период весеннего половодья в связи с подъёмом уровней воды в реке Томи и малыми уклонами русла р. Чёрной наблюдался подъём воды в осушительных каналах и, как следствие, подтопление участка.

Геоморфология. Торфяное месторождение «Таган» расположено в долине р. Чёрной, левобережного притока р. Томи. Долина р. Чёрной является унаследованной, среднечетвертичного возраста, приурочена к линейному тектоническому нарушению и имеет протяженность 40 км в юго-восточном направлении, пересекает четвертичную и третичную надпойменные террасы р. Томи.

Торфяное месторождение имеет вытянутую форму с юго-запада на северо-восток в сторону р. Томи. Самая возвышенная юго-западная часть имеет максимальную отметку равную 127,5 м. Наименьшая отметка поверхности составляет 87,2 м и находится в юго-восточной части торфяного месторождения.

Максимальная глубина торфяной залежи достигает 9,3 м с очёсом. Подстилающие торфяную залежь грунты сложены песками, реже супесями и суглинками. Водное питание месторождения осуществляется за счёт атмосферных осадков.

На торфяном месторождении имеются внутренние суходолы (81) разных конфигураций с размерами от 0,1 до 8,4 га. Общая площадь внутренних суходолов составляет 92 га. Все суходолы покрыты смешанным лесом.

Геологическое строение. Осадки олигоцена, повсеместно перекрыты толщей четвертичных отложений мощностью до 25 м. Олигоценые отложения характеризуются комплексом пород континентального происхождения, представленных преимущественно кварцевыми и полемиктовыми песками, алевритами и алевритовыми глинами мощностью до 200 м. Среди континентальных отложений олигоцена выделяются три стратиграфических горизонта (снизу вверх): атлымский, новомихайловский, знаменский. Под четвертичными отложениями залегают осадки верхнезнаменского горизонта, выделенные в болотнинскую свиту. Она представлена песками с линзовидными прослоями галечников, алевритов и глин.

Среди четвертичных отложений выделяются озёрно-аллювиальные и аллювиальные осадки от ранне-четвертичного до современного возраста, слагающие все геоморфологические элементы, а также развитые в грани-

цах торфяного месторождения озёрно-болотные образования современного возраста.

Аллювиальные отложения перекрываются современными озёрными, озёрно-болотными образованиями. Озёрно-болотные образования представлены лёгкими и тяжёлыми пылеватыми суглинками, нередко с примесью торфа, включением ракушек, тяжёлыми супесями, органоминеральными отложениями. Они развиты под торфяной залежью на небольших по площади разреженных участках в виде прослоев мощностью от 0,5 до 3,1 м.

Гидрография. Основными водоприёмниками с торфяного месторождения «Таган» являются река Томь и её левобережный приток река Чёрная.

Растительный покров. Растительность торфяного месторождения в настоящее время переживает в основном эвтрофную фазу развития, о чём свидетельствует современный растительный покров. Лишь на небольшом участке в юго-западной части месторождения отмечена растительность верхового типа. Вся территория торфяного месторождения занята низинными и верховыми фитоценозами древесно-топяных и топяных групп. Наибольшее распространение здесь получила растительность эвтрофного типа, представленная древесно-осоковым, осоковым, осоково-сфагновым и травяно-кустарничковыми фитоценозами.

Растительность олиготрофного типа получила большое распространение и представлена верховыми сосново-пушицевыми фитоценозами. Древесно-осоковый фитоценоз встречается отдельными участками по всему торфяному месторождению. В древесном ярусе преобладает сосна и берёза, довольно часто встречается ель, кедр, лиственница. Высота древостоя составляет 2-2,3 м, диаметр – 2-32 см, $P = 0,4-0,8$. Густой подлесок представлен ивой, рябиной, крушиной и можжевельником.

Травяной ярус развит хорошо: различные виды осок, сабельник, вейник, тростник, вахта, крапива, шиповник. В моховом ярусе здесь встречаются сфагнумы, гипновые мхи.

Микрорельеф кочковатый. Кочки осоковые, высотой 0,2–0,4 м, диаметром 0,2–0,3 м. Покрытие кочками составляет 40–50% площади месторождения.

Осоковый фитоценоз: распространён на всей площади торфяного месторождения в юго-западной и центральной его частях. Повышенное увлажнение препятствует развитию древесного яруса. На участках, где проложены осушительные каналы, наблюдается подрост берёзы и сосны. В травяном ярусе на основном фоне из осок довольно большое разнотравье: подмаренник болотный, вахта, хвощ, тростник. Моховой покров сильно угнетён и представлен болотным миртом и клюквой. Осоковые кочки покрывают 20–30% фитоценоза.

Осоково-сфагновый фитоценоз: расположен в юго-западной части торфяного месторождения. Древесный ярус отсутствует, кустарничковый

угнетён и представлен мелкими ивами и карликовой берёзой. Разреженный травяной ярус состоит из различных видов осок, среди которых единично встречается вахта, шейхцерия, тростник. Моховой покров составляют *Sphagnum centrale* C. Jens., *Sph. obtusum* Warnst., *Sph. teres*.

Травяно-кустарничковый фитоценоз: расположен в восточной части торфяного месторождения. Древесный ярус практически отсутствует, изредка встречаются единичные экземпляры сосны и берёзы. Труднопроходимые заросли берёзы приземистой, карликовой берёзы и ивы образуют кустарничковый ярус. Разреженный травяной покров представлен различными видами осоки. Моховой покров угнетён и состоит из сфагновых и гипновых мхов.

Сосново-пушицевый фитоценоз выделен в юго-западной части торфяного месторождения на участке со смешанной торфяной залежью. В древесном ярусе произрастает сосна высотой от 2 до 2,5 м, диаметр стволов составляет 2–34 см, полнота – 0,3–0,9. Кустарничковый ярус представлен багульниковым, болотным миртом, подбелом, клюквой. В травяном ярусе господствует пушица влагалищная. Моховой покров хорошо развит. Он состоит из сфагн магелланский, сфагн бурый и сфагн узколистный. Микрорельеф кочковатый. Пушицево-сфагновые кочки покрывают площади фитоценоза. Высота кочек 0,2–0,4 м, диаметр 0,4–0,6 м.

Типы и виды торфяной залежи. Торфяное месторождение «Таган» представлено торфяной залежью смешанного и низинного типов топяно-лесного, лесо-топяного, многослойного топяного, древесно-осокового, лесного-осоково-топяного, многослойного лесо-топяного видов и магелланикум залежью. Наибольшее распространение имеет топяно-лесная залежь (69%). В строении её принимают участие 18 видов торфа, из которых преобладают осоковый (42%), и древесно-осоковый (21%). Значительно распространён осоковый и гипновый торфа (12%). Встречаемость остальных видов не превышает 10%.

Характеристика стратиграфических участков. *Стратиграфический участок смешанной топяной залежи* расположен в западной части торфяного месторождения. Участок имеет площадь, равную 102 га, что составляет 2% от всей площади торфяного месторождения. Средняя мощность торфа 3,5 м (без очёса), максимальная 8,1 м (с очёсом).

Кроме смешанной топяной залежи на участке в небольшом количестве встречается магелланикум залежь. В строении торфяной залежи принимают участие 11 видов торфа, самый большой процент приходится на шейхцериевый и осоково-сфагновый переходные торфа (21%). Довольно часто встречается магелланикум-торф (17%), фускум-торф (13%) и осоковый переходный (10%). Встречаемость остальных видов не превышает 8%.

Стратиграфический участок с низинной топяно-лесной залежью находится в юго-западной и западной частях торфяного месторождения. Его площадь, равная 1075 га, составляет 19% от всей площади торфяного ме-

сторождения. Средняя глубина торфяной залежи 3,9 (без очёса), максимальная 9,3 м (с очёсом). Торфяная залежь представлена в основном топяно-лесным видом (72%). Остальные виды залежи (многослойная лесотопяная, переходная топяная, низинная лесная и низинная древесно-осоковая) занимают незначительные площади. В строении залежи принимают участие 17 видов торфа. Самый большой процент приходится на осоковый низинный (37%). Большое распространение имеет древесно-осоковый торф (23%), встречаемость остальных видов не более 11%.

Стратиграфический участок с топяно-лесной залежью занимает центральную и северо-восточную части торфяного месторождения. Площадь участка равна 3977 га, что составляет 72% от всей площади торфяного месторождения. Средняя мощность торфяной залежи составляет 2,7 м (без очёса), максимальная – 7,0 м (с очёсом).

Кроме топяной залежи, которая составляет 84% от всех видов, на данном участке в различных точках выделяются лесотопяной (2%), топяной (2%), древесно-осоковый (5%), осоковый (2%) и лесной (5%) виды. В её строении принимают участие 10 видов торфа, из которых преобладают осоковый (46%), древесно-осоковый (20%), осоково-гипновый (13%), древесный (10%). Встречаемость остальных видов менее 10%.

Стратиграфический участок с лесной залежью расположен в центральной части торфяного месторождения. Площадь его равна 407 га, что составляет 7% от всей площади торфяного месторождения. Средняя мощность торфяной залежи составляет 2,5 м (без очёса), максимальная – 5,8 м (с очёсом). Кроме лесной залежи торфа, которая составляет 83%, в центральной части данного стратиграфического участка выделена осоковая залежь. В её строении принимают участие 8 видов торфа, из которых наиболее распространён древесный низинный (53%). Значительное распространение на участке имеют древесно-осоковый (17%), и осоковый (14%) виды. Встречаемость остальных видов не превышает 6%.

Показатели общетехнических свойств торфа по основным видам использования сырья. На торфяном месторождении преобладает нормальноторф, составляющий 54% от всех запасов (табл. 9).

Оценка возможных направлений использования балансовых запасов, основанная на полученных данных о свойствах торфов, представлена в таблице 10. Таким образом, торфа торфяного месторождения «Таган» пригодны для получения препаратов из гуминовых кислот (23%), для бытового и энергетического топлива (89%), или топливных брикетов (82%) и 99% всех балансовых запасов пригодны для производства удобрений на торфяной основе.

Таблица 9 Показатели общетехнических свойств торфа по основным видам использования сырья (по данным разведки)

Наименование запасов	Категории сырья и их индексы	Объём торфа-сырца, тыс.м ³	Процент от общего объёма	Общетехнические показатели, %		
				степень разложения	зольность	влажность
Торф малой степени разложения	В-0-1	981	0,6	6	3	94.6
	В-1-(1-2)	377	0,2	15	3	93.8
	П-1-(1-2)	684	0,3	18	4	93.2
Нормальнозольный торф	П-2-(1-2)	5790	3,4	24	6	93.1
	П-3-(1-2)	763	0,5	39	11	88.8
	Н-2-(1-2)	84684	51	27	8	89.8
	Н-3-(1-2)	5968	4	39	9	87.0
Торф с зольностью от 11 до 15%	Н-(2-3)-3	30782	19	33	14	87.9
Торф с повышенной зольностью	Н-(2-3)-4	10381	6	35	20	86.4
Торф с высокой зольностью	Н-(2-3)-5	11106	7	38	29	83.6
Зазоленный торф	Н-(2-3)-6	14467	8	41	42	78.2
Итого		165983	100	31	14	87.9

Вместе с тем, если исходить из приоритетности выделения охраняемого фонда, то торфяное месторождение «Таган», находящееся в пределах тридцатикилометровой зоны вокруг города Томска с населением в 500 тысяч человек, прежде всего, должно быть отнесено к охраняемому фонду. Однако этого не было сделано.

Таблица 10 Оценка балансовых запасов торфа для различных направлений использования в производстве

Категория сырья	Запас 40% влажности, тыс.т	Производство				
		подстилочный материал	препараты из гуминовых кислот	для бытового и энергетического топлива	топливные брикеты	удобрения на торфяной основе
В-0-1	68	68	–	–	–	–
В-1-(1-2)	38	38	–	–	–	–
П-1-(1-2)	79	79	–	–	–	–
П-2-(1-2)	683	–	683	683	683	683
П-3-(1-2)	147	–	147	147	147	147
Н-2-(1-2)	14329	–	14329	14329	14329	14329
Н-3-(1-2)	1256	–	1256	1256	1256	1256
Н-(2-3)-3	6042	–	–	6042	6042	6042
Н-(2-3)-4	2207	–	–	2207	–	2207
Н-(2-3)-5	2664	–	–	–	–	2664
Итого	27516	185		24664	22457	27328
В %	100	1	23	89	82	99

Что представляет собой торфяное месторождение сегодня? Вся площадь торфяного месторождения разделена на три части: большая часть находится в естественном состоянии, осушенная часть (около 350 га) частично сгорела, часть торфа была вывезена предприимчивыми собственниками на удобрения и около 30 га представляют собой рекультивированный участок, используемый под сенокосы уже на протяжении почти 50 лет.

Авторы очень надеются, что торфяное месторождение «Таган» будет выделено в охраняемый фонд и ещё долго будет служить городу для улучшения экологии, среды для туристических экскурсий, науке как объект исследования

3.2. Результаты исследований в 1961 - 1977 годах

В 1961 году сотрудники кафедры ботаники Томского государственного педагогического института (ныне Томского государственного педагогического университета) под руководством профессора Г.Н. Блинкова впервые приступили к изучению свойств торфов Томской области, торфяного месторождения «Таган» как самого крупного и перспективного.

Перед исследователями стояли две основные задачи – изучение химических и биологических свойств торфов торфяных месторождений Томской области и исследованию возможных способов использования торфа в сельском хозяйстве.

По результатам исследований были защищены кандидатские диссертации А.Ф.Боровковой (Торф, его агрохимические свойства и использование на удобрение, 1967), В.Е.Аристарховой (О торфяных удобрениях и их использовании в комплексе с другими удобрениями, 1969), М.М. Рачковской (Об использовании торфа в качестве субстрата в теплицах и парниках, 1969); В.А.Дыриным (О биологической активности низинных торфяников Томской области, 1978). Для работников сельского хозяйства Г.Н. Блинковым была издана научно-популярная брошюра «Торфяники и их использование в сельском хозяйстве» (1975).

В следующей главе обобщены результаты пятнадцатилетних исследований коллектива кафедры ботаники на Таганском торфяном месторождении.

3.2.1. О химическом составе торфов

Исследования на торфяном месторождении «Таган» начались в 1961-1965 годах. Для изучения химического состава торфов были взяты образцы в разных частях торфяного месторождения: восточной, северной, юго-западной, центральной. Пробы торфа на каждом участке брались послойно до минерального грунта торфяника. До глубины 1,0-1,6 м образцы были взяты с помощью лопаты, а глубже – посредством бура ТБГ-1. В общей сложности проанализировано 54 образца торфа на содержание органических веществ, золы, общего азота, важнейших зольных элементов.

В анализах использовались методы А.Р. Кизеля (1934), С.А. Ваксмана (1937), Н.И. Иванова (1946), М.М. Кононовой (1951) и др. При этом сахара определялись по Бертрану, гуминовые кислоты по Ердману, битумы экстрагировались по Сокслету в модификации Рушковского, в качестве растворителя использовали бензол и спиртобензол, общий азот по Кьельдалю, фосфор – объемным методом по Нейману. Калий определялся методом спектрального анализа, зола и содержащиеся в ней кальций, железо, магний, кремний – химическими методами. Одновременно в торфе определялась рН колориметрическим методом и степень разложения – методом отмучивания.

Исследованиями установлено (табл. 11), что таганский торф имеет среднюю степень разложения (26-30%), почти нейтральную реакцию (рН – 5,8- 6,8), по содержанию золы (8-10%) является нормальнозольным. Из органических веществ преобладает лигнин, затем – гуминовые кислоты. Количественное содержание органических веществ возрастает с глубиной: лигнин с 38 до 46 %, гуминовые кислоты – с 22 до 30 %.

Таблица 11 Состав органического вещества торфа, средние данные в % на сухой вес (Дырин, 1978)

Определяемые компоненты	Глубина, см					
	0-40	40-70	70-100	100-130	130-160	160-190
Фракция, растворимая в спирто-бензоле	4,7	5,0	5,7	7,8	7,2	5,1
Фракция, растворимая в воде	4,5	4,3	3,1	2,0	1,7	1,6
Гемицеллюлозы	15,4	15,2	14,1	12,0	8,1	6,2
Целлюлозы	Следы	Следы	0,0	0,0	0,0	0,0
Лигнин	38,1	41,3	41,8	44,1	45,0	45,8
Гуминовые вещества	22,0	24,4	28,8	29,5	30,2	29,2
Зола	7,3	7,9	8,8	8,1	9,2	9,8
рН	6,0	6,2	6,0	6,1	6,1	6,2
Степень разложения	26,6	28,7	27,1	2,4	36,0	36,7

Можно считать высоким содержание в таганском торфе веществ, растворимых в бензоле и спирто-бензоле (битумов). Оно колеблется в среднем от 4 до 8 % и вниз по профилю возрастает. Высокое содержание битумов характерно также для низинных торфов европейской части (Стадников, 1932).

Содержание гемицеллюлоз и растворимых в воде веществ с глубиной снижается с 4 до 1,6 %. Целлюлоза обнаруживается лишь в виде следов и только в верхних горизонтах. Отсутствие в торфе целлюлозы и преобладание трудно поддающихся минерализации веществ (лигнина, гуминовых

кислот) подтверждается высокой степенью разложения (36%) и согласуется с литературными данными (Никонов и др., 1962; Пьявченко, 1958).

Торф богат азотом, его содержание колеблется в зависимости от глубины торфяного слоя от 1,8 до 3,17 % (табл. 12). Наибольшее количество азота находится в верхних слоях торфяника, а по мере углубления оно закономерно снижается, что характерно и для других низинных торфяников Томского района (Блинков, Козлов, 1964, 1965). Г.Н. Блинков объясняет этот факт высокой активностью в указанных слоях азотфиксации азотобактером в связи с лучшими условиями аэрации и благоприятным температурным режимом.

Таблица 12 Содержание в торфе азота, фосфора и золы (Блинков, Козлов, 1964)

Номер карты	Пункты взятия образцов	Глубина, см	Общий азот	Фосфор (P ₂ O ₅)	Зола	РН (KCl)
1	восточная часть	6-30	2,89	0,69	8,80	5,9
		31-55	2,86	1,38	9,15	5,9
		56-100	2,52	1,39	9,33	6,0
		101-150	2,43	1,27	11,90	6,2
		151-200	1,80	1,02	42,63	6,4
2	северная часть	5-25	2,84	0,59	13,19	6,2
		26-50	2,75	0,47	11,38	6,1
		51-100	2,37	0,49	11,23	6,2
		101-150	2,25	0,60	14,21	6,5
		151-200	2,18	0,40	17,18	6,6
3	юго-западная часть	6-30	3,14	1,62	10,57	6,2
		31-55	2,94	2,54	8,98	6,2
		51-75	2,88	2,87	8,74	6,3
		76-100	2,82	1,85	6,61	6,4
		101-150	2,79	0,94	8,19	6,8
		200-250	2,53	1,25	10,47	7,0
4	центральная часть	6-30	3,17	2,04	8,34	6,1
		31-55	3,06	1,71	8,04	6,0
		56-100	3,05	1,40	6,84	6,2
		125-175	2,80	0,80	8,34	6,4
		225-275	2,37	0,94	13,80	7,0

В то же время А.А. Куприянов (1932) считал, что увеличение содержания азота с глубиной коррелирует с увеличением степени разложения торфа, а Г.Л. Стадников (1932) закономерности в изменении содержания азота с глубиной не обнаружил.

Содержание валового фосфора в различных слоях большей части торфяной залежи превышает 1%. По мнению Г.Н. Блинкова (1963), а также В.Д. Маркова с соавторами (1985), подобные торфа относятся к вивианитовым. Исключение составляет северная часть торфяника, где содержание фосфорной кислоты составляет 0,4-0,6 %, что считается нормой для низинного торфа.

В золе торфа содержится значительное количество кальция, вследствие чего торф имеет слабокислую реакцию (рН 5,8-6,8), много железа, магния, кремния, однако мало калия, крайне необходимого для растений элемента (табл.13).

Таблица 13 Содержание главных зольных элементов в торфе, % на сухой торф (Блинков, Боровкова, 1969; Дырин, Блинков, 1976)

Глубина слоя, см	Зола	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂
5-30	28,90	3,37	0,09	8,07	3,94	0,30	1,53
31-55	18,67	1,42	0,05	2,88	3,82	0,60	3,81
56-100	19,10	4,00	0,04	4,30	4,31	0,91	5,66
101-200	19,10	4,00	0,04	4,22	5,06	0,96	7,80

На основе химических показателей торф месторождения «Таган» был рекомендован для приготовления ценных органических удобрений: торфоминеральных смесей, торфяных компостов.

3.2.2. О биологической активности торфов

Состав и активность микроорганизмов в торфах

Содержание различных групп микроорганизмов в торфе анализировалось по методике, рекомендованной НИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН. Для учета общей численности аммонифицирующих бактерий применяли мясо-пептонный агар (МПА); спорообразующих бактерий – мясо-сусловый агар (МСА); бактерии, усваивающие минеральный азот, учитывали на крахмало-аммиачном агаре (КАА); нитрифицирующие – на голодном агаре (ГА) с добавлением аммиачных соединений, на кремнекислых пластинках, изготовленных по методу С.Н. Виноградского, пропитанных аммонийно-магниевыми солями; денитрификаторы – на среде Гильтая, аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы – на твердой агаризованной среде Гетчинсона с фильтровальной бумагой, маслянокислые бактерии – на жидкой картофельной среде, азотобактер – на среде Омелянского и Северовой.

Общее количество микроорганизмов подсчитывалось методом прямого счета по Виноградскому в модификации Шульгиной (Симакова, 1931). О деятельности микроорганизмов судили по интенсивности выделения углекислоты и активности процессов аммонификации и нитрификации. При этом углекислота определялась по Бойсен - Иенсену, аммиак – путем отгонки вытяжки торфа в 0,05н HCl с последующим титрованием, нитраты – в водной вытяжке по Грандваль-Ляжу с последующим колориметрированием на ФЭК-56.

Первые исследования микрофлоры таганского торфяника были проведены в 1963-1967 гг. Начались они с выявления в торфе азотобактера и изучения его активности (Блинков, Желнова, 1965). В дальнейшем образцы

торфа анализировались на содержание общего количества микроорганизмов (Аристархова, 1968). Более глубокое изучение микрофлоры последовало в 1973-1975 гг. (Дырин, 1975; Дырин, Блинков, 1976).

В таблице 14 приведены обобщенные данные по количеству различных групп микроорганизмов в торфе, которые свидетельствуют об отсутствии в исследуемом торфянике только нитрификаторов. Эти бактерии, несомненно, присутствуют в торфе, что выявлено при его компостировании, но в естественных условиях они находятся, очевидно, в неактивном состоянии.

Численность микроорганизмов в торфе сравнительно невелика. Наиболее многочисленными группами являются аммонификаторы (на МПА); микроорганизмы, усваивающие минеральный азот (на КАА) и маслянокислые бактерии. Микрофлора, произрастающая на МПА, в верхних слоях торфяников (0-70 см) имеет некоторое количественное преимущество над микрофлорой, растущей на КАА. Соотношение МПА/КАА выражается значением 1:0,8 в слое 0-40 см и 1:0,9 – в слое 40-70 см. Такое соотношение свидетельствует о слабой активности минерализационных процессов в торфе.

Таблица 14 Содержание различных микроорганизмов в торфяной залежи, тыс/г с.т., (Дырин, 1978)

Глубина слоя, см	Бактерии на МПА		Микроорганизмы на КАА		Бактерии					Плесневые грибы
	общее количество	спорообразующие	общее количество	актиномицеты	нитрифицирующие	денитрифицирующие	целлюлозоразрушающие, % обрастания	Маслянокислые	азотобактер	
0-40	6320	1058	5118	934	не обнаружены	254	10,0	2053	100	91
40-70	4253	820	4032	700		131	3,0	531	62	62
70-100	1214	630	2111	340		72	0	128	23	49
100-130	841	100	914	190		43	0	27	8	8
130-150	411	32	631	78		25	0	11	2	3

Среди аммонификаторов в торфе неспорозные формы преобладают над спорообразующими, что соответствует начальной стадии разложения растительных остатков, Об этом же свидетельствует большое количество в торфе масляно-кислых бактерий. Сравнительно мало в исследуемом торфе актиномицетов, что свидетельствует о слабой минерализации органического вещества.

Еще меньше в исследуемых торфах содержится денитрифицирующих бактерий, плесневых грибов и особенно целлюлозоразрушающих микроорганизмов (5 тыс. на 1г торфа, а процент обрастания комочков торфа на агаризованной среде Гетчинсона равен 10%). Низкая целлюлозоразрушающая активность торфа подтверждена опытами с льняной тканью (Дырин, 1978). Следует отметить, что Н.Н. Наплекова (1974) для низинных

торфяников Новосибирской области установила довольно высокое содержание микроорганизмов, разрушающих клетчатку. Процент обрастания комочков торфа составил 49-86%.

Основная масса микробного населения сосредоточена в верхних слоях торфяника (0-70 см), имеющих более благоприятный температурный и водно-воздушный режим, чем нижележащие горизонты. Очевидно, и разложение растительных остатков происходит преимущественно в верхних горизонтах торфяника.

С глубиной численность всех микроорганизмов снижается и особенно резко таких групп, как актиномицеты и грибы. Основными причинами такого колебания численности микроорганизмов в торфяной залежи являются влажность и температура почвы, что отмечается и другими авторами (Зименко, 1977).

В таблице 15 представлены результаты наблюдений, проведенные с образцами таганского торфа, отобранными на разной глубине (0-160 см) в течение вегетационного периода с целью выявления взаимосвязи между

Таблица 15 Динамика различных групп микроорганизмов в торфянике, тыс/1г. с.т.
(Дырин, Блинков, 1976)

Месяц	Глубина в см	Микроорганизмы на МПА	Бактерии на КАА	Актиномицеты на КАА	Грибы на СА	Азот аммиака
Май	0-40	1554,0	2065,0	212,0	112,0	6,5
	40-70	1443,0	1501,0	126,0	44,0	38,3
	70-100	496,0	562,0	35,0	8,0	60,5
	100-130	325,0	437,0	0,0	0,8	84,5
	130-160	141,0	386,0	0,0	0,16	183,6
Июнь	0-40	3636,0	2699,0	454,0	63,0	0,0
	40-70	2607,0	2034,0	280,0	43,0	27,5
	70-100	790,0	1361,0	154,0	10,0	46,6
	100-130	354,0	687,0	0,0	0,6	77,7
	130-160	128,0	667,0	0,0	0,2	192,6
Июль	0-40	5232,0	3746,0	912,0	83,0	0,0
	40-70	3153,0	2076,0	770,0	94,0	0,0
	70-100	1194,0	1359,0	472,0	52,0	43,0
	100-130	753,0	798,0	266,0	9,0	68,5
	130-160	399,0	654,0	89,0	4,0	151,0
Август	0-40	2820,0	1524,0	670,0	177,0	0,0
	40-70	1863,0	1070,0	644,0	75,0	0,0
	70-100	852,0	843,0	505,0	50,0	57,0
	100-130	528,0	792,0	288,0	5,6	101,0
	130-160	501,0	670,0	88,0	1,2	172,0
Сентябрь	0-40	964,0	610,0	622,0	200,0	0,0
	40-70	735,0	735,0	517,0	160,0	13,8
	70-100	522,0	671,0	137,0	76,0	70,8
	100-130	420,0	694,0	42,0	6,3	127,0
	130-160	266,0	521,0	0,0	1,3	159,0

активностью микроорганизмов разных физиологических групп и накоплением минеральных форм азота.

Установлено, что подвижный азот в торфянике накапливается, главным образом, в форме аммонийных соединений и с глубиной содержание его возрастает. Указанное распределение объясняется тем, что торфяная залежь, не имеющая достаточного запаса минерального азота, в верхних слоях в летний период обедняется в связи с потреблением растениями.

Более высокое содержание аммонийных соединений в глубоких слоях торфяной залежи можно объяснить физическими свойствами торфа: он хорошо удерживает, накапливая в себе эту форму минерального азота. Нитратный азот в виде следов был обнаружен в верхнем горизонте (0-40 см) лишь в мае, когда растения еще не вегетировали и не использовали питательные вещества из почвы.

Накопление минерального азота в форме аммонийных соединений, высокая численность аммонифицирующих бактерий свидетельствуют о благоприятных условиях гидротермического и пищевого режимов в торфянике, активному развитию процесса аммонификации. Нитрификация же сдерживается малой численностью нитрифицирующих бактерий.

В настоящее время общеизвестно, что физиологические группы микроорганизмов могут служить показателем протекающих в почве биохимических процессов. Представляет интерес выявление групп микроорганизмов или соотношение между ними, развитие которых коррелировало бы с процессом разрушения органических соединений.

Е.Н. Мишустин (1975) и Т.Г. Зименко (1977) считают, что один из показателей, отражающих интенсивность минерализации органического вещества в торфяной залежи, может быть найден при параллельном учете бактерий, усваивающих органический и минеральный азот. В торфянике с интенсивным процессом минерализации микроорганизмы, растущие на КАА (т.е. усваивающие минеральный азот), обычно превышают по численности микрофлору, живущую за счет органического азота. Т.Г. Зименко, изучая торфяники Белоруссии, к таковым относит торфяники низинного типа. В них соотношение между бактериями, усваивающими органический и минеральный азот, равно 1:1,2 и 1:1,3.

Сравнивая данные количественного учета бактерий-аммонификаторов и усваивающих минеральный азот в течение вегетативного периода, можно проследить эту зависимость в торфяной залежи исследуемого торфяника. Из таблицы 15 следует, что в слое торфа 0-40 см за весь вегетационный период, а в июне, июле, августе даже в слое 40-70 см преобладали бактерии, усваивающие органический азот. Начиная с глубины 70 см, это соотношение сдвигается в сторону бактерий, усваивающих минеральный азот, хотя количество обеих групп с глубиной в несколько раз уменьшается.

Учитывая, что бактерии, растущие на КАА, в глубоких слоях торфяной залежи немногочисленны и, к тому же, требовательны к водно-воздушному режиму почвы, нельзя утверждать, что соотношение микроорганизмов, использующих органические и минеральные источники азота,

служит достоверным показателем активности процессов минерализации исследуемого торфяного месторождения.

Численность микроорганизмов в верхних слоях торфяника в течение вегетационного периода изменялась. Так, количество микроорганизмов использующих органические и минеральные формы азота (в том числе и актиномицеты) с весны возрастает по мере повышения температуры торфа и достигает максимума в июле, когда верхний слой торфа нагревается до 17 °С. Низшие грибы наиболее интенсивно развиваются в сентябре, что объясняется, вероятно, понижением к этому времени активности бактериальной флоры. Максимальную численность грибов осенью наблюдала Т.Г. Зименко (1977) в низинных торфяниках Белоруссии.

С общей численностью микробов согласуется количество продуцируемой торфяной залежью углекислоты (рис. 29).

Установлено, что в течение вегетационного периода “почвенное дыхание”

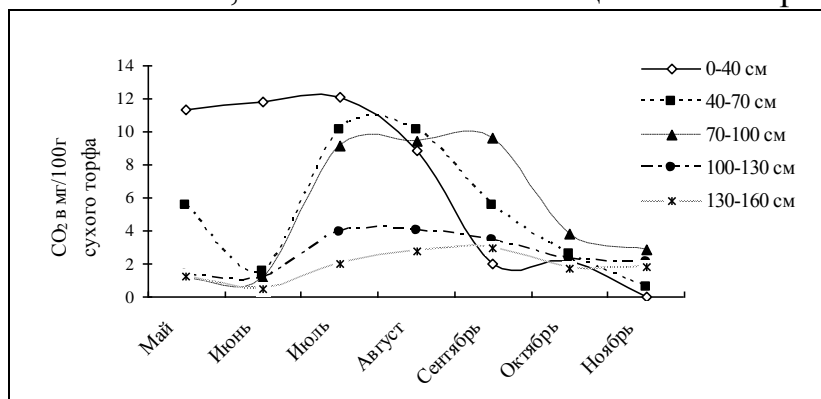


Рис. 29 Динамика выделения углекислоты (Дырин, 1976)

относительно интенсивно происходило в поверхностных горизонтах (0-40; 40-70 см), где микрофлора более многочисленна. По мнению Э.А. Головки (1976), кроме микроорганизмов, продуцентами углекислоты в верхних слоях торфя-

ников являются также корни растений.

Таким образом, изучение микрофлоры, процесса аммонификации, нитрификации и интенсивности выделения CO₂ показало, что в целом биологическая активность в торфяной залежи таганского торфяника не высокая, а процессы минерализации органических веществ выражены в слабой степени.

Влияние компостирования на биологическую активность торфа

Как отмечалось выше, низинный торф богат азотом – ценным для питания растений элементом. Однако азот в торфе прочно связан с органическими соединениями и для растений недоступен. В усвояемую форму азот этих соединений переходит только после их минерализации, которая в чистом торфе происходит крайне медленно, что объясняется слабой активностью его микрофлоры. В настоящее время общеизвестно, что наиболее эффективным приемом для ускорения минерализации органического вещества торфа является компостирование (Прянишников, 1965; Мамченков, 1962; Никонов и др., 1962 и др.).

Чаще всего компост состоит из двух главных компонентов, неодинаковых по устойчивости к разложению микроорганизмами. Один из них, например, торф играет роль поглотителя влаги и аммиака и без компостирования слабо разлагается; другой – содержит достаточное количество легко распадающихся азотистых органических соединений, богат микрофлорой (навоз, птичий помет и др.).

Торф и навоз при изготовлении торфяного компоста берутся в разных соотношениях, чаще всего в пропорции 1:3 или 1:4, т.е. торфа берется в 3-4 раза больше, чем навоза. Для компостирования торф и навоз смешивают. В хозяйствах компост можно готовить в любое время, но наиболее удобно его закладывать в июне, а вносить на поле осенью или весной.

Торф можно компостировать с остатками сельскохозяйственных растений. Такие компосты получили название торфорастительные. Особенно эффективные торфяные удобрения получают при компостировании торфа с зеленой массой однолетнего люпина. Для этих целей используется горький люпин, как и на зеленое удобрение. Органическое вещество люпина легко используется микроорганизмами. Бактерии, развиваясь за счет утилизации органического вещества растений, в дальнейшем разлагают и органические вещества торфа, переводя их в минеральные формы.

Разложение органических веществ есть результат жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Поэтому главная задача при компостировании сводится к созданию оптимальных условий для деятельности микрофлоры.

Изучением микрофлоры при компостировании торфа с навозом и минеральными удобрениями занимались Т.Л. Степанова (1940), А.А. Перцева (1950), А.А. Езубчик (1955), Н.А. Кузнецова (1958), Н.М. Лазарев (1949), С.И. Мительберг (1960) и др.

При компостировании торфа с различными компонентами каждый из них оказывает положительное влияние на микрофлору. Биологическую активность торфа можно повысить путем бактериализации компоста азотобактером и другими активными культурами микроорганизмов (Березова и Ремпе, 1958).

Изучением биохимических процессов в компостах занимались Б.А. Кабанов (1934), А.Н. Перцева, В.Г. Голиков, (1958), А.А. Немчинов (1953), К.И. Чекалов (1955), С.И. Мительберг (1958), С.С. Абызов (1962) и др. Большинство исследователей отмечают значительное накопление минерального азота при компостировании торфа.

Для изучения биологической активности компостируемого торфа исследуемого месторождения было поставлено 8 модельных опытов, в которых исследовались 46 компостов разного состава. Органическими добавками к торфу служили, главным образом, навоз (конский) и зеленая масса многолетнего люпина. В Сибири изготовлением, а равно и изучением торфолюпиновых компостов ранее никто не занимался. Объяснить это можно

тем обстоятельством, что многолетний люпин для Сибири культура новая и в хозяйствах не выращивается.

Исследования показали, что многолетний люпин является перспективной культурой на сидеральное удобрение и для изготовления торфорастительных компостов (Романова, Аристархова, 1969). Было установлено, что эта культура хорошо растет на серых лесных почвах Томской области. Под снежным покровом она прекрасно переносит суровые сибирские зимы, весной рано трогается в рост, быстро развивается, наращивая 300-500 ц с га зеленой массы, к середине июня дает зрелые семена. При таком урожае зеленой массы гектарный посев люпина даст возможность хозяйствам приготовить от 120 до 200 тонн торфолюпинового компоста.

Однако высокий урожай люпина можно получить при соблюдении определенных условий, учитывая, что при прорастании семян он требователен к влаге, отзывчив на фосфорные и калийные удобрения и нуждается в обработке семян нитрагином. Объясняется это тем, что многолетний люпин относится к семейству бобовых. Бобовые растения живут в симбиозе с клубеньковыми бактериями, усваивающими молекулярный азот воздуха. Клубеньковые бактерии проникают в корни бобовых растений из почвы. Повсеместно распространенные бобовые растения (горох, бобы, фасоль, вика) находят в почве специфические для них клубеньковые бактерии. Люпин относится к представителям семейства, которые имеют ограниченную область произрастания.

Так как в Сибири люпин является культурой новой, в почве он не находит нужных ему клубеньковых бактерий. В таких случаях необходимо искусственное заражение почвы специфическими бактериями, осуществляемое путем предпосевной обработки семян бактериальным препаратом нитрагином, представляющим собою простерилизованную почву, зараженную активной расой соответствующей разновидности клубеньковых бактерий (в нашем случае – клубеньковых бактерий люпина).

Благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, зеленая масса многолетнего люпина богата по содержанию белковым азотом. Она могла бы использоваться на корм скоту, но содержит значительное количество ядовитых веществ – алкалоидов. Поэтому в Европейской части РФ люпин возделывают как сидерат, т.е. в качестве зеленого удобрения.

При компостировании зеленая масса люпина, богатая белковыми веществами (2,8-3,4%) и предварительно измельченная, легко перегнивает, обогащая компост растворимыми формами азота. Минеральными добавками при компостировании торфа в условиях модельного опыта чаще служили суперфосфат, хлористый калий, зола березовых дров, вивианит. При этом из расчета на 1 кг компоста вносили: золы – 2г, хлористого калия – 0,4 г, суперфосфата и вивианита – по 1 г.

В качестве бактериальной добавки использовалась культура азотобактера. Азотобактер предварительно выделялся из торфа, выращивался на

агаризованной среде в пробирках, откуда он смывался в компостируемую смесь из расчета одна пробирка на 1 кг компоста. Компостируемые смеси распределялись в глиняные сосуды по 1 кг в расчете на сухую массу при 6-8 кратной повторности на вариант. Сосуды с компостами находились в лаборатории при температуре $20^{\circ}\pm 2^{\circ}$ С, влажность компостов поддерживалась на уровне 70 %.

О биологической активности компостируемого торфа судили по численности микроорганизмов и по активности процессов аммонификации и нитрификации. В зависимости от задач исследования, компостирование длилось от 1 до 5 месяцев (табл. 16).

Таблица 16 Влияние компостирования торфа на количество подвижных форм азота, мг/100г компоста

Варианты опыта	Азот аммиака			Азот нитратов		
	через 1 месяц	через 3 месяца	через 5 месяцев	через 1 месяц	через 3 месяца	через 5 месяцев
Торф	214	216	218	13,7	16,5	16,7
Торф, зола, вивианит	264	298	294	25,0	31,6	36,1
Торф, зола, вивианит, навоз	310	378	362	47,0	125,0	173,0
Торф, суперфосфат, хлористый калий	250	390	345	следы	следы	следы
Торф, суперфосфат, хлористый калий, навоз	320	820	849	следы	следы	следы

При длительном компостировании (5 мес.) микробиологические и биохимические анализы проводились один раз в месяц. При краткосрочном компостировании – 1 раз в 10 дней. Под влиянием золы и вивианита через 3 месяца общее количество микроорганизмов увеличивается в два раза. В первую очередь благотворное влияние на этот процесс оказывает зола. Она нейтрализует кислотность торфа и содержит кроме фосфора и калия другие ценные элементы питания, в том числе микроэлементы. На фоне золы и вивианита резко усиливается деятельность микрофлоры под влиянием навоза и люпина (рис. 30).

Хлористый калий и суперфосфат в компостах угнетают микрофлору, что, по-видимому, объясняется вредным действием Cl⁻ - иона. Угнетающее действие хлор-иона отмечено и другими авторами (Никонов и др., 1962; Ченцов, 1960 и др.). Добавление к компостируемому торфу навоза или люпина повышает количество микробов в 4 раза даже на фоне указанных удобрений.

Благотворное влияние на микрофлору компостов оказывает внесение культуры азотобактера. Наши наблюдения по азотобактеру расходятся с выводами Б.В.Ченцова (1960), который утверждает, что внесенный при компостировании азотобактер погибает, причем особенно быстро в присутствии хлористого калия.

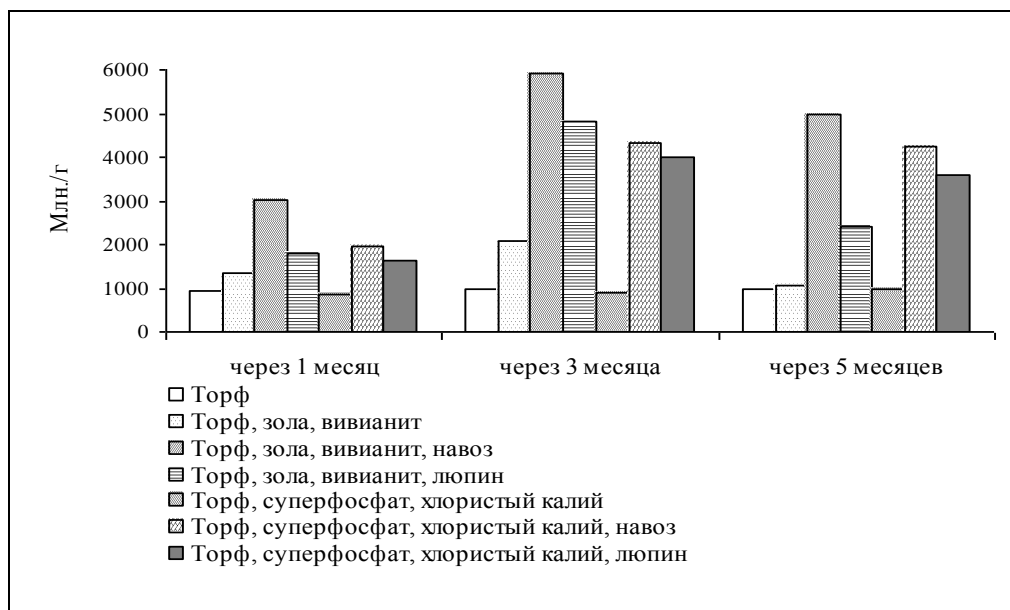


Рис. 30 Общее количество микроорганизмов в компостах разного состава

Компостирование влияет на активность отдельных физиологических групп микроорганизмов. Так, во всех компостах появляются нитрификаторы. Наибольшее их количество отмечено в торфонавозных и торфолюпиновых компостах через 2,5 месяца компостирования. В 3-6 раз возрастает численность аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов и в 40-70 раз численность актиномицетов. Через 4-5 месяцев компостирования активность микрофлоры уменьшается (Боровкова, 1967; Аристархова, 1968).

Наряду с увеличением активности микрофлоры существенно усиливается и накопление подвижных соединений азота (табл. 16). При этом в компостах с золой и вивианитом подвижный азот накапливается в форме аммонийных и нитратных соединений азота, а в компостах с хлористым калием и суперфосфатом – только в форме аммонийного азота, процесс нитрификации подавляется. Угнетение деятельности нитрификаторов вызывается, несомненно, хлор-ионом, отрицательное влияние которого было подмечено рядом исследователей (Фатчихина и др., 1960; Никонов и др. 1962, и др.).

К концу компостирования наибольшее количество минерального азота накапливается в торфонавозных и в торфолюпиновых компостах с хлористым калием (соответственно 535-849 и 577-786 мг) и наименьшее в вариантах с золой и вивианитом (487 и 612 мг). Отрицательным моментом при компостировании является потеря азота, поэтому важно найти способы компостирования, минимизирующие эти потери.

Значительные потери общего азота в торфолюпиновых компостах наблюдала также М.Д. Рыдалевская и Т.А. Николаева (1959). Объясняется данный факт тем, что внесение люпина, как легко разлагающегося материала, богатого азотом, вызывает быструю вспышку микробиологических

процессов и связанную с этим минерализацию, а, следовательно, и перевод азотистых веществ в легкорастворимые соединения, в конечном счете, в нитраты, которые подвергаются денитрификации.

Внесение золы и вивианита так же приводит к значительной потере азота. Добавление их в торфонавозный компост увеличило потери общего азота в 1,6 раза. Хлористый калий и суперфосфат снижают потери азота в торфонавозном компосте в 2 раза, в торфолупиновом – в 2,8 раза. Описанное выше компостирование применяется обычно в производственных целях. В лабораторных условиях компостирование торфа проводилось и с другими добавками: вместо навоза и зеленой массы люпина вносили пептон (1%) или углекислый аммоний (0,12%), а вместо золы - поташ (0,9%). При этом по активности процессов аммонификации и нитрификации, а также по микрофлоре, обуславливающих эти процессы, были установлены те же закономерности, что в опытах с навозом, люпином и золой. Отличие заключалось в том, что пептон, углекислый аммоний и поташ стимулируют все микробиологические процессы значительно сильнее, чем навоз, люпин и зола (Дырин, 1978).

3.2.3. Использование торфа на удобрение и в качестве субстрата в теплицах и парниках

Эффективность торфяных удобрений

Изучению эффективности торфяных удобрений в различных почвенно-климатических зонах посвящены многочисленные исследования (Прянишников, 1965; Кабанов, 1934; Сидорчук, 1936; Прокошев, 1952; Бояркина, 1960; Галузо, 1958; Акишин, 1961; Курбатов и Двойнишникова, 1966; Никонов и др., 1962; Панников, 1964; Тюменцев, 1963 и др.).

Эти исследования показали, что в чистом виде торф на удобрение малоэффективен. Слабый удобрительный эффект чистого торфа объясняется низким содержанием в нем доступного для растений азота. Например, в первый год после внесения торфа в почву даже в благоприятных условиях минерализуется только 2-3 % общего запаса азота.

Эффективность торфа повышается при внесении его совместно с минеральными удобрениями (Мамченков, 1962; Никонов и др., 1962; Бодрова и Озолина, 1965 и др.). Особенно эффективны торфяные компосты. Так Н.С. Розанов (1948), основываясь на опытах, проведенных ЦТБОС, указывает, что торфонавозные компосты по действию близки к навозу и повышают урожай первой культуры на 40-50%, второй – на 30-40%, третьей – до 20% по сравнению с контролем.

Торфонавоз (торф, пропущенный через скотный двор) и торфонавозные компосты в настоящее время применяются в широких масштабах (Пьявченко, 1954; Савич-Любицкая, Фатчихина, 1957; Никонов и др., 1962; Мамченков, 1962 и др.).

В настоящее время широко используются некомпостируемые смеси с азотным, фосфорным и калийным удобрениями; при этом минеральные компоненты берутся в отношении 1:1:1. Торфоминеральные удобрения удобны тем, что их можно готовить в любое время года и без потерь хранить в открытых штабелях. Они не слеживаются, поэтому их можно внести навозоразбрасывателями. При изготовлении торфоминеральных смесей дозы их компонентов могут варьироваться в широких пределах (Мамченков, 1962). Однако исследованиями многих авторов установлено, что компостируемые торфоминеральные смеси значительно эффективнее.

В Сибири исследования эффективности торфяных удобрений в 60-70 годах были малочисленны (Сидорчук, 1936; Тюменцев, 1963; Галузо, 1958).

Повышение урожая сельскохозяйственных культур при внесении в почву торфяных удобрений объясняется тем, что торф и торфяные удобрения оказывают положительное воздействие на физико-химические свойства почвы. Под влиянием торфяных удобрений улучшается структура подзолистых почв, в них увеличивается количество гумуса и азота; глинистые почвы, обогащенные органическим веществом торфа, становятся более рыхлыми, водо- и воздухопроницаемыми, а песчаные – более связными и влагоемкими (Загорская, 1939; Прокошев, 1952; Касаткин, 1960).

На накопление гумуса при внесении в почву торфяных удобрений указывали А. Загорская (1939), О.И. Галузо (1958), Е.М. Бодрова и З.Д. Озолина (1965), Т.П. Славнина (1967) и др. Литературные данные свидетельствуют о резком повышении биологической активности почвы под влиянием торфяных удобрений. В почвах усиливается деятельность микрофлоры, для которых органическое вещество, внесенное с удобрениями, служит источником пищи. В почве накапливаются легкорастворимые соединения азота, фосфора и других питательных веществ для растений. (Самойлов и др., 1960; 1961; Потехина, 1967; Чиканова, 1966).

Эффективность применения торфяных удобрений в Томской области

Опыты по изучению эффективности торфяных удобрений кафедры ботаники ТГПИ начала проводить в Томском районе с 1961 года. Опыты ставились на серых лесных почвах: на агробиостанции ТГПИ – мелкоделяночные при 4 - кратной повторности и на полях совхозов в производственных условиях (Блинков, 1963; Блинков, 1975; Боровкова, 1965; Блинков, Аристархова, 1969; Боровкова, 1968, 1976; Аристархова, 1969).

Торф для удобрений применялся в чистом виде, в виде свежееизготовленных смесей с РК или НРК, а главным образом, в виде торфяного и торфолюпинового компостов. Последние закладывались летом, а использовались следующей весной.

Компосты для полевых опытов готовили следующим образом: в поле на подготовленную площадку привозили торф, разравнивали его слоем 50-60 см. На образовавшуюся торфяную подушку разгружали навоз (коровий или конский) слоем 25-30 см. Затем снова укладывали слой торфа и т.д., пока высота штабеля не становилась равной 1,5-2 м высотой. Завершался штабель слоем торфа толщиной 50 см. Часто вместо навоза для мелкоделечных опытов использовали такое же количество зеленой массы многолетнего люпина. Торф, навоз или зеленая масса люпина брались в соотношении 3:1. Летом при пересыхании компостируемую массу поливали, доводя ее влажность до 70 %. Поздней осенью компост перемешивали, в результате чего получалась однородная рассыпчатая масса.

При компостировании к компостам часто добавляют еще минеральные удобрения – суперфосфат и хлористый калий или калийную соль. Торфяные удобрения вносили сплошным способом из расчета 30-40 т на га или локально в дозах: под капусту – 20 т на га, под картофель и другие культуры – 10 т на га. Минеральные удобрения, входящие в состав торфяных компостов и смесей, а также при использовании их в чистом виде, брали в одинаковых количествах, обычно по 60 кг д.е.

Площадь опытных делянок составляла 25-150 м². В совхозах для опытов было отведено несколько га. Опыты проводились с соблюдением агротехники, соответствующей выращиванию растений в местных условиях. За период с 1961 по 1976 год было поставлено 17 опытов с картофелем, из них 3 производственных в совхозах «Тахтамышевский» и «Заварзино», 2 опыта с овощными культурами (капустой и столовой свеклой), 4 опыта с зернобобовыми (кукурузой, озимой рожью, горохом, бобами).

В таблице 17 представлены средние данные 14 опытов по картофелю, проведенных на агробиостанции ТГПУ и двух производственных опытов. Из таблицы видно, что внесение 10 т торфа и 10 т на га торфонавозного компоста на фоне РК дает в среднем прибавку урожая картофеля соответственно 17 ц и 67,7 ц с гектара на агробиостанции ТГПИ и 117 ц – в совхозе «Тахтамышевский». В то же время 30 т торфонавозного компоста на фоне НРК в совхозе «Заварзино» повысили урожай этой культуры на 119 ц с га.

Таблица 17 Влияние торфяных удобрений на урожай картофеля (Блинков и др. 1963, 1965, 1969, 1971)

Пункт проведения опыта	Число опытов	Варианты опыта	Урожай	
			ц/га	%
Агробиостанция ТГПУ	14	контроль (без удобрений)	157,5	100
		10 т/га торфа	174,5	111
		P ₆₀ K ₆₀	213,0	100
		P ₆₀ K ₆₀ + 10 т/га компоста торфонавозного	284,3	131
Совхоз Тахтамышевский, на 60 га	1	контроль (б/уд)	125,7	100
	1	10 т/га компоста торфонавозного	243,0	193

Примечание. Удобрение вносилось на агробиостанции в лунки, в совхозе – в рядки

Существенной была прибавка урожая при удобрении почвы торфонавозным компостом на фоне РК в мелкоделяночных опытах с другими сельскохозяйственными культурами: по кукурузе (зеленая масса) – на 188 ц, по капусте – на 232 ц, по свекле – на 183 ц, по зерну озимой ржи – на 8 ц с гектара. Торфолюпиновые компосты по эффективности близки к торфонавозным. Заметно повышали урожай картофеля, капусты, кукурузы, ржи торфоминеральные смеси (торф + НРК), но эффективность их была в 2-3 раза меньше, чем компостов. Компосты оказывали положительное влияние на серую лесную почву: активизировали почвенную микрофлору, способствовали обогащению почвы доступным азотом и гумусом.

Так, биохимический анализ почвы, удобренной торфонавозным и торфолюпиновым компостом в опыте с рожью, свидетельствовал, что в прикорневой зоне общее количество микроорганизмов увеличилось в 4-5 раз. Энергичнее протекал процесс нитрификации: на фоне компостов нитраты составили 17% от количества аммонийных соединений, а на неудобренной почве – 7%; содержание гумуса возросло на 0,5% .

Опыты по применению торфа в качестве субстрата в теплицах и парниках

Применение торфа в качестве заменителя дефицитной дерновой земли в теплицах и парниках весьма перспективно, что убедительно подтверждается литературными данными (Абеле, 1959; Никонов и др., 1962) и опытами кафедры ботаники ТГПУ, проведенными в грунтовых теплицах и парниках с огурцами и томатами в 1965-1968 годах.

В теплицах опытные площадки были размером по 50 м² при 3-кратной повторности, а в парниках – по 4 м² при 5-кратной повторности. В качестве субстратов были использованы дерновая земля, перегной из коровьего навоза и таганский торф.

Методика выращивания овощей на торфяном субстрате такова: в теплицы или парники засыпали грунт слоем 20 – 25 см., а затем вносили основные минеральные удобрения из расчета на 1 м² 45 г аммиачной селитры, 150 г суперфосфата и 36 г калийной селитры. Рассаду томатов высаживали в 2-х месячном возрасте, а огурцов в возрасте один месяц. Когда рассада укоренялась, ее подкармливали коровяком, разбавленным в 10 раз. На 10 л разбавленного коровяка добавляли минеральные удобрения в следующих количествах: калийной и аммиачной селитры – по 10-15 г, суперфосфата – по 25-30 г, борной кислоты, сернокислого цинка и сернокислой меди – по 0,5 г, марганцевокислого калия и сернокислого магния – по 1,5-2 г. В дальнейшем этой жидкостью производили подкормку огурцов через 10 дней и томатов через 15 дней. На 1 м² расходовали примерно 1,5 л раствора. В промежутках между подкормками растения при необходимости поливали водой.

Таблица 18 Влияние различных грунтов на урожай огурцов и томатов (средние данные за 3 года по опытам М.М. Рачковской, 1969)

Пункт проведения опыта	Варианты опыта	Средний урожай			
		огурцов		томатов	
		кг/м ²	%	кг/м ²	%
Теплично-парниковое хозяйство УРСа	дерновая земля + перегной (3:1)	13,3	100	5,8	100
	таганский торф	17,1	128	7,2	125
	тот же торф + перегной (3:1)	17,4	131	7,4	128

С наступлением плодоношения дозы минеральных удобрений увеличивали: аммиачной и калийной селитры до 15-20 г, суперфосфата до 30-35 г. За растениями осуществлялся обычный для защищенного грунта уход. Из таблицы 18 видно, что по сравнению с дерновой землей, торф в качестве субстрата имеет явные преимущества: в теплицах и парниках на торфяном субстрате прибавка урожая огурцов составила соответственно 28 и 30%, а томатов – 25% и 29% по сравнению с зеленым субстратом. Выращиваемые на торфяном субстрате растения меньше болеют. Заболеваемость растений в теплицах с торфяным субстратом на 16% ниже по сравнению с растениями, выращиваемыми на земляном субстрате, что обеспечивает дополнительную прибавку урожая.

3.2.4. Возделывания сельскохозяйственных культур

В Европейской части нашей страны торфяники после их осушения осваиваются уже в больших масштабах под поля, луга, леса (Лупинович, Голуб, 1958; Никонов и др., 1962; Горшков и др., 1969).

В Томской области делались попытки по освоению ряда болот – Десятовского, Реченского, Шегаро-Иксинского, Суховского. Особенно большая работа проведена была на Суховском болоте Бакчарским опорным мелиоративным пунктом, в результате которой доказана возможность выращивания на осушенном болоте различных сельскохозяйственных растений (Окунцов и Елисеева, 1948; Янсон, 1960; Елисеева, 1963). Однако в последствии все перечисленные торфяники перестали осваиваться и на них начались процессы вторичного заболачивания.

Постановкой опытов по выращиванию сельскохозяйственных культур на осушенном Таганском торфянике кафедры ботаники ТГПУ начала заниматься с 1965 года. Опытные участки располагались на карте, с которой за два предыдущих года был снят слой торфа толщиной от 50 см до 1 м. Перед посевом верхний слой остаточного торфа был разрыхлен культиватором. Опыты проводились мелкоделяночные. Опытные делянки были по 10-25 м² при 4-кратной повторности. В опытах применялись минеральные

удобрения (NPK), обычно по 60 кг/га действующего вещества. Азот вносился в виде аммиачной селитры, фосфор – в виде суперфосфата, калий – в виде хлористого калия. В некоторых опытах испытывали медь, для чего вносили медный купорос в дозе 25 кг на гектар. Под бобовые кроме минеральных удобрений применяли нитрагин. Посев проводили со второй половины июня, так как в более ранние сроки торф был переувлажнен. Учет урожая был сплошным. Некоторые результаты исследований приведены в таблице 19.

Анализ полученных результатов свидетельствует о существенном недостатке в торфе калия, а в первый год освоения торфяника необходим и азот, который пока недоступен для растений. Бобовые культуры нуждаются только в калийном удобрении. Все культуры слабо реагируют на фосфорные удобрения, так как таганский торф содержит достаточное количество фосфора.

На фоне основных минеральных удобрений на торфянике получены высокие урожаи зеленой массы овса, клевера, гороха, ржи (соответственно 260, 211, 163, 276 ц с гектара). По нашим опытам рожь на болоте дает высокие урожаи зерна хорошего качества (до 242,8 ц с га).

Таблица 19 Урожай сельскохозяйственных культур на торфянике (данные Блинкова с сотрудниками, 1971,1972)

Варианты опыта	Урожай, ц/га			
	озимая рожь, зерно	овес, зеленая масса	кукуруза, зеленая масса	клевер, зеленая масса
Контроль	1,3	21,5	78	–
К	18,0	147,0	108	–
KN	24,0	260,0	260	–
KNP	24,0	260,0	300	–
PK	–	–	–	182
PK + нитрагин	–	–	–	211

Примечание. «–» – не опрелеляли

Хорошие урожаи на торфе дает капуста (до 310 ц), картофель (до 232 ц клубней), в благоприятные годы кукуруза и соя (соответственно 300 и 170 ц/га зеленой массы) (Блинков, 1975).

Перспективной культурой для торфяника является многолетний люпин. В первый год посева семенами, обработанными нитрагином, люпин наращивает до 400 ц зеленой массы с гектара (Аристархова, 1969; Блинков, 1975). Этот опыт интересен тем, что он показывает возможность выращивания многолетнего люпина как компонента торфяных компостов непосредственно на торфянике, при этом, как показали опыты, выращиваемый на болоте многолетний люпин выгоднее использовать в первый год жизни, т.к. зимой он частично вымерзает из-за переувлажнения торфа осенними осадками.

Опытами сотрудников кафедры (Блинков и Быков, 1972; Дырин 1978) установлено, что овес, пшеница и многолетние злаковые травы нуждаются в медных удобрениях. Например, овес и пшеница на фоне НРК дают хорошие урожаи зеленой массы, но не формируют зерно. При внесении на фоне полного минерального удобрения меди эти культуры обеспечивают хороший урожай зерна. У многолетних трав от меди (на фоне НРК) прибавка сена составила 22-40%.

Учитывая, что растения, произрастающие на торфянике, наращивают богатую зеленую массу, но из-за укороченного безморозного периода не успевают сформировать зрелые семена или товарную продукцию (картофель), их целесообразнее выращивать на корм скоту.

В результате проведенных исследований были получены следующие основные результаты:

- многочисленные опыты дают основание рекомендовать торф для приготовления ценных органических удобрений, а также использовать в качестве субстрата в теплицах и парниках;
- при длительном компостировании целесообразно в торфяные компосты добавлять хлористый калий, который подавляет нитрификацию, тем самым исключает потери азота в компостах в результате денитрификации; при кратковременном компостировании калий лучше вносить в виде золы или поташа, которые способствуют ускорению созревания компоста;
- при сельскохозяйственном освоении торфяника следует проводить мероприятия, способствующие минерализации органического вещества торфа, а именно, внесение минеральных удобрений и улучшение водно-воздушного и теплового режимов;
- для эффективного возделывания на торфянике сельскохозяйственных культур и многолетних трав необходимо вносить в торф, кроме минеральных удобрений, медное удобрение;
- на торфянике могут расти при соответствующей агротехнике многие сельскохозяйственные растения, но выращивать их целесообразнее для использования на корм скоту.

3.3. Исследования в 1985-1990 годах

3.3.1. Опыты с многолетними травами



Рис. 31 Распределение остаточного слоя торфа на торфяном месторождении

В 1985 году было проведено обследование выработанного торфяника с целью определения остаточного слоя торфяной залежи. На примере двух карт (рис. 31) хорошо прослеживается изменение остаточного слоя торфяной залежи от отсутствия торфа до 1-1,5 м. Общетехническая и химическая характеристики остаточного слоя приведены в таблицах 20-21.

Так для метрового слоя торфяной залежи характерны небольшие значения объёмной массы и только в слое 0-20 см они имеют более высокие значения, возможно, за счёт присутствия здесь песчаной фракции. Остаточный слой торфа характеризуется слабокислой реакцией почвенного раствора и не нуждается в известковании. Содержание валовых фосфора, железа и кальция характеризуется

неравномерным распределением по площади выработанного торфяника.

Таблица 20 Водно-физические свойства остаточного слоя торфа

Вариант опыта	Глубина, см	Удельная масса, г/см ³	Объёмная масса, г/см ³	Полная влагоемкость, %	70% от ПВ	Аэрация, %
Контроль	0 - 20	1,56	0,22	390	273	25,2
	20 - 40	1,53	0,15	601	421	16,2
	40 - 60	1,53	0,15	601	421	6,8
	60 - 80	1,53	0,14	649	454	5,8
	80 - 100	1,51	0,13	703	492	3,0

Обеспеченность почв фосфором колеблется от низкой до повышенной, обеспеченность калием характеризуется как крайне низкая.

Таблица 21 Физико-химическая характеристика остаточного слоя торфа

Содержание	Зольность, %	рН	Степень разложения, %	Содержание минеральных элементов					
				в % на золу			в % на сухое в-во		
				CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
макс.	97,4	6,5	95	46,2	46,47	3,73	8,53	8,25	0,46
мин.	4,58	4,9	10	8,4	1,43	0,14	1,06	0,73	0,02
ср.	14,2	5,6	34	26,1	21,0	1,43	3,22	2,4	0,18

Схема опытов

С целью изучения эффективности освоения выработанных торфяников под сельскохозяйственные культуры в 1985 году был заложен полевой опыт. Опыты закладывались в 4-х кратной повторности.

Схема опыта:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) Контроль; | 8) $N_{60}P_{60}K_{120}$; |
| 2) $N_{60}P_{60}K_{60}$; | 9) $N_{90}P_{60}K_{120}$; |
| 3) $N_{90}P_{60}K_{60}$; | 10) $N_{120}P_{60}K_{120}$; |
| 4) $N_{120}P_{60}K_{60}$; | 11) $N_{60}P_{60}K_{60} + Cu_{3.0}$; |
| 5) $N_{60}P_{60}K_{90}$; | 12) $N_{60}P_{60}K_{60} + B_{1.0}$; |
| 6) $N_{90}P_{60}K_{90}$; | 13) $N_{60}P_{60}K_{60} + Zn_{3.0}$; |
| 7) $N_{120}P_{60}K_{90}$; | 14) $N_{60}P_{60}K_{60} + Cu_{3.0} + B_{1.0} + Zn_{3.0}$ |

Дозы удобрений приведены в кг/га д.в. Общая площадь делянки составляла 66 м^2 , учетной – 50 м^2 . Состав травосмеси: костер безостый – 15 кг/га, овсяница луговая – 10 кг/га, тимофеевка – 8 кг/га. Норма высева – 33 кг/га. Посев выполнен беспокровно в первой декаде августа. При закладке опыта проводились следующие агротехнические работы:

- 1) дискование в 2 следа на глубину 8-10 см,
- 2) вспашка с оборотом пласта на глубину 30-35 см с одновременным боронованием,
- 3) предпосевное прикатывание гладкими катками,
- 4) посев трав зернотравяной сеялкой на глубину 2-3 см,
- 5) послепосевное прикатывание.

Дружные и ровные всходы появились на 6 день после посева. Полное появление всходов наблюдалось на 8 день. Минеральные удобрения были внесены в виде аммиачной селитры, двойного гранулированного суперфосфата, хлористого калия, микроудобрения – в виде медного купороса, сернокислого цинка и борной кислоты.

Общетехнические и физико-химические свойства торфов

Участок исследований сложен древесным и древесно-травяным хорошо разложившимся торфом (40-60%) мощностью 0,5-1,5 м. Зольность его составляет 7,5-15,0%. Пахотный горизонт остаточного слоя торфа морфологически отличается от нижележащей толщи комковатой структурой и более темной окраской. Агрохимическое обследование опытного участка до внесения удобрений показало, что обеспеченность остаточного слоя торфа подвижным фосфором низкая, калием преимущественно очень низкая, иногда средняя и высокая. Неравномерность распределения в почвах калия, возможно, объясняется тем, что при зимней вывозке торфа для предотвращения его промерзания применяется хлористый калий, который частично остался на поле и создал агрохимическую неоднородность. ва торфа при выращивании сельскохозяйственных культур.

Количество нитратного азота не превышало 0,4-1,5, аммонийного – 1,5-7,0 мг/100 г почвы, рН среды изменялось в пределах 6,1-6,3. По данным весеннего агрохимического картирования было отмечено увеличение

Таблица 22 Агрохимические свойства остаточного слоя торфа

Вариант	рН	Подвижные соединения, мг/100 г почвы			
		P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
Контроль	6,2	8,1	3,0	0,4	3,5
	6,1	4,0	13,5	0,8	5,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	6,2	7,8	6,4	1,5	7,0
	6,2	9,5	6,1	0,4	3,5
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	6,3	8,8	1,8	0,4	5,0
	6,3	9,8	2,2	0,4	1,5

количества питательных элементов по всем вариантам опыта (табл. 22). Это свидетельствует об усиливающейся минерализации органического вещества.

Содержание общего углерода в торфяном профиле изменяется от 14,63 до 34,49% от массы сухого вещества. Отдельные фракции органического вещества

(ОВ) относительно равномерно распределены по профилю остаточной торфяной залежи (рис. 32). Содержание липидов изменяется в пределах от 4,57 до 7,88% от C_{общ} с равномерным увеличением вниз по профилю. Фракция гидролизуемых веществ характеризует обогащённость ОВ торфа углеводами – целлюлозой и гемицеллюлозой (3,55- 6,33%).

В составе органического вещества остаточной торфяной залежи преобладают гуминовые кислоты. Их содержание по профилю изменяется от 35,53% в слое 0-10 см до 54,48% на глубине 70-80 см, оставаясь практически на таком уровне до подстилающей породы.

Содержание фульвокислот в 2-4 раза меньше, чем гуминовых кислот и составляет 12,41-21,48% от C_{общ}. Следует отметить повышенное содержание гуминовых кислот в торфяной залежи по сравнению с ранее полученными результатами по аналогичным торфам Западно-Сибирского региона (Славнина, Инишева, 1987; Инишева, Дементьева, 2000). Это можно объяснить активизацией процесса гумификации в окислительных условиях, которые создаются в профиле при подстилании торфяной залежи грунтами лёгкого механического состава. Параллельно с увеличением содержания гуминовых кислот в торфянике происходит снижение трудногидролизуемых веществ (целлюлозы).

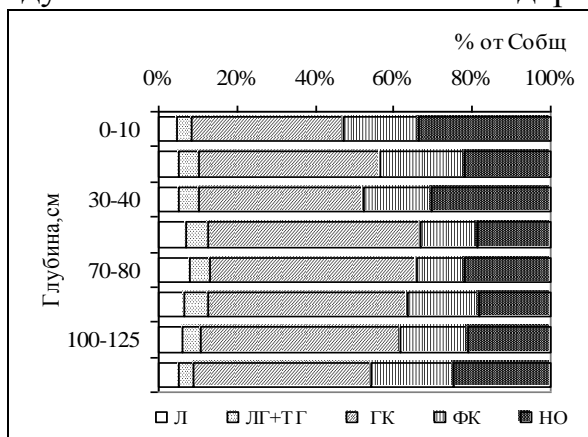


Рис.32 Содержание отдельных групп органического вещества в выработанных торфяниках, % от С_{общ}: Л – липиды, ЛГ+ТГ – сумма гидролизуемых веществ, Л – липиды, ЛГ+ТГ – сумма гидролизуемых веществ, ГК – сумма гуминовых кислот, ФК – сумма фульвокислот, НО – негидролизуемый остаток

В остаточной торфяной залежи среди фракций гуминовых кислот доминирует третья фракция (16,61-28,59% от C_{общ}), устойчивая к биохимической деструкции. Отмечается также повышенное содержание второй фрак-

ции гуминовых кислот (14,49-20,23%), связанной с кальцием, которая соответствует содержанию «серых» гуминовых кислот (табл. 23). По-видимому, появление в торфянике второй фракции гуминовых кислот обусловлено накоплением в торфяной залежи валового кальция.

Таблица 23 Фракционный состав гуминовых кислот в исследуемом торфянике, % от $C_{\text{общ}}$

Глубина, см	Вид торфа	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты				Сумма ГК/сумма ФК
		1	2	3	Сумма	1а	1+2	3	Сумма	
0-10	древесный	5,94	14,49	18,39	38,82	4,97	11,12	2,97	19,06	2,04
10-20	древесный	7,03	19,42	20,04	46,49	3,75	14,78	2,95	21,48	2,16
30-40	древесный	8,75	17,97	28,59	42,31	3,05	10,12	3,8	16,97	2,49
50-60	древесный	8,96	17,26	28,26	54,48	1,6	7,59	5,05	14,24	3,83
70-80	древесный	9,4	16,74	26,3	52,45	1,58	10,47	0,36	12,41	4,23
90-100	древесный	8,6	15,83	26,49	50,91	1,82	7,46	8,78	18,07	2,82
100-125	древесный	8,69	16,55	25,92	51,16	2,02	10,83	4,38	17,23	2,97
125-140	древесный	8,68	20,23	16,61	45,52	4,37	10,25	6,34	20,96	2,17

Примечание: ГК – гуминовые кислоты; ФК – фульвокислоты.

Таким образом, особенности химического состава растений-торфообразователей являются основным фактором в формировании фракционного состава ОВ торфяного профиля. Другим важным фактором, определяющим процесс трансформации ОВ во времени, являются подстилающие породы. В исследуемом торфянике, подстилаемом породами лёгкого механического состава, сложились благоприятные окислительно-восстановительные условия для протекания процессов гумификации, и образовался гуматный тип гумуса, устойчивый к биохимическому разложению, о чём свидетельствуют высокие значения отношения $C_{\text{гк}}/C_{\text{фк}}$ (2,04-4,23).

В остаточной торфяной залежи содержание общего азота изменяется в пределах 0,63-2,76% от а. с. в. (табл. 24), равномерно снижаясь с глубиной. Органический азот представлен преимущественно фракцией негидролизующего азота (70-87% от $N_{\text{общ}}$), при этом относительная величина негидролизующего остатка мало изменяется по торфяному профилю.

Содержание трудногидролизующего азота в торфянике изменяется от 1,51 до 8,49% , а легкогидролизующего от 6,88 до 19,90% от $N_{\text{общ}}$. Содержание минерального азота невелико, и его пределы составляют 0,59-2,58% от $N_{\text{общ}}$. Таким образом, генетические условия торфяника (более лёгкое сложение, хорошая дренируемость) и его рекультивация обуславливают оптимальный водно-воздушный режим для более активного накопления легкогидролизующей и минеральной фракций азота.

Рассмотрим гидрологические особенности объекта. Мелиоративное состояние массива характеризуется прежде всего неравномерностью осушения. В связи с подъемом уровня воды в р. Томи в период весеннего по-

ловодья и слабым уклоном русла р. Черной, отмечается подпор воды в осушительной сети и, как следствие, подтопление карт 1, 2, 12, 20, 21, 24 (рис. 33), расположенных в восточной и южной частях участка, с которых вода с поверхности сходит лишь в конце июня - середине июля.

Таблица 24 Фракционный состав азота исследуемого торфяника

Глубина, см	Ботанический состав	Нобщ, %	мг/100 г а.с.в.			% от N общ			Nно, %
			Nмин	Nлг	Nтг	Nмин	Nлг	Nтг	
0-10	древесный	2,223	31,99	153,03	94,08	1,44	6,88	4,23	87,45
10_20	древесный	2,038	35,12	275,34	47,04	1,72	13,51	2,31	82,46
30-40	древесный	2,408	18,19	245,23	103,49	0,76	10,18	4,29	84,77
50-60	древесный	2,033	11,92	216,98	172,51	0,59	10,67	8,49	80,25
70-80	древесный	2,072	38,89	177,49	69,00	1,88	8,57	3,33	86,22
90-100	древесный	1,854	35,43	250,50	27,98	1,91	13,51	1,51	83,04
100-125	древесный	1,904	25,09	144,26	69,00	1,32	7,58	3,62	87,48
125-140	древесный	0,896	23,15	178,67	62,33	2,58	19,90	6,96	70,56

Примечание: а.с.в. – абсолютно сухое вещество, Нобщ – общий азот, Nмин – минеральный азот, Nлг – легкогидролизуемый азот, Nтг – трудногидролизуемый азот, Nно – негидролизуемый азот

Кроме того, вследствие плохой планировки поверхности на всем участке имеется много понижений, заполненных водой в течение всего вегетационного периода. На прилегающих территориях формируется постоянно-избыточное и длительно-избыточное увлажнение. Это приводит к угнетению сеяных трав и появлению болотной растительности. На повышенных элементах рельефа в центральной и северной частях участка травы испытывают недостаток увлажнения (карты 5, 4, 9, 10, 14 на рис. 32). В угнетенном состоянии находится растительность на участках, где торфяной слой отсутствует, и на поверхность выходят песчаные подстилающие породы.

Для проведения опыта был выбран участок с довольно однородными условиями по мощности остаточного слоя торфа, выравниванию поверхности, ботаническому составу торфа.

Целью исследований являлось изучение динамики водно-воздушного режима, динамики питательных элементов, агрохимических характеристик торфяного слоя, химического состава дренажного стока, биологической активности и урожайности многолетних трав.

Влажность почвы определялась термостатновесовым методом согласно ГОСТ 19723-74. Образцы отбирались по слоям 0-5; 5-10; 10-20;...; 0-100 см по фазам развития растений и после укосов (8 сроков отбора).

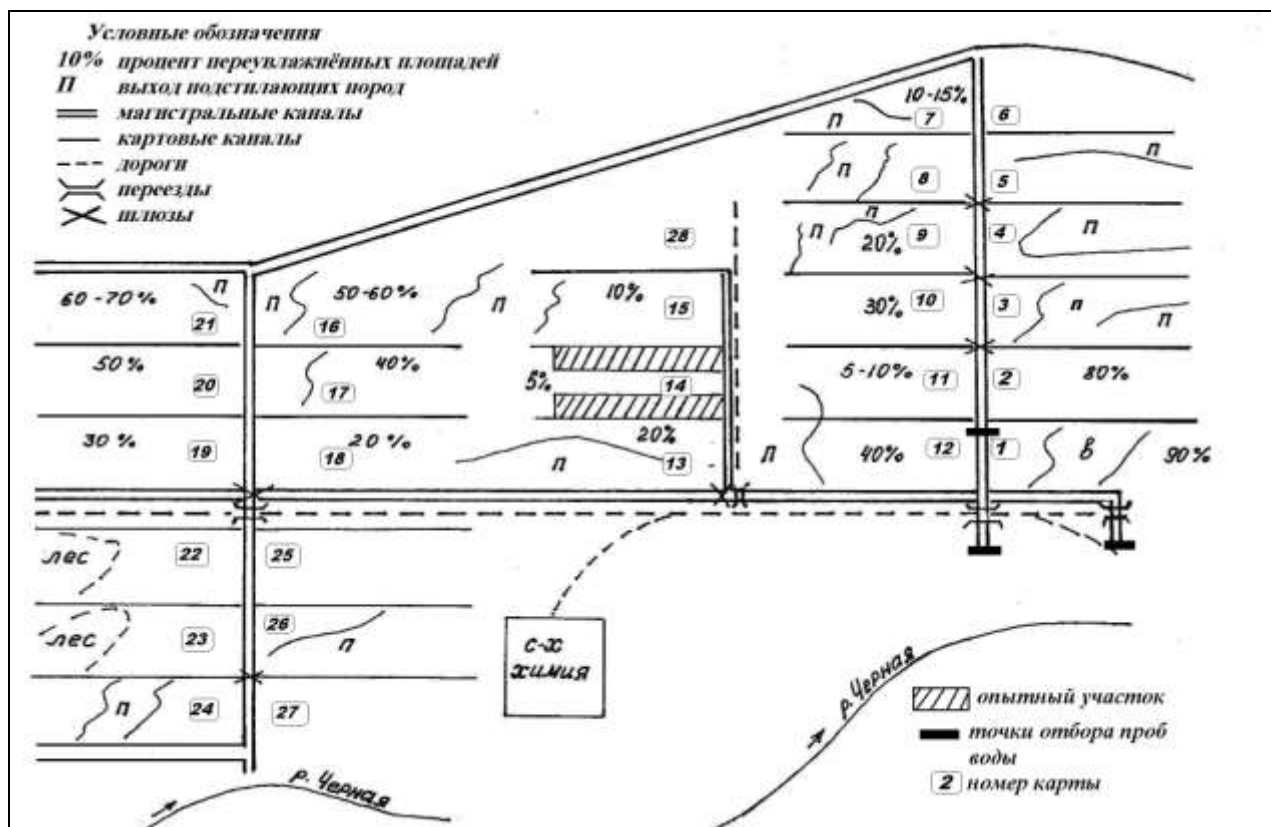


Рис. 33 Мелиоративное состояние участка исследований, 1986

Объемный вес был определен методом объемного кольца АМ-7, удельный вес – пикнометрическим методом.

В сырых образцах в лаборатории общих анализов СибНИИТ определялись: аммонийный азот (ГОСТ 26489–85); нитратный азот (ГОСТ 26488–85); подвижный фосфор и обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26207–84); водорастворимый углерод по Тюрину (Аринушкина, 1970); рН сол (ГОСТ 26483–85).

Отбор образцов для определения динамики питательных элементов производился одновременно с отбором проб на влажность по слоям: 0-20; 20-40; 40-60; 60-80; 80-100 см.

Анализ функциональных групп микроорганизмов (аммонификаторы, нитрификаторы, олигонитрофилы, денитрификаторы, грибы и микроорганизмы, растущие на крахмало-аммиачном агаре), разложение клетчатки определялись по методикам Института микробиологии АН РАН интенсивность дыхания почвы – по Б.Н. Макарову (1957). Отбор проб на микробиологический анализ производился параллельно с отбором проб на химический анализ.

В течение вегетационного периода два раза в месяц отбирались дренажные воды на общий химический анализ в осушительных и магистральных каналах. Анализ выполнялся лабораторией Томского филиала «Союзгипроводхоз» по методикам (Резников и др., 1970). На магистральных ка-

налах были оборудованы гидрометрические створы. В весенний период расходы воды замерялись вертушкой ГР-21, в летне-осенний период – по плавками.

Урожай учитывали методом сплошного скашивания в фазу колошения трав на всех вариантах и повторностях опыта. Результаты опыта были обработаны вариационно-статистическим и дисперсионным методами (Доспехов, 1973).

Функционирование выработанной торфяно-болотной экосистемы

Рассмотрим динамику почвенных режимов на примере исследований в 1986 году, характеризующемся как средний по условиям влагообеспеченности и холодный по теплообеспеченности, а также в 1987 году – влажном по влагообеспеченности и среднем по теплообеспеченности.

Погодные условия. Устойчивый осенний переход температуры воздуха через 10 °С был отмечен 4 сентября 1985 г., через 5 °С – 6 октября и через 0 °С – 25 октября. Период с отрицательными температурами продолжался 170 дней. Зима 1985-1986 гг. была снежной и теплой. Средняя температура воздуха за период 10.85-04.86 гг. составила – 9,1 °С (обеспеченность 26,3 %). Сумма выпавших осадков за этот период была равна 271,8 мм (табл. 25).

Зима 1986 - 1987 г.г. характеризовалась резкими перепадами температур. Сумма выпавших осадков за зимний период составила 186 мм, что

Таблица 25 Погодные условия, ГМС г. Томска, 1985-1987 гг.

Период	октябрь-апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
температура воздуха, °С / % обеспеченности						
1985 -1986	<u>-9,1</u> 26,3	<u>8,1</u> 65,2	<u>13,9</u> 84,0	<u>19,6</u> 22,6	<u>14,7</u> 54,0	<u>9,2</u> 50,0
1986 -1987	<u>-13,1</u> 69,5	<u>11,0</u> 8,5	<u>13,1</u> 95,3	<u>19,2</u> 47,2	<u>17,6</u> 21,1	<u>7,0</u> 97,7
норма	-10,1	8,6	15,8	18,8	14,9	9,2
осадки, мм / % обеспеченности						
1985 -1986	<u>271,8</u> 10,0	<u>37,0</u> 63,1	<u>51,0</u> 57,6	<u>41,7</u> 85,0	<u>123,1</u> 10,3	<u>21,8</u> 86,6
1986 -1987	<u>186,0</u> 89	<u>36,6</u> 62,8	<u>113,6</u> 6,2	<u>107,3</u> 16,5	<u>92,2</u> 29,1	<u>108,4</u> 2,8
норма	209,0	43,8	58,0	68,8	71,6	47,2

на 23 мм меньше нормы. Средняя температура воздуха за период с октября 1986 по апрель 1987 годов была равна - 13,1°С. Устойчивый весенний переход через 0°С был отмечен 10 апреля, через 5°С – 30 апреля, 10°С – 10 мая.

Запасы воды в снеге на 3 апреля 1986 г. на объекте составили 94,8 мм при средней плотности снега 0,18 г/см³ и средней высоте 53,5 см. Сход снега отмечен 21-22 апреля. Устойчивый весенний переход температуры воздуха через 0 °С отмечен 14 апреля, через 5 °С – 9 мая и через 10 °С – 17 мая. В 1987 году запасы воды в снеге на 10 марта на объекте были определены в 153 мм при средней плотности снега 0,22 г/см³ и средней высоте 70 см. Сход снега отмечен, как и в 1986 году, 21 апреля.

Распределение осадков в течение вегетационного периода отличалось крайней неравномерностью. Наибольшее количество атмосферных осадков в 1986 году выпало в августе – 123,1 мм (обеспеченность 10,3 %), что на 51,5 мм больше нормы, а в 1987 году в июне – 113,6 мм, что на 55 мм больше нормы. В период активной вегетации многолетних трав (июнь-июль) в 1986 году наблюдался недостаток увлажнения почвы, т.к. в этот период выпало 92,7 мм осадков, при норме 128,6, а в 1987 году отмечался избыток влаги в почве. Выпало за это время 221,1 мм осадков при норме 126,8 мм.

По условиям теплообеспеченности самым жарким оказался июнь – среднемесячная температура 19,6 °С (обеспеченность 22,6 %). Май, август и сентябрь были близки к среднегодовым условиям. В 1987 году самыми жаркими были июль и август – при среднемесячной температуре 19,2 °С и 17,6 °С соответственно.

Продолжительность вегетационного периода составила в 1986 году 154 дня, сумма эффективных температур воздуха была равна 1815,4°С, а в 1987 году соответственно, 164 дня и 1678°С.

Водный и агрохимический режим. В начале вегетации 1986 г. влажность в торфяной залежи поддерживалась в пределах, оптимальных для произрастания многолетних трав. В первой декаде июня отмечается стабильное увеличение запасов влаги во всем торфяном профиле, что объясняется подъемом уровня грунтовых вод (рис. 34). В период активной вегетации (с 20 июня по 20 августа) запасы влаги в метровой толще торфа снижались до влажности разрыва капилляров (0,5 ПВ), и только в третьей декаде августа вновь увеличились до оптимальных, вследствие выпадения обильных осадков. Таким образом, рост и развитие многолетних трав происходит в условиях дефицита влаги.

При сложившихся погодных условиях 1987 года водно-воздушный режим отличался следующими особенностями: уровень грунтовых вод не поднимался в среднем выше 52 см, (экстремальные значения 68-113см), в мае он находился на глубине 70-90 см., а в июне опускался до 113 см. Если мощность корнеобитаемого слоя принять за 30 см, то становится ясно, что обеспечение трав влагой происходило за счёт атмосферных осадков. В связи с равномерным и обильным выпадени-

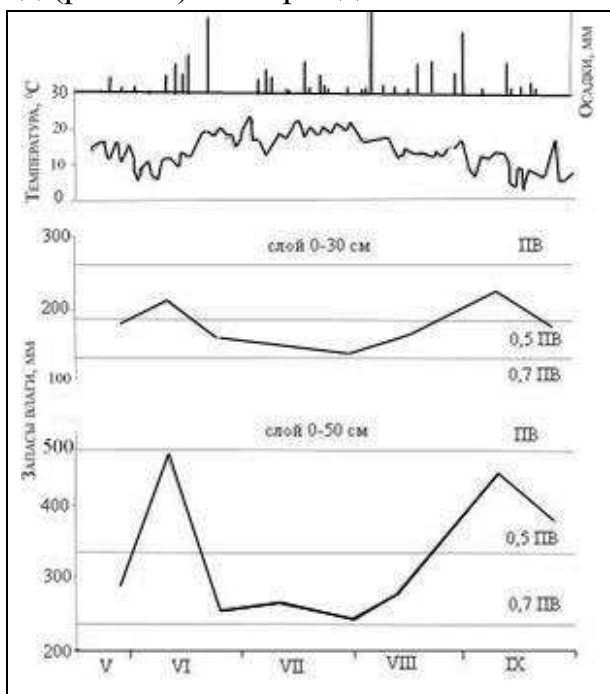


Рис. 34 Динамика запасов влаги

ем осадков запасы влаги в слое 0-30 и 0-50 см были довольно постоянны и близки к значению 0,7 ПВ. Таким образом, рост и развитие многолетних трав за вегетационный период 1987 года происходили в условиях оптимального увлажнения.

В течение вегетационного периода под влиянием различных факторов содержание элементов питания в торфяной залежи постоянно изменялось. Ниже динамика питательных элементов рассматривается на трех, наиболее различающихся вариантах: на контроле, на варианте с минимальным количеством удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и на варианте с максимальной дозой удобрений ($N_{120}P_{60}K_{120}$).

Результаты исследований динамики элементов азотного питания показывают, что для рассматриваемых вегетационных периодов характерно преобладание аммонийных соединений, как без удобрений, так и при внесении аммиачной селитры.

Содержание аммонийного азота не зависит от количества и сроков внесения азотных удобрений. Так, среднее содержание $N-NH_4$ за вегетационный период 1986 года в слое 0-20 см на контрольном и удобренном вариантах колеблется в пределах 10,0-11,3 мг на 100 г почвы (табл. 26). Следует отметить, что образование аммонийного азота определяется условиями увлажненности почвы.

Как известно (Уланов, 1985; Фёдоров, 1980; Хан и др., 1980), для процесса нитрификации необходимо оптимальное сочетание гидротермических условий. В 1986 году на выработанном торфянике, характеризующемся неудовлетворительными температурными условиями и недостаточным увлажнением в период активной вегетации, количество нитратов в слое 0-20 см изменялось в незначительных пределах: 0,5-5,3 мг на 100 г почвы. Некоторые авторы (Леуто, Бойко, 1979; Фёдоров, 1980) считают, что уменьшение или отсутствие $N-NO_3$ в торфяной залежи в период активной вегетации объясняется использованием азота нитратов многолетними травами. Поэтому даже при внесении азотных удобрений содержание $N-NO_3$ увеличивалось в пахотном слое в среднем за вегетационный период только на 4,4 мг на 100 г почвы.

Как выше уже отмечалось, в отличие от 1986 года, 1987-ой характеризовался как влажный и сравнительно теплый. В профиле торфяной залежи отмечались оптимальные гидротермические условия, что оказало влияние на накопление элементов питания в торфе. Количество нитратов в слое 0-20 см на контрольном варианте изменялось в пределах 0,25-5,1 мг на 100 г почвы. Наибольшее их содержание отмечалось в мае и августе, когда потребление элементов питания было ограничено, т.к. в мае только началось отрастание трав, а в августе – травы были скошены. На удобренных вариантах минимум содержания нитратов был отмечен в конце июня (период активного роста трав), максимум – в начале июля (соответственно 4,8 и 22,5 мг на 100г почвы).

Таблица 26 Содержание некоторых элементов в слое 0-20 см в мг на 100 г почвы

Годы	Варианты опыта	Элементы	Пределы изменений	Средние значения
1986	Контроль	N-NO ₃	0,5 - 5,3	1,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		0,7 - 11,6	4,4
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		0,0 - 8,9	2,6
	Контроль	N-NH ₄	6,7 - 15,6	10,7
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		2,3 - 16,0	11,3
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		3,3 - 14,9	10,0
	Контроль	P ₂ O ₅	6,6 - 74,8	30,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		24,9 - 93,8	56,4
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		27,4 - 94,3	60,3
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	K ₂ O	98,2 - 269,2	137,8
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		10,8 - 96,8	46,0
	Контроль	Fe ²⁺	11,1 - 156,4	71,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	25,3 - 366,4		107,6	
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	23,1 - 669,6		166,4	
Контроль	Fe ³⁺	0,0 - 195,8	139,8	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		13,6 - 235,8	133,4	
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		0,0 - 266,3	144,2	
1987	Контроль	N-NO ₃	0,25 - 5,1	1,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		0,0 - 24,6	13,7
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		0,0 - 22,5	5,5
	Контроль	N-NH ₄	18,0 - 145,3	46,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		5,4 - 100,2	127,8
	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		1,2 - 79,5	21,0
	Контроль	P ₂ O ₅	5,8 - 121,4	56,1
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀		14,0 - 374,2	170,8
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	28,6 - 138,9		85,3	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	K ₂ O	28,5 - 104,1	72,7	
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀		0,0 - 104,0	34,7	

В 1987 году содержание аммонийного азота в слое 0-20 см в контрольном варианте значительно превышало нитратный азот, что свидетельствует о высокой обеспеченности многолетних трав азотным питанием на этом варианте. Внесение удобрений вызвало снижение содержания аммонийного азота. Возможно, это происходило вследствие усиления активности процесса нитрификации и активного использования подвижных соединений азота растущими многолетними травами.

Преимущественно аммонийный тип питания в рассматриваемых торфяниках свидетельствует о преобладании процесса аммонификации над нитрификацией, что довольно характерно для оставшейся залежи выработанных торфяников (Леуто, Бойко, 1979; Хан и др., 1980).

Одним из показателей плодородия почвы является содержание в ней минерального азота, который представляет собой суммарное выражение интенсивности процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации и иммобилизации азота. Градации обеспеченности торфяников минеральным азотом нет, однако, в работе Т.П. Славниной (1974) указывается, что содержание в сумме 10-15 мг на 100 г почвы минерального азота должно «удовлетворять самые высокие потребности растений в азотной

пище». В целом, изучаемый торфяник обеспечен минеральным азотом преимущественно за счет его аммонийных соединений.

На удобренных делянках в начале вегетации содержание минерального азота в слое 0-20 см в 2-2,5 раза выше, чем на контроле, что способствовало формированию более сбалансированного пищевого режима многолетних трав.

Подвижные соединения фосфора. Общее количество подвижных фосфатов в слое 0-20 см на всех вариантах колеблется в широких пределах: от 6,0 до 94,0 мг на 100 г почвы. Обеспеченность характеризуется соответственно от низкой до очень высокой.

К первой декаде июля 1986 года отмечается снижение содержания подвижного фосфора до 6-27 мг на 100 г почвы, что связано как с потреблением его соединений растениями, так и с недостаточным увлажнением этого слоя на данный период. Второй минимум отмечается в августе, что объясняется активной вегетацией трав после первого укоса. К осени количество фосфатов увеличивается.

Несмотря на то, что количество подвижных фосфатов, вносимых с удобрениями, на всех вариантах одинаково, его содержание на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ выше, что свидетельствует о более интенсивной минерализации органического вещества торфа при более высокой дозе внесения азота и калия.

В течение вегетационного периода 1987 года при достаточном увлажнении торфяника по всем вариантам отмечалось высокое содержание подвижного фосфора, причём, наибольшее содержание его отмечалось на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Как известно (Иванов, 1962 и др.), содержание подвижных фосфатов находится в зависимости от количества Fe^{2+} и Fe^{3+} , причём, с двухвалентным железом образуются подвижные фосфаты железа, а с трехвалентным – труднорастворимые. Так, количество доступного для растения фосфора прямо пропорционально содержанию подвижного Fe^{2+} (рис. 35). Кривая связи P_2O_5 с Fe^{2+} на контроле описывается

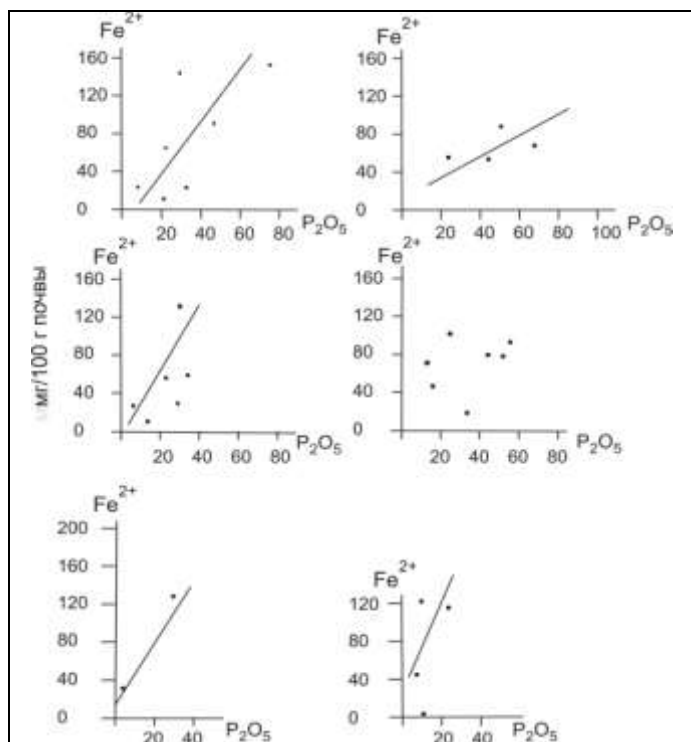


Рис. 35 Графики связи $P_2O_5 = f(Fe^{2+})$, мг/100 почвы

линейной зависимостью. Внесение удобрений несколько изменяет характер связи.

Подвижные соединения калия. При освоении выработанных торфяников особое значение в повышении урожайности многолетних трав принадлежит калийным удобрениям. Содержание обменного калия увеличивается при внесении удобрений от 11,0 до 133,0 мг на 100 г почвы, обеспеченность – соответственно от низкой до очень высокой.

Из вышеизложенного следует, что внесение на выработанный торфяник минеральных удобрений способствует увеличению его эффективного плодородия, т.е. увеличивается обеспеченность элементами питания растений.

Динамика биологической активности. В весенний период 1986 года в условиях низкой температуры и сравнительно высокой влажности интенсивно развивались в основном аммонификаторы и олигонитрофилы. Наиболее многочисленной была их ассоциация по всем вариантам в верхних горизонтах торфяной залежи (табл. 27).

Таблица 27 Динамика численности микроорганизмов в слое 0-20 см в 1986-1987 годах, млн/г с.п.

Варианты опыта	Дата анализа											
	27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X
1986 г.												
	аммонификаторы на МПА				микроорганизмы на КАА				олигонитрофилы			
I	6,6	7,3	1,8	1,6	4,8	6,0	5,4	0,3	7,6	16,9	1,8	1,4
II	10,5	35,4	4,9	2,2	2,2	12,5	4,0	1,1	9,0	19,0	1,4	0,3
III	5,1	17,8	4,9	0,2	1,8	13,6	1,2	0,2	6,1	8,0	1,2	0,4
	нитрификаторы				денитрификаторы				грибы			
I	-	-	0,40	-	0,05	0,09	13,50	4,36	-	0,60	0,21	0,10
II	0,08	0,35	0,28	-	0,26	4,25	10,80	11,20	-	0,11	0,40	0,16
III	0,48	1,07	-	-	0,46	1,86	9,90	3,76	-	0,26	0,04	0,02
1987 г.												
Варианты опыта	20 V	24 VI	21 VII	9 IX	20 V	24 VI	21 VII	9 IX	20 V	24 VI	21 VII	9 IX
	аммонификаторы на МПА				микроорганизмы на КАА				олигонитрофилы			
I	0.6	66.0	45.5	11.9	0.3	50.3	35.0	17.8	0.3	18.8	28.0	17.8
II	0.2	39.7	42.2	15.0	0.9	10.8	52.8	18.9	0.3	20.9	42.2	18.9
III	2.2	66.5	177	14.2	1.8	49.0	136.8	10.1	0.6	38.5	182.4	16.1
	нитрификаторы				денитрификаторы				грибы			
I	-	0	0,07	0,12	0,01	0,10	0,10	0,44	-	-	-	-
II	-	0,14	0,28	0,23	0,05	0,05	0,40	0,25	-	-	-	-
III	-	0,35	0,46	0,04	0,49	0,10	0,72	0,09	-	-	-	-

Примечание: I – контроль, II – N₆₀P₆₀K₆₀, III – N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, «-» — не определяли

Внесение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ стимулировало развитие аммонификаторов, олигонитрофилов и микроорганизмов, усваивающих минеральный азот. Нитрификаторы, денитрификаторы, грибы были даже более многочисленны на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$. Есть основания предполагать, что ранней весной в минерализации органического вещества торфа участвуют в большей степени аммонификаторы и олигонитрофилы.

В летний период после первого укоса многолетних трав на контрольном варианте численность аммонификаторов, олигонитрофилов, микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, грибов возросла в 1,5-2 раза. Причем, самой многочисленной была ассоциация олигонитрофилов. Нитрификаторы в торфе не были обнаружены. В активизации микрофлоры в летний период большое влияние оказывают удобрения.

В варианте с $N_{60}P_{60}K_{60}$ количество аммонификаторов возросло в 3 раза, олигонитрофилов – в 2 раза, микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота – в 5,5 раз, нитрификаторов – в 4 раза, денитрификаторов – в 16 раз.

В варианте с $N_{120}P_{60}K_{120}$ численность всех микробных ассоциаций также резко возросла, а микроорганизмы, усваивающие минеральный азот, нитрификаторы и грибы были многочисленнее, чем в варианте с $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Важно также отметить, что в летний период при влажности торфяного слоя ниже оптимальной и благоприятном температурном режиме отмечается увеличение биологической активности (рис. 36).

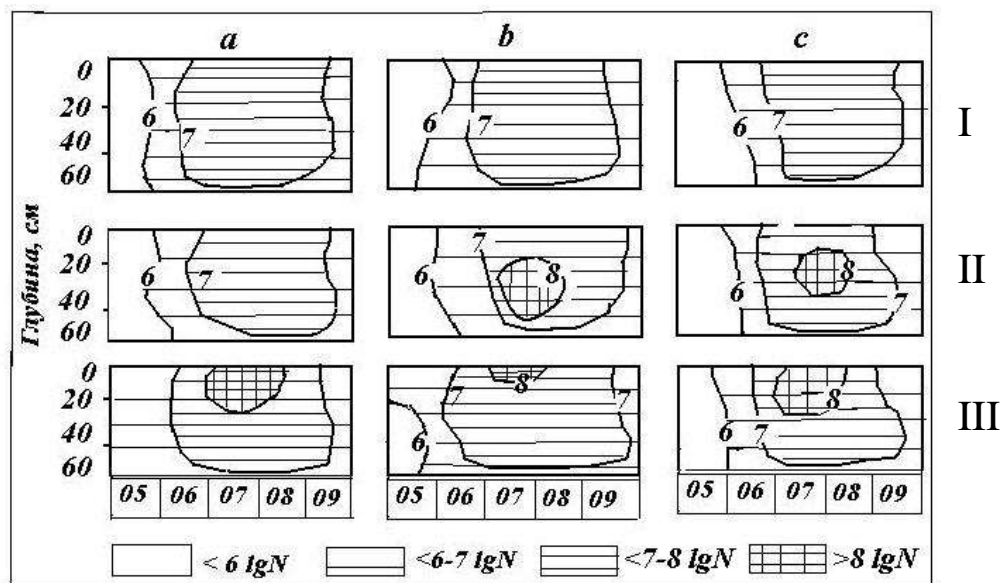


Рис. 36 Численность микроорганизмов: аммонификаторы (а); микроорганизмы, растущие на КАА (b); олигонитрилы (с). N – число микроорганизмов. Варианты: I - контроль, II – $N_{60}P_{60}K_{60}$, III – $N_{120}P_{60}K_{120}$

Весной 1987 года в условиях низкой температуры и сравнительно высокой влажности торфа отмечалась слабая микробиологическая активность. В этот период в торфе развивались в основном аммонификаторы,

микроорганизмы, растущие на КАА и олигонитрофилы. Численность денитрификаторов и грибов была незначительной. Нитрификаторы не были обнаружены, вероятно, в силу их очень слабой активности.

Внесение минеральных удобрений стимулировало развитие микрофлоры в разной степени. Наиболее эффективной была доза $N_{120}P_{60}K_{120}$, доза $N_{60}P_{60}K_{60}$ существенного влияния не оказала. В летние месяцы в период активного роста многолетних трав, оптимального температурного режима численность микроорганизмов по всем вариантам резко возросла в верхнем горизонте торфяного профиля и распространилась до глубины 60 см.

Активность проявили все физиологические группы, в том числе и нитрификаторы. Нитрификаторы в контрольном варианте активизировались в июле, а в вариантах с минеральными удобрениями в июне. Пик микробиологической активности приходился на июль. Численность всех микроорганизмов была самой высокой по варианту $N_{120}P_{60}K_{120}$: аммонификаторов и микроорганизмов, растущих на КАА было в 4 раза, олигонитрофилов и нитрификаторов в 6 раз, а денитрификаторов в 7 раз больше, чем в торфяном профиле без удобрений. По варианту $N_{60}P_{60}K_{60}$ численность большинства физиологических групп микроорганизмов была на уровне контрольного варианта. Исключение составляли нитрификаторы и денитрификаторы, количество которых было примерно в 2 раза больше. В сентябре численность микроорганизмов по всем вариантам резко сократилась.

Таким образом, исследования показали, что активность микрофлоры в торфянике в наибольшей степени определяется гидротермическим режимом. Активно стимулирует развитие микрофлоры полное минеральное удобрение в дозе $N_{120}P_{60}K_{120}$

Интенсивность выделения торфяником углекислоты можно рассмат-

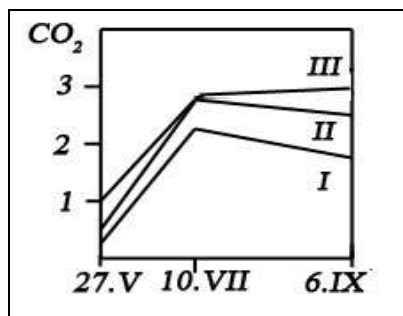


Рис. 37 Влияние минеральных удобрений на динамику выделения CO_2 торфом, кг/га. Варианты: I - контроль, II - $N_{60}P_{60}K_{60}$, III - $N_{120}P_{60}K_{120}$.

ривать как суммарную характеристику ее биологической активности. Ряд исследователей (Звягинцев, 1976; Переверзев и др., 1970; Матулене, 1975) считают, что сезонная динамика “дыхания” почвы является одним из наиболее достоверных показателей ее биологической активности. Наши исследования показали, что самая низкая интенсивность выделения CO_2 приходится на май, самая высокая – на июль (рис. 37).

В сентябре на контроле и на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ наблюдалось некоторое снижение интенсивности почвенного дыхания. По этим вариантам отмечена корреляционная связь интенсивности почвенного дыхания с общей численностью микроорганизмов. И только денитрификаторы продолжали интенсивно развиваться.

Отмеченные выше закономерности характерны и для целлюлозоразрушающих организмов, об активности которых можно судить по степени разложения льняной ткани (табл. 28). Быстрее всего ткань разлагалась в верхних горизонтах (0-20, 20-40 см). В нижних слоях ее разложение было крайне слабым. В период с 10 июня по 25 июля разложение целлюлозы в слое 0-20 см составляло по вариантам: контроль – 33,2%, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 25,5%, $N_{120}P_{60}K_{120}$ – 36,1%. В другие сроки – с 26 июля по 8 сентября и с 9 сентября по 14 октября наибольшая убыль в весе ткани отмечена в вариантах с минеральными удобрениями. Причем самая высокая целлюлолитическая активность отмечена в период с 26 июля по 8 сентября на всех вариантах опыта (рис. 38).

Таблица 28 Скорость разложения целлюлозы в разных горизонтах выработанного торфяника

Варианты опыта	Глубина слоя, см	Разложение льняной ткани, %		
		10.VI по 25.VII	25.VII по 8.IX	8.IX по 4.X
Контроль	0-20	33,2	18,0	10,0
	20-40	21,1	14,6	15,5
	40-60	6,0	4,8	14,3
	60-80	0	3,6	5,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	25,5	42,0	17,9
	20-40	8,1	20,7	8,7
	40-60	6,1	2,4	2,6
	60-80	4,3	2,1	2,0
$N_{120}P_{60}K_{120}$	0-20	36,1	55,1	21,8
	20-40	12,9	42,8	18,0
	40-60	7,3	11,2	8,0
	60-80	0,9	6,4	5,5

Проведённые исследования показали, что в остаточном слое торфа на протяжении всего вегетационного периода в микрофлоре преобладали микробные ассоциации, участвующие в процессе аммонификации. Нитрификация явно сдерживалась даже при благоприятном гидротермическом режиме. Можно предположить, что основным сдерживающим фактором в данном случае является высокое содержание в торфе закисного железа. Неблагоприятный температурный режим в исследуемом торфянике наблюдался лишь в мае и сентябре-октябре.

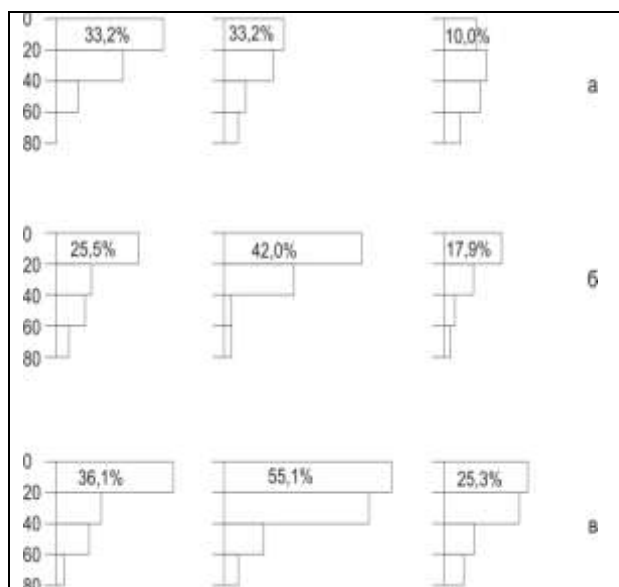


Рис. 38 Влияние минеральных удобрений на целлюлозоразрушающую активность выработанных торфяников. Варианты: а – контроль, б – $N_{60}P_{60}K_{60}$, в – $N_{120}P_{60}K_{120}$. Сроки выдерживания льняной ткани: I – с 10 июня 25 июля, II – с 25 июля по 8 сентября, III – с 8 сентября по 14 октября

Следовательно, минерализация органического вещества на данном этапе освоения выработанного торфяника при наблюдаемом водно-воздушном режиме (повышенная влажность весной и осенью и дефицит влаги летом) идет медленно. Об этом же свидетельствует и тот факт, что коэффициент минерализации (КАА/МПА – отношение микроорганизмов, растущих на КАА, к количеству микроорганизмов, растущих на МПА) по всем вариантам опыта на про-

дольше не проводился.

тяжении всего вегетационного периода постоянно был близок к 1. Последнее свидетельствует также о равномерности процессов минерализации и гумификации. Наибольшей активностью, а значит и приспособленностью к сложившимся условиям, характеризовались аммонифицирующие микроорганизмы, осуществляющие первый этап минерализации – аммонификацию. Минеральные удобрения способствовали усилению этого процесса. Нитрификация как бы выключалась из процесса естественным путем. Это имеет свою положительную сторону: исключается нежелательная в процессе минерализации потеря азота органического вещества в процессе нитрификации. Аммонийный азот в силу большой поглотительной способности торфа задерживается в залежи, накапливается и является основной формой азотного питания растений.

Химический состав дренажных вод

Изучение химического состава дренажных вод позволяет оценить направленность почвообразовательных процессов и определить вынос химических элементов со стоком. Дренажные воды исследуемого объекта гидрокарбонатно-кальциевые, слабощелочные и щелочные, средне- и сильноминерализованные, содержат значительные количества органических и минеральных веществ и по химическому составу практически не отличаются от вод р. Черная (табл. 29), которая вытекает из болот.

Механизм формирования состава дренажных вод определяется инфильтрацией атмосферных осадков и гидравлической связью с речными водами, а в теплый период года существенным или даже основным фактором формирования становится усиление активности биологических процессов в торфяной залежи торфяника.

Минерализация дренажных вод увеличивается от весны к осени. Это обусловлено тем, что в ранневесенний период существует сквозная нисходящая инфильтрация слабоминерализованных талых вод через зону аэрации и разбавление ими речных вод. Содержание водорастворимых минеральных и органических веществ по величине сухого остатка изменяется от 108 до 320 мг/л. При этом, сухой остаток в среднем за период исследования на 50,0-63,9% состоит из органических веществ. В химическом составе дренажных вод преобладают соединения бикарбонатов кальция и магния, что подтверждается высокими значениями рН. Катионный состав вод представлен в основном ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , что обусловлено подпитыванием речными и грунтовыми водами.

Водорастворимое железо в стоке представлено окисной и закисной формами. Содержание Fe^{3+} в осушительных каналах колеблется от 0 до 6 мг/л, Fe^{2+} - от 0,0 до 4 мг/л. Азот в дренажном стоке представлен нитратными и аммонийными соединениями.

Количество нитритного азота незначительно, чаще всего “следы”. Пик в содержании NO_3^- приходится на ранневесенний период – 4,5 мг/л в

первом осушительном канале. Однако в большей степени выносу подвергаются аммонийные соединения азота. Преобладание аммонийного азота в дренажном стоке свидетельствует о преобразовании азотсодержащих органических веществ в торфяной залежи на стадии аммонификации.

Таблица 29 Химический состав дренажных вод, мг/л

Показатели	Место отбора				
	1 осушительн канал	2 осушительн. канал	1 магистрал. канал	2 магистрал. канал	р. Черная
Na ⁺	<u>1,6-17,2</u> 8,2	<u>2,8-25,6</u> 11,7	<u>0,7-17,2</u> 8,5	<u>4,6-18,4</u> 11,2	<u>1,6-22,8</u> 9,9
K ⁺	<u>1,0-11,6</u> 3,3	<u>1,3-5,8</u> 1,9	<u>1,3-6,4</u> 2,8	<u>1,0-4,5</u> 2,4	<u>1,5-5,1</u> 2,2
NH ₄ ⁺	<u>4,5-12,0</u> 7,5	<u>1,5-9,0</u> 5,6	<u>4,5-9,0</u> 6,2	<u>4,5-6,0</u> 5,7	<u>1,0-9,0</u> 5,3
Ca ²⁺	<u>42,0-56,0</u> 49,1	<u>54,0-76,0</u> 59,7	<u>30,0-60,0</u> 52,2	<u>28,0-66,0</u> 52,0	<u>24,0-66,0</u> 51,7
Mg ²⁺	<u>0,0-8,5</u> 3,7	<u>2,4-17,0</u> 6,1	<u>0,0-14,6</u> 6,1	<u>0,0-4,9</u> 2,9	<u>3,6-15,8</u> 10,1
Fe ³⁺	<u>0,0-3,0</u> 1,0	<u>0,0-6,0</u> 1,6	<u>0,0-2,0</u> 0,6	<u>0,0-1,0</u> 0,2	<u>0,0-1,5</u> 0,7
Fe ²⁺	<u>0,7-4,0</u> 0,8	<u>0,0-2,0</u> 0,8	<u>0,0-4,0</u> 1,3	<u>0,0-2,0</u> 0,6	<u>0,0-2,0</u> 0,9
Cl ⁻	<u>3,5-8,9</u> 6,3	<u>5,3-31,9</u> 10,9	<u>5,3-12,4</u> 7,8	<u>5,3-12,4</u> 7,4	<u>5,3-10,6</u> 7,6
SO ₄ ²⁻	<u>3,3-13,2</u> 6,4	<u>4,1-12,4</u> 8,2	<u>3,3-12,4</u> 7,6	<u>1,7-23,1</u> 13,4	<u>2,5-13,2</u> 6,1
NO ₃ ⁻	<u>0,0-4,5</u> 1,4	<u>0,0-1,0</u> 0,7	<u>0,0-2,8</u> 1,2	<u>0,0-1,0</u> 0,4	<u>1,0-2,8</u> 1,5
HCO ₃ ⁻	<u>183,0-244,0</u> 181,0	<u>207,4-341,6</u> 242,3	<u>122,0-268,4</u> 218,1	<u>97,6-244,0</u> 197,6	<u>109,8-292,8</u> 238,8
бихроматная окисляемость	<u>0,0-0,069</u> 0,027	<u>0,0-0,024</u> 0,008	<u>0,0-0,204</u> 0,032	<u>0,0-0,126</u> 0,083	<u>0,0-0,216</u> 0,040
перманганатная окисляемость	<u>2,40-6,59</u> 4,35	<u>2,40-6,96</u> 3,89	<u>3,00-7,44</u> 4,57	<u>2,80-7,51</u> 4,97	<u>4,38-9,60</u> 4,60
сухой остаток, г/л	<u>0,140-0,192</u> 0,165	<u>0,180-0,320</u> 0,205	<u>0,136-0,232</u> 0,184	<u>0,108-0,256</u> 0,193	<u>0,128-0,424</u> 0,251
плотный остаток, г/л	<u>0,040-0,076</u> 0,059	<u>0,032-0,160</u> 0,102	<u>0,024-0,160</u> 0,071	<u>0,044-0,164</u> 0,090	<u>0,016-0,152</u> 0,091
pH	<u>7,4-8,0</u> 7,7	<u>7,4-8,0</u> 7,5	<u>7,4-8,0</u> 7,6	<u>7,2-8,9</u> 7,7	<u>7,6-8,2</u> 7,9

Примечание. В числителе – пределы изменений, в знаменателе – среднее значение

Наибольшие концентрации K⁺ в стоке отмечаются весной и осенью, т.е. в периоды, когда активность потребления его растениями понижена. Фосфор в дренажных водах не обнаружен.

Как было отмечено выше, дренажные и речные воды в целом по составу не отличаются. Однако, в дренажных водах по сравнению с речными отмечается увеличение концентрации K⁺, NH₄⁺, SO₄²⁻. Повышенное содержание K⁺ обусловлено внесением удобрений. Увеличение NH₄⁺ и SO₄²⁻ указывает на усиление процесса минерализации органических веществ, содержащих азот и серу. Приведены данные о выносе питательных веществ с выработанного торфяника со стоком (Приложение 3). Необходимо также

отметить, что со стоком выносятся в больших количествах взвешенные вещества, которые приводят к заиливанию каналов и их последующему зарастанию.

Урожайность многолетних трав

Весеннее отрастание трав началось в конце первой декады мая. Ко второй декаде высота растений достигала 5-6 см. По мере увеличения среднесуточных температур скорость отрастания трав увеличилась. В мае она составляла 0,82-1,25 м в сутки на удобренных делянках и 0,5 см в сутки на контроле; в июне 2,48-2,90 см в сутки. Высота многолетних трав и первому укосу достигла 57-61 см на удобренных делянках и 47 см на контроле. Первый укос был проведен 1-3 июля. Скорость отрастания трав после первого укоса был меньше и составил 0,48-1,62 см в день в июле, а в августе лишь 0,05-0,45 см в день. Ко второму укосу, который состоялся 1-2 сентября, высота трав достигала 39-44 см. Оба укоса были проведены в фазу колошения.

Данные учета урожая показывают, что при внесении удобрений урожайность многолетних трав увеличивается. Так, прибавка сена на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ составила 38,6 ц/га. Наибольшая прибавка наблюдалась на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$ при урожае 93,1 ц/га сена (Приложение 4, табл. 1). Урожай первого укоса в 2,0-2,5 раза больше, чем урожай второго укоса. Необходимо отметить, что внесение микроудобрений не оказало существенного положительного влияния на повышение урожайности трав. В 1987 году июль и август были оптимальными для роста и развития растений. Высота трав по второму укосу была на контроле 68 см и 70 – 88 см на удобренных участках. Следовательно, урожай второго укоса был в 3-4 раза больше урожая первого укоса.

По данным химического анализа кормов, качество полученного сена хорошее. Причем, внесение удобрений практически не оказало влияния на химический состав и питательную ценность сена. Количество кормовых единиц соответственно по первому и второму укосам составило 0,32 и 0,40. По содержанию сырого протеина (9,6-17,5%) сено первого укоса можно отнести к первому классу; по содержанию каротина ко второму и третьему классу (13,0-26,0 г/кг); по содержанию клетчатки (24,4-28,1%) ко второму классу (Приложение 4, табл. 2-3).

Расчет экономической эффективности показал, что наибольший условно-чистый доход получен на варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$, наибольшая окупаемость на 1 рубль – на вариантах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Максимальная окупаемость урожаем одного килограмма действующего вещества отмечена на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ (Приложение 4, табл. 4).

3.3.2. Влияние мелиоративных параметров на почвенные режимы

Как известно, степень увлажнения торфяников оказывает существенное влияние на процесс минерализации органического вещества торфа (Бамбалов, 1984; Алексеева, Снегирёва, 1977; Скрынникова, 1961). Снижение влажности торфяной залежи увеличивает скорость минерализации органического вещества до 4-5 см в год. В Белоруссии (Скоропанов, Белковский, Брезгунов, 1976) при интенсивном иссушении выработанных и осушенных торфяников срок их сельскохозяйственного использования в результате биологической сработки торфа был сокращён до 10-20 лет.

В отношении рекультивированных торфяников вопрос оптимизации водного режима стоит особенно остро, так как согласно рекомендациям (Основные положения о рекультивации земель, 1977) экологически целесообразно оставлять слой торфа мощностью 0,5 м. Таким образом, при интенсивной минерализации органического вещества сработка торфяной залежи может наступить через 10 лет. Эти результаты получены для европейской территории. В условиях Западной Сибири таких исследований не проводилось.

Объекты и методы исследований. На торфяном месторождении «Таган» для исследования влияния мелиоративных параметров (осушение и мощность торфяной залежи) на почвенные режимы были выбраны следующие точки:

- 1) на участке неосушенного болота в естественной залежи (в дальнейшем «естественная точка»),
- 2) на рекультивированном участке с мощностью остаточного торфа 0,5 и 1,0 м (соответственно точки «0,5» и «1,0» без удобрений),
- 3) две точки «1,0 N₆₀» и «1,0 N₁₂₀» на делянках с дозами минеральных удобрений соответственно N₆₀P₆₀K₆₀ и N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ с мощностью торфа 1 м для изучения влияния интенсивности сельскохозяйственного использования.

Методы исследований аналогичны изложенным в главе 3.3.1. На всех точках торфяной слой представлен древесным и древесно-гравяным видом (Приложение 5). Торф хорошо разложившийся (40–60%) с зольностью 6–30% и рН равным 5,5-6,5.

Функционирование выработанной торфяно-болотной экосистемы при разном антропогенном воздействии. Влияние внешних факторов на водный и агрохимический режим рассмотрим на примере 1986 года, погодные условия которого были описаны выше. Согласно данным водно-физических свойств торфов на опытных точках в верхних горизонтах происходит процесс минерализации органического вещества, интенсивность которого определяется увлажнением, мощностью остаточного слоя торфа и активностью сельскохозяйственного использования (табл. 30).

Торф на «естественной точке» характеризуется низкими значениями объёмной массы в верхних слоях, большой влагоемкостью, низкой пороз-

ностью аэрации. При осушении происходит уплотнение торфяной залежи, уменьшение влагоёмкости торфа, увеличение порозности аэрации. Особенно отчётливо это проявляется на вариантах с более интенсивным сельскохозяйственным использованием на точках «1,0 N₆₀» и «1,0 N₁₂₀», где глубина этих изменений достигает 50–60 см.

Таблица 30 Водно-физические свойства остаточного торфяного слоя

Слой, м	Варианты				
	естественная точка	1,0 без удоб- рений	1,0 N ₆₀	1,0 N ₁₂₀	0,5 м без удобрений
Объёмная масса, г/см ³					
0-10	0,16	0,23	0,22	0,22	0,22
10-20	0,16	0,20	0,20	0,24	0,21
20-30	0,15	0,15	0,20	0,24	0,24
30-40	0,16	0,15	0,16	0,22	0,63
40-50	0,15	0,15	0,19	0,17	1,67
50-60	0,14	0,15	0,16	0,16	1,70
60-70	0,14	0,14	0,14	0,14	1,74
70-80	–	0,14	0,12	0,16	–
80-90	–	0,14	0,12	0,15	–
90-100	–	0,14	0,10	0,14	–
Полная влагоёмкость, % (от веса)					
0-10	569,1	374,0	390,0	397,7	393,9
10-20	567,9	475,5	438,3	359,5	417,4
20-30	608,9	602,6	441,1	362,6	365,9
30-40	563,6	603,3	560,9	392,8	117,6
40-50	606,4	604,2	460,5	524,9	22,4
50-60	651,8	604,9	582,8	624,4	21,5
60-70	651,0	651,0	652,2	668,8	20,0
70-80	–	649,4	769,6	562,1	–
80-90	–	650,6	770,8	605,3	–
90-100	–	652,2	937,8	653,7	–
Порозность аэрации, % (от веса)					
0-10	12,8	22,8	29,6	32,9	36,0
10-20	6,4	25,5	26,0	23,9	30,5
20-30	6,7	24,3	23,3	30,4	13,9
30-40	4,7	8,5	21,7	23,7	6,0
40-50	6,0	6,8	12,0	20,7	6,0
50-60	4,6	7,8	11,4	17,7	3,6
60-70	6,1	7,5	3,2	6,3	0,3
70-80	–	4,2	5,1	6,9	–
80-90	–	3,6	5,2	5,7	–
90-100	–	–	1,4	12,2	–

Примечание. «–» – не определяли

Такой же процесс происходит и на точке «0,5», но уже на глубине 30 - 40 см, где торф перемешивается с подстилающим песком. Изменение водно-физических свойств оказало влияние и на динамику влажности. За вегетационный период 1986 года наибольшая влагообеспеченность отмечалась на «естественной точке». Запас влаги в слое 0-30 см составлял 80-100% от ПВ, что значительно выше по сравнению с осушенными вариантами. За-

пасы влаги в точках «1,0», «1,0 N₆₀» и «1,0 N₁₂₀» в начале вегетации изменялись от 0,7 до 0,8 ПВ, а затем в течение двух месяцев (с 20 июня по 20 августа) уменьшались (ниже 0,7 ПВ) и только в конце августа увеличились до оптимальных значений.

Ещё большее иссушение наблюдалось в торфяной залежи точки «0,5». Здесь на протяжении всего вегетационного периода (за исключением июня) влажность торфяной залежи изменялась в пределах 52-57% от ПВ (табл. 31).

Видимо, данный факт можно объяснить водно-физическими свойствами оставшейся торфяной залежи: крупная пористость песка исключает капиллярное подпитывание верхних слоёв грунтовыми водами. Можно предполагать, что такой водный режим будет способствовать активизации процесса минерализации органического вещества торфа.

Таким образом, динамика влажности на естественном участке и на объекте рекультивации свидетельствует, что осушение рекультивированного торфяника с сетью каналов с расстоянием между ними 80 м приводит к его переосушению.

Таблица 31 Запасы влаги, % от ПВ

Месяц	Слой, см	Варианты				
		естественная точка	1,0 без удобрений	1,0 N ₆₀	1,0 N ₁₂₀	0,5 без удобрений
Май	0-30	-	69,3	66,9	70,2	52,7
	0-50	-	66,2	70,4	73,3	124,9
	50-100	-	64,8	61,2	67,9	40,9
Июнь	0-30	81,2	61,7	80,2	67,9	71,3
	0-50	83,6	65,2	90,8	85,5	97,8
	50-100	86,5	99,7	101,9	97,2	38,8
Июль	0-30	128,7	57,1	57,1	47,7	53,6
	0-50	132,4	61,4	61,4	51,9	94,2
	50-100	87,5	56,7	56,7	54,1	43,1
Август	0-30	-	56,0	58,3	67,3	57,2
	0-50	-	54,9	61,9	69,2	57,9
	50-100	-	59,3	59,3	67,2	41,1
Сентябрь	0-30	89,1	68,5	84,9	79,9	52,7
	0-50	93,8	74,0	91,0	101,0	50,7
	50-100	122,1	95,8	95,9	101,9	-
Полная влагоемкость, мм	0-30	273,2	263,2	261,7	260,8	262
	0-50	454,4	443,4	438,9	436,4	373,5
	50-100	460	455,1	463,2	465,7	390

Динамика подвижных форм азота. Динамика питательных элементов в исследуемых торфяниках разной степени освоения, осушения и различной мощности остаточного слоя торфа рассматривается на примере динамики подвижных форм азота как элемента, наиболее чутко реагирующего на изменения почвенных условий.

Как известно (Уланов, 1985; Фёдоров, 1980; Хон, Коренова, Харламова, 1980) для процесса нитрификации необходимо оптимальное сочетание гидротермических условий. На выработанном торфянике, характеризующемся неудовлетворительным увлажнением, содержание нитратов очень низкое. Оно не превышает 3,11 мг/100г почвы на удобренных торфяниках, 8,9 – на удобренных и 1,2 – на участке с остаточной мощностью торфа 0,5 м (табл. 32).

Таблица 32 Содержание подвижных форм азота, мг/100г почвы

Месяц	Слой, см	Варианты				
		естественная точка	1,0 без удобрений	1,0 N ₆₀	1,0 N ₁₂₀	0,5 без удобрений
Аммонийный азот						
Май	0-20	–	5,95	13,06	11,06	3,60
	20-40	–	11,23	8,86	5,77	1,87
Июнь	0-20	6,24	12,00	9,77	5,33	5,47
	20-40	7,40	13,28	9,96	8,51	7,06
Июль	0-20	20,62	6,68	2,34	3,33	4,87
	20-40	45,06	6,26	4,48	6,24	4,28
Август	0-20	–	12,73	16,00	13,60	16,96
	20-40	–	13,59	21,46	14,02	12,99
Сентябрь	0-20	24,00	15,64	41,60	140,92	12,93
	20-40	56,42	67,94	24,10	26,26	20,84
Среднее за период	0-20	17,00	10,60	16,55	9,65	8,77
	20-40	36,49	22,46	13,77	12,16	9,38
Нитратный азот						
Май	0-20	–	0,50	5,07	8,89	1,24
	20-40	–	0,39	0,50	1,44	0,77
Июнь	0-20	2,10	1,29	1,25	2,05	0,95
	20-40	1,79	1,96	1,32	1,79	0,95
Июль	0-20	1,18	1,04	3,99	1,79	0,90
	20-40	1,67	1,49	2,74	2,46	1,20
Август	0-20	–	3,11	3,16	сл.	сл.
	20-40	–	2,92	2,62	2,44	сл.
Сентябрь	0-20	0,84	0,56	0,70	0,71	0,48
	20-40	1,23	0,70	2,64	1,74	0,14
Среднее за период	0-20	1,37	1,30	2,83	2,69	0,71
	20-40	1,56	1,49	1,96	1,97	0,61
Минеральный азот						
Май	0-20	–	6,45	18,13	19,95	4,84
	20-40	–	11,62	9,36	7,21	2,64
Июнь	0-20	8,34	13,29	11,02	7,38	6,42
	20-40	9,19	15,24	11,28	10,30	8,01
Июль	0-20	21,80	7,72	6,33	5,12	5,77
	20-40	47,33	7,75	7,22	8,70	5,48
Август	0-20	–	15,84	19,16	13,60	16,96
	20-40	–	16,51	24,08	16,46	12,99
Сентябрь	0-20	24,84	16,20	42,30	15,63	13,41
	20-40	57,65	68,64	26,74	28,00	20,98
Среднее за период	0-20	18,30	11,90	19,39	12,34	9,48
	20-40	38,06	23,95	15,74	14,13	10,02

Примечание: «-» – не определялось, «сл.» – следы

Такое содержание нитратного азота или его отсутствие в торфах объясняется неблагоприятными условиями для процесса нитрификации, а также потреблением азота многолетними травами (Фёдоров, 1980; Леуто, Бойко, 1979).

В динамике N-NO₃, наблюдаемой на выработанном торфянике в точках «1,0 без удобрений», «1,0 N₆₀» и «1,0 N₁₂₀», отмечается следующая закономерность: в начале вегетации при влажности ы, равной 0,7 ПВ, нитраты концентрируются в верхнем слое торфяной залежи, а к середине лета в условиях снижения влажности в корнеобитаемом слое их наибольшее содержание (до 8,2 мг/100г почвы) наблюдается на глубине 80-100 см.

В условиях, неблагоприятных по увлажнению, активность процесса нитратообразования была низкой, в то время как на «естественной точке», характеризующейся оптимальным уровнем влажности, в июне наблюдалось более высокое содержание N-NO₃.

Для исследуемых вариантов характерно преобладание аммонийной формы азота, что свидетельствует о более активном процессе аммонификации по сравнению с нитрификацией на протяжении всего периода вегетации. Причём, наибольшее содержание N-NH₄ в среднем наблюдается в торфяной залежи «естественной точки» (до 17 мг/100 г), наименьшее – в точке «0,5» (8,8 мг-100 г), что находится в прямой зависимости от степени влагообеспеченности. Следует отметить, что на варианте «1,0 N₆₀» со средней дозой удобрения количество N-NH₄ выше, чем на других вариантах рекультивированного торфяника.

Исследуемые варианты в целом обеспечены минеральным азотом за счёт аммонийных соединений. Причём, наибольшее количество его наблюдается в вариантах «1,0 N₆₀» и на «естественной точке».

На участке с мощностью остаточного слоя торфа 0,5 м в течение всего периода фиксировалось низкое содержание подвижного азота, видимо, вследствие неблагоприятного водного режима. На варианте «1,0 N₁₂₀» аналогичная динамика подвижного азота объясняется его выносом с урожаем многолетних трав, а также более активно протекающими биологическими процессами в условиях интенсивного использования торфяника. Подробные данные о динамике питательных элементов за 2 года исследований приведены в Приложении 6, табл. 1,2.

Биологическая активность. По данным результатов микробиологических исследований можно предположить, что весной в минерализации органического вещества торфа принимали участие аммонификаторы и олигонитрофилы, причём, наиболее многочисленная ассоциация была обнаружена на удобренном варианте «1,0 N₆₀» (табл. 33). Нитрификаторы наблюдались лишь на варианте «1,0 N₁₂₀».

По мере повышения температуры и уменьшения влажности торфяной залежи активность почвенной микрофлоры увеличивается в 2-16 раз. Наи-

более многочисленная ассоциация микроорганизмов отмечалась на удобренных вариантах, особенно «1,0 N₆₀».

Среди неудобренных вариантов наиболее интенсивным процессом минерализации органического вещества отличался вариант «0,5». В летний период здесь увеличивалась численность не только аммонификаторов и олигонитрофилов, но и денитрификаторов, количество которых было выше, чем на всех остальных вариантах опыта. На «естественной точке» в условиях сильного переувлажнения в летний период биологическая активность торфяной залежи оставалась низкой.

Таблица 33 Динамика численности микроорганизмов

Варианты опыта	Глубина слоя, см	Количество микроорганизмов, млн/г											
		аммонификаторы				микроорганизмы на КАА				олигонитрофилы			
		27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X
Естественная точка	0-20	–	1,6	5,3	1,8	–	0,6	14,0	1,8	–	0,9	4,8	0,9
	20-40	–	0,2	3,8	0,8	–	0,4	3,8	0,7	–	0,8	3,3	0,4
	40-60	–	0,1	1,8	0,3	–	0,2	0,9	0,5	–	0,4	1,8	0,5
1,0 без удобрений	0-20	6,6	7,7	1,8	1,0	4,8	6,0	5,4	0,3	7,6	16,9	1,8	1,4
	20-40	4,5	3,9	3,4	0,8	0,9	6,8	6,0	0,8	3,0	8,8	1,2	1,2
	40-60	2,0	2,1	1,3	0,6	0,4	1,9	3,5	0,4	2,1	4,8	1,1	0,7
1,0 N ₆₀	0-20	10,5	35,4	4,9	2,2	2,2	12,5	4,0	1,1	9,0	19,0	1,4	0,3
	20-40	7,3	23,0	2,6	1,3	0,3	11,3	2,6	1,8	3,3	6,4	1,1	0,9
	40-60	3,3	12,0	2,4	0,4	0,1	5,8	1,9	0,4	6,1	11,3	5,1	0,4
1,0 N ₁₂₀	0-20	5,1	17,8	4,9	0,2	1,8	13,6	1,2	0,2	6,1	8,0	1,2	0,4
	20-40	2,8	12,2	1,9	0,3	1,0	10,1	1,1	2,5	12	26,6	1,5	0,6
	40-60	1,0	9,0	1,7	1,6	0,4	6,5	1,7	0,8	5,0	14,4	1,3	1,3
0,5 без удобрений	0-20	5,8	16,3	4,4	0,5	0,4	10,0	2,4	0,8	3,4	20,7	1,7	1,8
	20-40	2,4	10,7	0,7	0,4	0,1	5,5	0,5	0,1	2,4	15,5	1,0	0,5
	40-60	1,2	4,8	0,4	0,3	0,0	1,3	0,2	0,0	2,0	7,0	0,3	0,1
	Глубина слоя, см	нитрификаторы				денитрификаторы				грибы			
		27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X	27 V	10 VII	8 IX	14 X
Естественная точка	0-20	–	0,0	0,0	–	–	0,4	4,0	0,6	–	0,1	0,1	0,1
	20-40	–	0,0	0,0	–	–	0,1	0,8	0,8	–	0,0	0,0	0,0
	40-60	–	0,0	0,0	–	–	0,1	0,2	0,8	–	0,0	0,0	0,0
1,0 без удобрений	0-20	0,0	0,0	0,4	–	0,1	1,0	13,5	4,4	–	0,5	0,2	0,1
	20-40	0,0	0,0	0,2	–	0,1	1,0	15,0	6,8	–	0,3	0,2	0,1
	40-60	0,0	0,0	0,1	–	0,0	12,7	2,0	8,0	–	0,4	0,2	0,0
1,0 N ₆₀	0-20	0,1	0,4	0,3	–	0,3	4,2	10,8	11,2	–	0,1	0,4	0,2
	20-40	0,4	0,5	0,1	–	0,3	4,5	1,5	0,7	–	0,3	0,2	0,0
	40-60	0,0	0,2	0,0	–	0,3	14,7	19,2	801	–	0,4	0,3	0,0
1,0 N ₁₂₀	0-20	0,5	1,1	0,0	–	0,5	1,9	9,9	3,8	–	0,3	0,0	0,0
	20-40	0,3	0,7	0,0	–	0,2	2,2	1,5	5,2	–	0,3	0,1	0,0
	40-60	0,0	0,2	0,0	–	0,1	1,1	2,0	7,8	–	0,3	0,3	0,0
0,5 без удобрений	0-20	0,0	0,2	0,1	–	1,0	8,7	4,5	4,7	–	0,2	0,5	0,0
	20-40	0,0	0,0	0,0	–	0,0	1,8	0,2	3,1	–	0,7	0,0	0,0
	40-60	0,0	0,0	0,0	–	0,0	0,4	0,0	0,2	–	0,1	0,1	0,0

Примечание. «-» – не определялось

К осени численность микроорганизмов на всех вариантах опытов кроме «естественной точки» резко уменьшилась. Исключение составили

денитрификаторы, причём, их количество на всех точках было больше, чем в другой период вегетации. Надо полагать, условия сухой и тёплой осени способствовали активизации этих микроорганизмов.

На «естественной точке» в сентябре увеличилась не только ассоциация денитрификаторов, но и аммонификаторов, олигонитрофилов. Их численность в этот период оказалась больше, чем в других вариантах, но, в целом, микробиологическая активность в 2 - 3 раза была ниже летней на освоенных вариантах торфяника.

Отмеченные выше закономерности характерны и для целлюлозоразрушающих микроорганизмов, о деятельности которых можно судить по степени разложения льняной ткани. Быстрее всего ткань разлагается в верхних горизонтах. Наибольшая убыль в весе ткани была в вариантах с минеральными удобрениями, причём, самая высокая целлюлозолитическая активность отмечена в период с 26 июля по 8 сентября во всех вариантах опыта (табл. 34).

Таблица 34 Скорость разложения целлюлозы

Варианты опыта	Глубина слоя, см	Разложение льняной ткани, %		
		10.VI по25.VII	25.VII по8.IX	8.IX по 4.X
Естественная точка	0-20	–	23,2	11,5
	20-40	–	20,7	10,4
	40-60	–	5,1	2,0
	60-80	–	2,0	2,0
1,0 без удобрений	0-20	33,2	18,0	10,0
	20-40	21,1	14,6	15,5
	40-60	6,0	4,8	14,3
	60-80	0,5	3,6	5,3
1,0 N ₆₀	0-20	25,5	42,0	17,9
	20-40	8,1	20,7	8,7
	40-60	6,1	2,4	2,6
	60-80	4,3	2,1	2,0
1.0 N ₁₂₀	0-20	36,1	55,1	21,8
	20-40	12,9	42,8	18,0
	40-60	7,3	11,2	8,0
	60-80	0,9	6,4	5,5
0,5 без удобрений	0-20	12,6	14,9	6,3
	20-40	7,8	10,5	5,6
	40-60	7,6	3,0	5,7
	60-80	0,6	2,9	2,4

Примечание. «-» – не определялось

Рассматривая интенсивность выделения торфяной залежью углекислоты как суммарную характеристику её биологической активности, заметим, что самая низкая интенсивность выделения CO₂ приходится на май, самая высокая – на июль.

К осени интенсивность дыхания снизилась незначительно, а на «естественной точке» и на «1,0 N₁₂₀» повысилась. Но в целом, наименьшее выделение CO₂ за весь период отмечалось на естественной залежи, а наибольшее – на интенсивно используемом рекультивированном участке «1,0 N₁₂₀» (табл. 35).

Таким образом, осушение и рекультивация выработанных торфяников приводит к усилению биологической активности почв. Причём, существует зависимость её от степени увлажнения, мощности остаточного торфа и, что наиболее существенно, интенсивности сельскохозяйственного освоения.

Таблица 35 Активность почвенного дыхания

Варианты опыта	Количество CO ₂ , кг/га		
	27 мая	10 июля	8 сентября
Естественная точка	–	1,20	1,40
1,0 без удобрений	0,38	2,29	2,03
1,0 N ₆₀	0,95	2,80	2,67
1,0 N ₁₂₀	0,70	2,80	3,18
0,5 без удобрений	0,57	2,30	2,03

Примечание. «–» – не определялось

Однако в целом биологическая активность остаточного слоя торфяника низкая. Преобладают микроорганизмы, способные вызвать лишь первый этап минерализации органического вещества – аммонификацию. Таким образом, осушение данного рекультивированного торфяника мелиоративной сетью с расстояниями между каналами 80 м приводит к переосушению торфяной залежи. В цикле преобразования азотсодержащих органических веществ преобладают микроорганизмы, способные вызвать лишь первый этап минерализации – аммонификацию, а в пищевом режиме преобладает аммонийный тип питания. На интенсивность процесса минерализации органического вещества торфа оказывают влияние увлажнение, мощность остаточного слоя торфа и интенсивность сельскохозяйственного использования.

Судя по биологической активности остаточного слоя торфа в условиях разных мелиоративных параметров, процесс трансформации органического вещества на территории Западной Сибири замедлен. Именно поэтому после выработки торфяного месторождения без последующего вовлечения в сельскохозяйственное использование происходит его вторичное заболачивание, что и наблюдалось при обследовании выработанных торфяников (раздел 2).

3.4. Исследования в 1998 -2001 годах

Проблема сохранения торфяников как ресурса биосферы – это создание условий для управления процессом трансформации органического вещества (ОВ). Регулирование соотношения между разрушением и накоплением ОВ является актуальной задачей как для сельского хозяйства (увеличение плодородия), так и с экологической точки зрения (снижение эмиссии CO₂). Для решения этих проблем необходимо изучение условий функционирования выработанных торфяников. Особенное внимание при этом уделяется исследованию биологической активности как основного параметра направленности и интенсивности процессов трансформации ОВ выработанных торфяников. Поэтому целью этапа исследований 1998-2001 годов являлось изучение свойств и особенностей функционирования выработанных торфяников южно-таежной подзоны Западной Сибири и определение направленности процессов трансформации их органического вещества.

В 1998 году на рекультивированной территории торфяного месторождения «Таган» был выбран опытный участок площадью 30 м². Остаточная торфяная залежь имеет однородное строение и сложена в основном древесным торфом. Это свидетельствует, как отмечалось выше, о том, что на протяжении длительного времени развитие болота происходило при неизменном гидрологическом режиме в условиях богатого водно-минерального питания, что подтверждают и ранее проведённые исследования (главы 3.2 - 3.3) В основании выработанного торфяника залегает древесный торф, состоящий преимущественно из остатков древесины ели, сильно загрязнённый минеральными частицами. Это указывает на поемный характер заболачивания на первом этапе развития торфяного болота.

Необходимо отметить, что минеральное наполнение торфов, слагающих остаточный торфяной слой, присутствует по всему его профилю. По зольности торфа выработанного торфяника можно отнести к нормально-зольным (6,6–19,3%). Наибольшие величины зольности наблюдаются в верхнем 10-сантиметровом слое (19,3%) и в нижней части остаточной торфяной залежи (14,4–19,9%). Увеличение зольности в нижней части торфяника обусловлено близостью подстилающих пород и заиленностью. Степень разложения торфов, слагающих остаточный торфяной слой, варьирует в широких пределах – от 30 до 70%, с уменьшением к поверхности. Максимальной степенью разложения характеризуется поверхностный слой мощностью 0-10 см, что является следствием сельскохозяйственного использования данного торфяника.

Характеристика выработанного месторождения и физико-химических свойств торфов, слагающих торфяную залежь, была подробно изложена в главе 3.3.1, поэтому в этой части особое внимание будет уделяться режимам торфяной залежи, оставшейся после выработки.

В период с мая по сентябрь 1998-2001 годов на исследуемом торфяном месторождении были проведены наблюдения за динамикой влажности (ГОСТ 11305-83), температуры (Инишева, Юхлин, 1975а), окислительно-восстановительного потенциала (Инишева, Юхлин, 1975б), элементов питания (Методические указания по анализу торфа..., 1980), ферментативной активности (Круглов, Пароменская, 1966; Хазиев, 1990; Щербакова, 1968, 1983; Карягина, Михайловская, 1986), целлюлозолитической активности (Методы..., 1991) в метровом профиле, эмиссией CO₂ (Макаров, 1957).

3.4.1. Погодные условия

Вегетационные периоды 1998 и 1999 годов по условиям влагообеспеченности характеризуются как недостаточно увлажненный и сухой (ГТК соответственно, 0,91 и 0,51), 2000 год – как достаточно увлажненный (ГТК=1,21), а 2001 год – как влажный (ГТК= 1,52).

Самым теплым по условиям теплообеспеченности можно назвать вегетационный период 2001 года, а наиболее прохладным – 1998 г., в то время как вегетационные периоды 1999 и 2000 годов были близкими по сумме температур выше 10 °С.

В качестве общей закономерности периода исследований следует

Таблица 36 Погодные условия в годы исследований, ГМС г. Томск

Годы	Месяцы				
	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднесуточная температура воздуха, °С					
1998	9,7	15,2	20,6	18,4	6,5
1999	15,0	14,2	21,4	15,3	7,5
2000	10,7	17,2	17,3	16,7	9,4
2001	14,8	16,9	16,1	17,4	9,5
Норма	8,8	15,4	18,3	15,1	9,3
Осадки, мм					
1998	64,4	87,7	16,4	48,3	52,1
1999	14,9	63,9	20,1	36,4	19,3
2000	50,5	65,0	80,6	61,6	36,8
2001	42,0	87,7	92,6	86,0	89,6
Норма	51,7	66,7	76,9	75,5	48,7
ГТК по Селянинову					
1998	1,01	2,02	0,26	0,85	0,58
1999	0,33	0,87	0,3	0,71	0,32
2000	1,03	1,26	1,5	1,19	0,58
2001	0,80	1,73	1,85	1,59	1,47
Сумма температур за период с температурой выше 10 °С					
1998	1933,1				
1999	2059,1				
2000	2015,7				
2001	2155,7				

отметить очень теплый, сухой май, особенно жаркий и засушливый в 1999 и 2001 годах. ГТК для них составляло соответственно 0,33 и 0,80. Количество осадков в мае превысило норму в 1,2 раза только в 1998 году (табл. 36). Июнь во все годы исследований, за исключением 1999 года, по условиям теплообеспеченности характеризовался как теплый. Июнь 1998 и 2001 годов был очень дождливым (ГТК соответственно 2,02 и 1,73), в то время как июнь 1999 года был самым сухим (ГТК= 0,87).

Очень засушливая и жаркая погода отмечалась в июле 1998 и 1999 годов, когда среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетней на 4,5 и 5,3 °С,

а осадков выпало всего 21,3 и 26,1% от нормы. Июль 2001 года по условиям тепло- и влагообеспеченности характеризовался как прохладный

и дождливый. Температура воздуха была ниже среднемноголетней на 2,2 °С, осадков выпало 120% нормы, при этом наибольшее количество осадков пришлось на первую декаду июля – 42,2 мм или две нормы.

Среднесуточная температура воздуха в августе во все годы исследований была выше среднемноголетней, на основании чего можно охарактеризовать этот месяц как теплый. При этом самая жаркая погода была в августе 1998 года, когда среднесуточная температура воздуха составила 18,4 °С, что на 3,3 °С больше среднемноголетней. Наиболее дождливым был август 2001 г., а в другие годы осадков выпало меньше нормы.

Сентябрь 2000 и 2001 годов по условиям теплообеспеченности можно назвать средним, а в предшествующие годы (1998, 1999) – прохладным. Только в 2001 году сентябрь был очень дождливым – осадки составили 184% нормы, а в остальные годы этот месяц характеризовался как сухой, в 1999 году – как засушливый (ГТК=0,32). Таким образом, по условиям тепло-и влагообеспеченности более сухие годы (1998 и 1999) сменялись более влажными и теплыми (2000 и 2001).

3.4.2. Функционирование выработанной и рекультивированной торфяно-болотной экосистемы

Гидротермический режим

В годы исследований в торфяной залежи выработанного торфяника уровни болотных вод (УБВ) поддерживались в пределах 43-95 см (табл. 37).

Таблица 37 Динамика уровней болотных вод, см

Год	Май	Июнь		Июль			Август			Сентябрь			Средний уровень
	декады												
	2	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1999	–	–	74	–	95	89	93	83	78	82	69	73	82
2000	48	55	68	92	74	–	77	77	–	75	74	–	71
2001	43	75	60	70	69	78	–	63	–	66	72	–	66

Наибольшее понижение УБВ наблюдалось в сухой 1999 год (69-95 см от поверхности). В более влажные годы (2000, 2001) уровни болотных вод изменялись соответственно от 43 до 92 см.

В соответствии с рассмотренными гидрологическими условиями формировался и режим влажности торфяной залежи. В целом за 1998-2001 годы влагозапасы слоя 0-50 см были в пределах 0,8-0,6 ПВ (ближе к последней), а слой 50-100 см – в пределах 0,8-1,0 ПВ (рис. 39). Вместе с тем в отдельные годы влагозапасы в верхней полуметровой части остаточной тор-

фяной залежи опускались ниже 0,6 ПВ, что указывает на периодическое переосушение этого слоя.

Несмотря на то, что по годам влагообеспеченность вегетационных периодов различается, влажность слоя 0-50 см поддерживалась в пределах 0,6 ПВ-0,8 ПВ, в то время как нижняя полуметровая часть профиля испытывала почти постоянное переувлажнение.

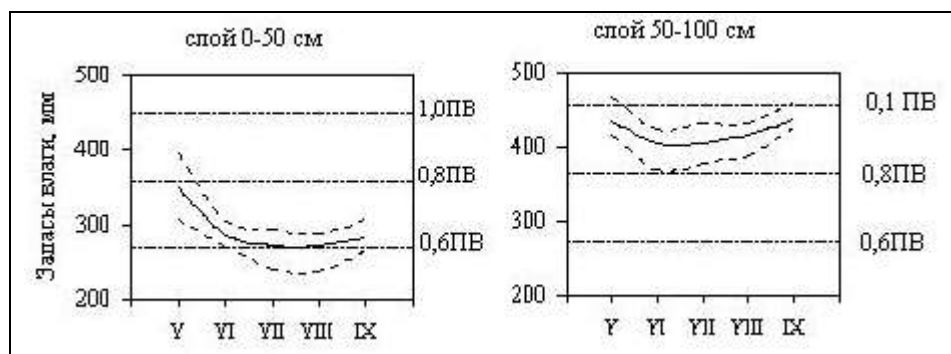


Рис. 39 Динамика послойных запасов влаги, мм. Обозначения:
— среднее значение; ---- экстремальные значения

Метровый профиль выработанного торфяника прогревался до активных температур в последней декаде июля – в первой декаде августа, и только в самый сухой год – в первой декаде июня. Летние температуры (более 15 °С) проникали в отдельные годы на глубину от 40 до 100 см и сохранялись на глубине 40 см от 12 до 113 дней, что составляет 9-84% от всего периода наблюдений.

Самый контрастный температурный режим (от 7,2 до 31,4 °С) формировался в поверхностном слое 0-10 см (рис. 40). Рассмотрим особенности температурного режима остаточной торфяной залежи в зависимости от погодных условий.

В условиях недостаточно увлажненного 1998 года температуры более 10 °С распространялись во всем метровом профиле в первой декаде августа. Летние температуры (более 15 °С) опускались на глубину 60 см во второй декаде августа, где сохранялись примерно 20 дней. Продолжительность периода с летними температурами на глубине 20 см и 40 см составила 63 и 52 дня соответственно. В конце сентября наблюдалось закономерное охлаждение торфяной залежи, особенно в верхних слоях, где температура опускается за отметку 10 °С.

Как уже отмечалось выше, вегетационный период 1999 года характеризовался как сухой. В этом году в залежи формировался наиболее контрастный температурный режим. При этом поверхностный слой 0-10 см прогревался от 11,5 °С (17 мая) до 31,4 °С (5 августа). Аномально теплая погода в мае 1999 года способствовала тому, что уже 17 мая в верхнем слое 0-20 см наблюдались температуры выше 10 °С. Метровый слой прогревался до активных температур в первой декаде июня, что почти на 2 месяца раньше, чем в предыдущем году. Следует подчеркнуть, что летние темпе-

ратуры этого года достигли глубины 100 см во второй декаде июня и сохранились 73 дня или 54% от продолжительности периода наблюдений. Летние температуры на глубине 20 и 40 см продолжались в этом году 118 и 113 дней, что на 55 и 61 день больше, чем в предыдущем году.

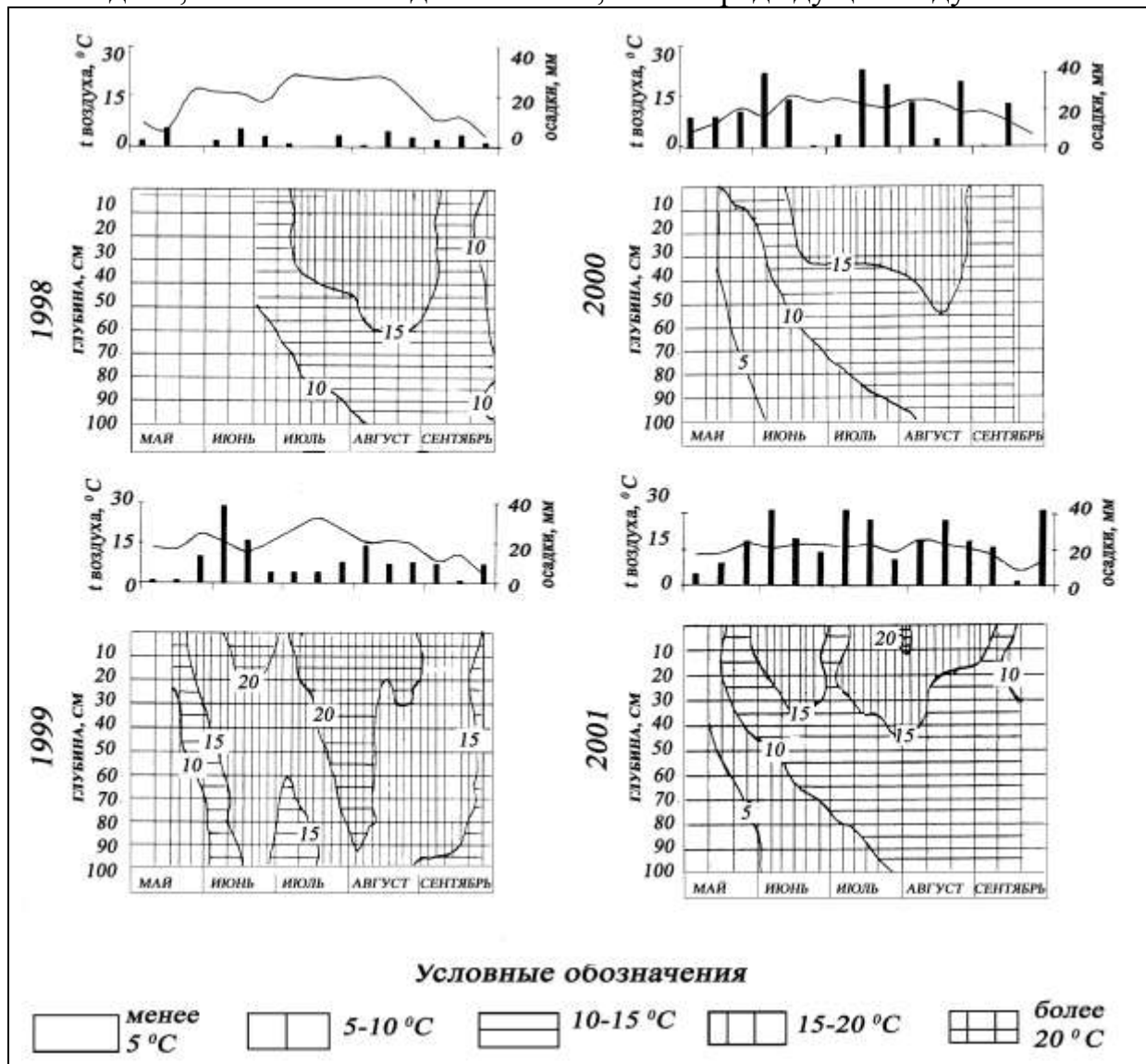


Рис. 40 Температурный режим остаточного слоя торфяной залежи

Прохладная, но сухая погода в сентябре способствовала сохранению в метровом слое температур более 10 °С.

В условиях более влажного 2000 года метровый слой выработанного торфяника прогревался значительно меньше, чем в предыдущем году. Изоплета 10 °С опускается на глубину 100 см только в начале августа. Летние температуры в этом году проникали на глубину 50 см, а продолжительность таких температур на глубине 20 и 40 см была 75 и 21 день, что на 43 и 92 дня меньше, чем в предыдущем 1999 году. По сравнению с 1998 годом продолжительность периода летних температур на глубине 40 см сократилась почти вдвое.

Высокие температуры воздуха в мае влажного 2001 года благоприятствовали прогреванию верхнего 40-сантиметрового слоя до температур более 5 °С. Вместе с тем изотерма в 15 °С опустилась на глубину 30 см только в конце июня. Летние температуры продержались на глубине 20 и 40 см на протяжении 59 и 12 дней соответственно или 46 и 9,3% от всего периода наблюдений и меньше на 16 и 9 дней по сравнению с прошлым годом.

Окислительно-восстановительные условия. В годы исследований ОВП изменяется в метровом профиле в пределах от (-245) до (+923) мВ. В торфянике по окислительно-восстановительным условиям выделяется два слоя: верхний, 0-40 см, где в течение периода наблюдений отмечаются преимущественно высокие положительные значения ОВП от (+191) до (+923) и развиваются устойчивые окислительные условия. Далее вниз по профилю, с увеличением влажности и уменьшением температуры окислительные условия сменяются на восстановительные, что подтверждается и данными корреляционного анализа. Так, установлена обратная зависимость между ОВП и влажностью ($r=-0,45$), а также температурой ($r=-0,46$).

В условиях 1998 года в нижней части торфяной залежи до августа отмечаются отрицательные значения ОВП, свидетельствующие об интенсивно восстановительных условиях, которые позднее сменяются на положительные. По-видимому, очень теплая, жаркая погода в июле–августе способствовала активности окислительных процессов в торфянике, что привело к повышению значений ОВП. Окислительные условия, сформировавшиеся в слое глубже 40 см в августе–сентябре 1998 года, сохраняются до середины июня 1999 года (рис. 41). В период с последней декады июня до конца июля в нижней избыточно увлажненной полуметровой части профиля отмечаются переходные от окислительных к восстановительным условия (ОВП от +200 до +400 мВ), которые в дальнейшем сменяются на восстановительные и сохраняются до глубокой осени. Как отмечалось выше, это может быть связано с повышением активности микрофлоры при высоких температурах, которая опережала скорость поступления кислорода, при этом происходило накопление недоокисленных продуктов микробиологической деятельности и формировались восстановительные условия.

В течение вегетационного периода достаточно увлажненного 2000 года устойчивые окислительные условия наблюдаются, как и в другие годы, только в верхнем слое (0-40 см). В начале июля толща залежи с хорошо выраженными окислительными условиями увеличивается до 60 см. Во второй декаде июля зона окисления снова возвращается на глубину 40 см. В нижних горизонтах метрового профиля большую часть вегетационного периода значения ОВП поддерживались в пределах 200-400 мВ, что свидетельствует о переходных условиях от восстановительных к окисли-

тельным. И только в сентябре на глубине 70-80 см развиваются устойчивые восстановительные условия.

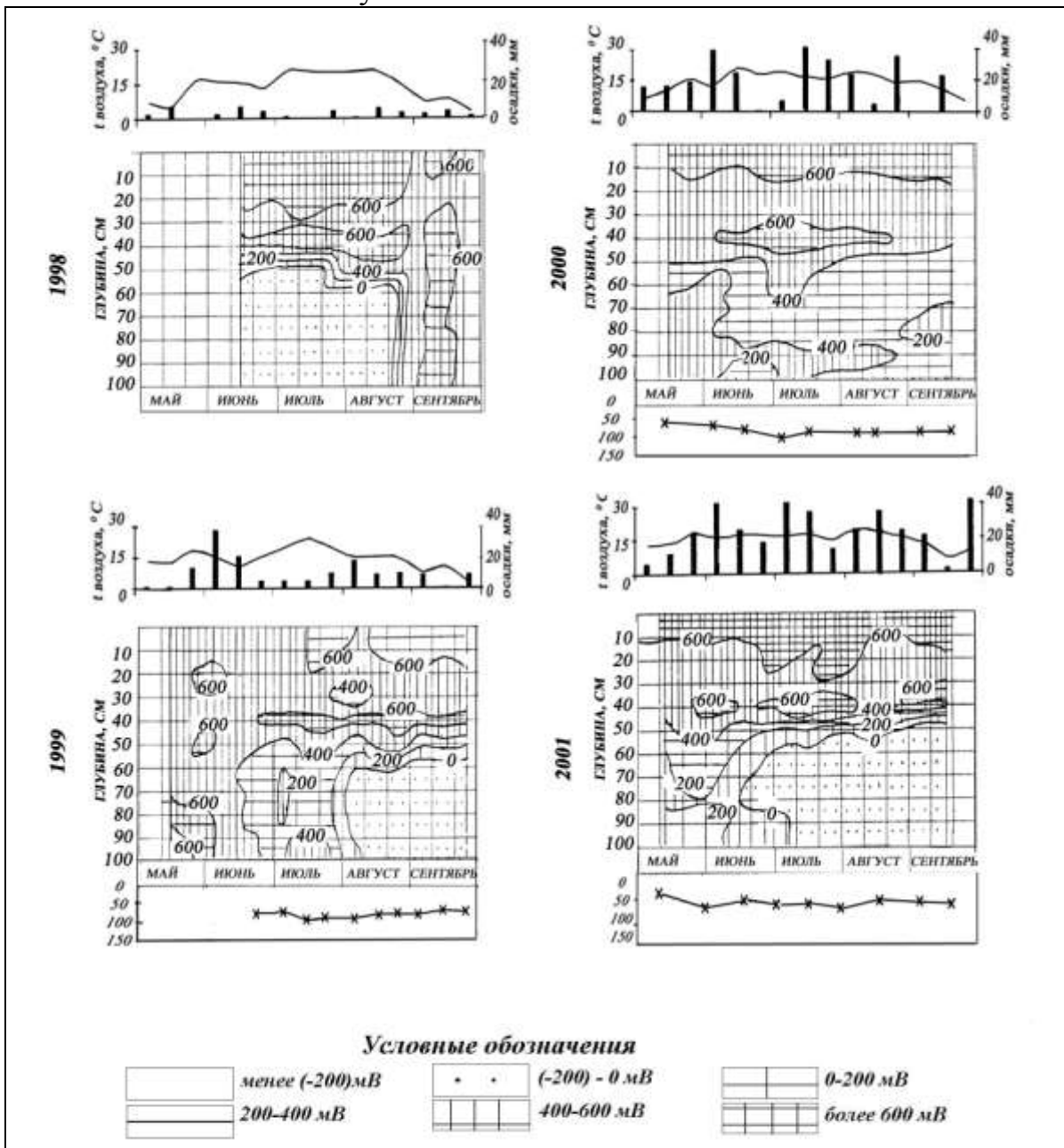


Рис. 41 Окислительно-восстановительный режим остаточного слоя торфяной залежи

Во влажном 2001 году, несмотря на регулярные обильные атмосферные осадки, зона устойчивых окислительных условий по-прежнему охватывает верхний 40-сантиметровый слой. Это объясняется хорошим внутрипочвенным стоком избыточной влаги, который обусловлен легкими подстилающими породами, и поэтому переувлажнения верхней части торфяной залежи и связанного с ним преобладания анаэробных условий не наблюдается. В более глубоких горизонтах до середины июня наблюдаются переменные окислительно-

восстановительные условия, которые в дальнейший период сменяются на восстановительные.

Анализ гидротермического и окислительно-восстановительного режимов позволяет сделать вывод, что в исследуемом торфянике в течение четырех лет попеременно господствуют окислительно-восстановительные условия с преобладанием окислительных. Зона устойчивых окислительных условий распространяется на глубину до 40 см. Такие условия благоприятны для деятельности микроорганизмов, следовательно, можно предположить, что торфяная залежь будет характеризоваться повышенной биологической активностью.

Биологический режим

Многочисленными исследованиями установлено, что биологические процессы трансформации органического вещества, совершающиеся в торфяниках, ферментативны по своей природе. Особое внимание многие авторы (Щербакова, 1976, 1983; Галстян, 1974; Ивлева, 1992; Ефремова, 1975 и др.) уделяют исследованиям ферментов из класса гидролаз (инвертаза, протеаза). Гидролитический распад органических соединений в торфяной залежи представляет собой важный этап, предшествующий стадии окислительно-восстановительных процессов гумусообразования, в которых активное участие принимают ферменты из класса оксидоредуктаз – каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза. Как отмечают А.Ш. Галстян (1974), С.В. Рунков (1978), определение активности этих двух классов ферментов дает возможность охарактеризовать и оценить биологическую активность торфяников и выявить биохимические особенности отдельных стадий торфообразовательного процесса.

Инвертаза. Показателем трансформации углеводов является активность фермента инвертазы. Следует отметить, что в торфяной залежи выработанного торфяника интенсивно осуществляется гидролитический распад углеводов. Так, в течение вегетационного периода активность инвертазы в метровом профиле изменяется от 29,29 до 232,55 мг глюкозы/4 часа (далее – ед.), при среднем значении 116,01 ед. Сопоставление полученных результатов с аналогичными торфяниками Белоруссии позволяет заключить, что исследуемый торфяник значительно богаче по инвертазной активности, чем осушенные и не используемые в культуре торфяники Белоруссии (Купревич, Щербакова, 1966). Распределение инвертазной активности в метровом слое данного торфяника соответствует распределению микроорганизмов, развивающихся на КАА и олиготрофов.

Следует подчеркнуть, что гидролиз углеводов осуществляется активно во всем метровом слое. В сезонной динамике инвертазной активности в более сухие годы (1998, 1999) выделяется весенний максимум и снижение активности фермента летом (рис. 42). В увлажненном 2000 году наблюдалась более высокая активность фермента летом по сравнению с весенним и

осенним показателями. Наиболее активно гидролитическое расщепление углеводов в метровом слое происходило в погодных условиях недостаточно увлажненного 1998 года (в среднем 143,56 ед.).

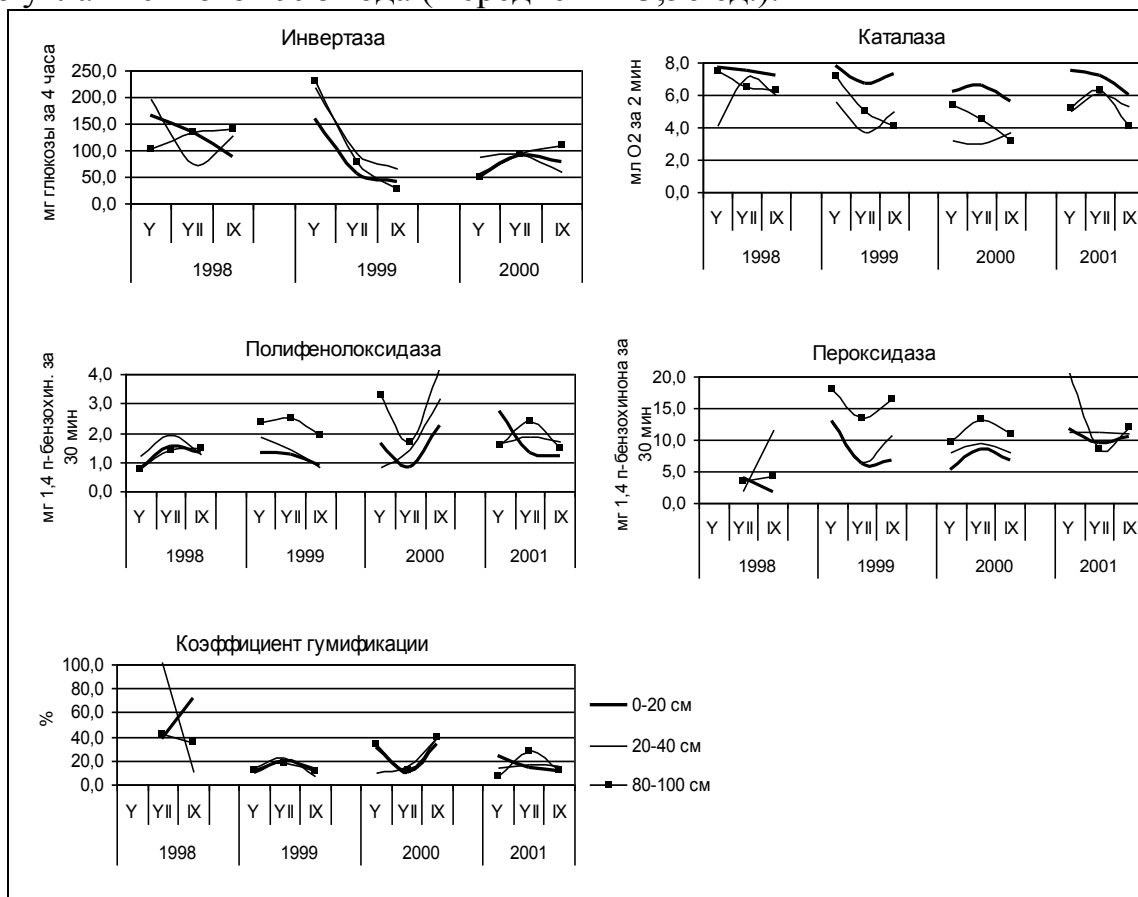


Рис. 42 Динамика ферментативной активности выработанного торфяника, ед. на 1 г в.с.п.

Высокая влажность в мае 1999 года в торфяной залежи в сочетании с невысокими температурами (не выше 11 °С) благоприятно сказывается на активности инвертазы. В исключительно сухом июле при прогревании всего метрового слоя до летних температур активность инвертазы резко снижается (в 1,5-3 раза) по сравнению с весенними показателями. В более влажный 2000 год в верхнем слое наибольшая активность фермента наблюдается в прохладном, дождливом июле, а в нижней части метрового слоя динамика инвертазной активности аналогична сезонной динамике 1998 года.

Таким образом, в верхнем слое 0-20 см инвертазная активность лимитируется влажностью, а в нижней части торфяной залежи, характеризующейся высокими влагозапасами, активность фермента определяется температурным фактором.

Каталаза. Каталаза входит в состав дыхательных ферментов. В результате ее активирующего действия осуществляется разложение ядовитой для живых клеток перекиси водорода на воду и кислород. Высокоактивный кислород, образующийся при участии каталазы, играет важную роль в

переносе электронов при синтезе органических соединений (Купревич, 1974). По мнению Т.Г. Зименко (1977), активность каталазы непосредственно связана с общей численностью и деятельностью основных групп микроорганизмов в почве.

В течение вегетационного периода общая каталазная активность в торфяной залежи выработанного торфяника изменяется от 3,03 до 7,81 мл $O_2/2$ мин (далее – ед.), при среднем значении 5,56 ед. Наибольшей каталазной активностью характеризуется слой 0-20 см (рис. 42) Самое активное проявление каталазной активности, как и инвертазной, отмечается в условиях недостаточно увлажненного 1998 года (6,49 ед.). Следует отметить, что динамика каталазной активности в верхнем слое 0-20 см, контрастном по гидротермическим параметрам, где постоянно наблюдаются устойчивые интенсивные окислительные условия, выражена слабо. Наиболее заметные колебания активности каталазы в течение вегетационного периода наблюдаются в более глубоких слоях. При этом выражена тенденция к увеличению активности фермента весной. И только в 2001 году наибольшая активность каталазы почти во всем метровом слое наблюдается в избыточно дождливый и прохладный июль.

Полифенолоксидаза. Гумификация органических веществ сопровождается проявлением высокой активности полифенолоксидазы, которая катализирует распад фенольных соединений до хинонов и воды при участии кислорода воздуха (Купревич, Щербакова, 1966; Чундерова, 1970; Хазиев, 1982; Щербакова, 1983; Туев, 1989; Гулько, Хазиев, 1992). Активность фермента полифенолоксидазы, в течение периода исследований изменяется в пределах 0,76–4,32 мг 1,4 п-бензохинона/30 мин (далее – ед.), при среднем значении 1,86 ед. и наиболее активно процесс гумификации протекает в нижней части метрового профиля.

Наименьшее проявление полифенолоксидазной активности в выработанном торфянике наблюдается в условиях 1998 года (1,43 ед). Более интенсивно процесс гумификации в метровом слое протекает в условиях теплого достаточно увлажненного 2000 года, характеризующегося регулярным выпадением осадков, при этом полифенолоксидазная активность в среднем за год составила 2,31 ед. Интересно отметить, что в этом году динамика полифенолоксидазной активности существенно отличается от динамики фермента в другие годы исследований. Как в аэробном (0-20 см), так и в анаэробном слоях (80-100 см) активность фермента имеет одну направленность: весенний и осенний максимумы и летний минимум.

В 2001 году в верхнем слое торфяной залежи наиболее оптимальные условия для гумификации формируются в теплом, сухом мае. В дальнейшем происходит снижение активности фермента от мая к сентябрю в 2,3 раза. Возможно, неблагоприятным фактором в данном случае послужили регулярные и обильные осадки, которые определили

протекание восстановительных процессов. В нижнем горизонте по мере прогревания торфяной залежи до активных температур в сочетании с высокой влажностью и восстановительными условиями наблюдается повышение активности полифенолоксидазы от мая к июлю в 1,5 раза и дальнейшее снижение к сентябрю почти до уровня мая (рис. 42).

Пероксидаза. Данный фермент осуществляет окисление органических кислот почвы (полифенолов, аминов и др.) за счет кислорода пероксида водорода и других перекисей, образующихся в результате жизнедеятельности микроорганизмов и некоторых оксидаз. Поэтому исследователи полагают (Мишустин, Никитин, 1961; Чундерова, 1970; Верзилина, 1997), что активность пероксидазы связана с минерализацией гумуса. Но как отмечают А.Е. Гулько и Ф.Х. Хазиев (1992), роль пероксидазы в процессах синтеза и распада гумусовых веществ еще до конца не выяснена.

Пределы изменения пероксидазной активности в рассматриваемом торфянике в течение вегетационного сезона составляют 1,52-20,65 мг 1,4 п-бензохинона/30 мин (далее – ед.), при среднем значении 9,63 ед. Установлено (рис. 42), что наиболее активно процесс разрушения гумусовых веществ протекает в нижних горизонтах метрового слоя. Активность фермента в торфяной залежи увеличивается в наиболее контрастные по условиям увлажненности годы: в сухом 1999 и влажном 2001 годах (11,15 и 11,42 ед. соответственно). Что касается сезонной динамики пероксидазной активности, то можно отметить закономерность, противоположную полифенолоксидазной.

Коэффициент гумификации (соотношение полифенолоксидазной активности к пероксидазной, выраженное в %) в метровом торфяном профиле изменяется от 7,6 до 104,6% при среднем значении 25,8%. Наибольшие величины отмечаются в 1998 году. Максимум коэффициента накопления гумуса в данном случае обусловлен, скорее всего, не столько повышением полифенолоксидазной активности, так как этот показатель в 1998 году в метровом профиле был минимален (1,43%), сколько невысокими темпами процесса разрушения гумусовых веществ, определяемого нами по активности фермента пероксидазы (4,42%).

Целлюлозолитическая активность. Целлюлозолитическая активность торфяников может служить интегральным показателем интенсивности трансформации углеродсодержащих органических соединений (Unger H., 1960; Минаева, 1974). В среднем за годы исследований целлюлозолитическая активность в метровом торфяном профиле изменяется в пределах от 0,0 до 67,1%, в среднем составляет 13%, но в целом характеризуется по шкале (Методы почвенной..., 1991) как слабая (табл. 38). В период наблюдений более высокая целлюлозолитическая активность отмечается в слое 0-40 см с устойчивыми окислительными условиями и влажностью торфяной залежи, близкой к 60% ПВ (1,5-67,1%). Вниз по торфяному профилю выражена тенденция к снижению активности целлюлозолитической мик-

рофлоры. Наименьшее разложение клетчатки в течение трех лет наблюдается в слое 60-80 см (0,2–8,0 %). Благоприятные условия для активной деятельности целлюлозолитической микрофлоры в 1998 и 2000 годах создаются в торфянике только к августу-сентябрю, а в сухом, теплом 1999 году целлюлозолитическая активность ед. достигает своего максимума в период июля-августа.

Таблица 38 Целлюлозолитическая активность выработанного торфяника, %

Годы	Глубина, см	Целлюлозолитическая активность, n*=4							
		май - июнь		июнь - июль		июль - август		август - сентябрь	
		M±md	Cv,%	M±md	Cv,%	M±md	Cv,%	M±md	Cv,%
1998	0-20	7,4 ± 1,40	38	32,6 ± 4,31	26	41,9 ± 4,81	23	26,3 ± 2,17	17
	20-40	7,3 ± 1,36	37	3,4 ± 0,70	41	11,4 ± 2,20	39	15,6 ± 2,10	27
	40-60	4,0 ± 0,39	20	4,3 ± 0,85	39	2,2 ± 1,19	107	7,4 ± 2,41	65
	60-80	4,0 ± 0,00	50	2,7 ± 0,39	29	2,5 ± 0,45	36	8,0 ± 0,31	8
	80-100	3,5 ± 0,95	55	5,7 ± 1,81	63	3,8 ± 1,06	56	14,8 ± 2,42	33
1999	0-20	15,0 ± 1,73	23	12,1 ± 1,23	20	45,5 ± 4,03	18	24,0 ± 0,00	39
	20-40	5,1 ± 0,68	27	1,5 ± 0,69	95	23,2 ± 1,95	17	12,5 ± 3,90	54
	40-60	1,3 ± 0,34	54	0,2	–	17,2 ± 4,47	52	14,4 ± 2,99	42
	60-80	3,0 ± 0,38	26	0,2 ± 0,10	87	5,0 ± 1,02	40	6,4 ± 1,64	51
	80-100	1,1 ± 0,15	27	0,9 ± 0,36	79	11,2 ± 1,03	18	8,0 ± 1,11	28
2000	0-20	9,4 ± 3,90	83	60,5 ± 1,95	6	60,3 ± 3,81	13	67,1 ± 4,28	13
	20-40	0,2	–	18,1 ± 0,47	5	37,7 ± 3,16	17	32,6 ± 2,55	16
	40-60	0,0	–	7,8 ± 0,42	11	6,0 ± 1,03	34	8,5 ± 2,77	65
	60-80	7,0 ± 1,75	50	2,7 ± 0,09	6	5,0 ± 1,10	44	7,5 ± 1,16	31
	80-100	10,2 ± 0,66	13	8,7 ± 0,86	20	8,6 ± 1,36	32	18,2 ± 1,25	14

Примечание: *n – число членов выборки; M – среднее; md – ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации, «–» – не определялось

Эмиссия CO₂. Количество выделяющегося исследуемым торфяником CO₂ в течение 4 лет изменяется в очень широких пределах (91,7-937,6 мг CO₂/м²*ч), что в 1,7-2,6 раза выше, чем, например, в маломощном осушенном пойменном торфянике Центральной части России, сформированным древесно-травяным видом торфа (120-183 мг CO₂/м²*ч) (Зайдельман, Шваров, 2001) и в 1,5-2,5 раза выше по сравнению с эмиссией торфяников Северо-Запада России, сложенных древесным и древесно-осоковыми видами торфа, используемыми под многолетние травы (124-206 мг CO₂/м²*ч, Донских, 1982).

Особый интерес представляет динамика интенсивности выделения CO₂ в отдельные годы. Так, минимальное количество диоксида углерода выделяется в течение вегетационного периода 2000 года (207,0 мг CO₂/м²*ч), характеризующегося достаточным увлажнением, высокой активностью полифенолоксидазы и целлюлозолитической микрофлоры. Наибольшее количество CO₂ выделяется из торфяника в июле и августе 1998 года (в среднем 430,9 мг CO₂/м²*ч). Погодные условия этого года

способствовали, как было отмечено выше, наибольшему проявлению активности ферментов каталазы и инвертазы.

Рассмотрим, какие факторы влияют на интенсивность выделения CO_2 . Как следует из рисунка 43, интенсивность выделения углекислого

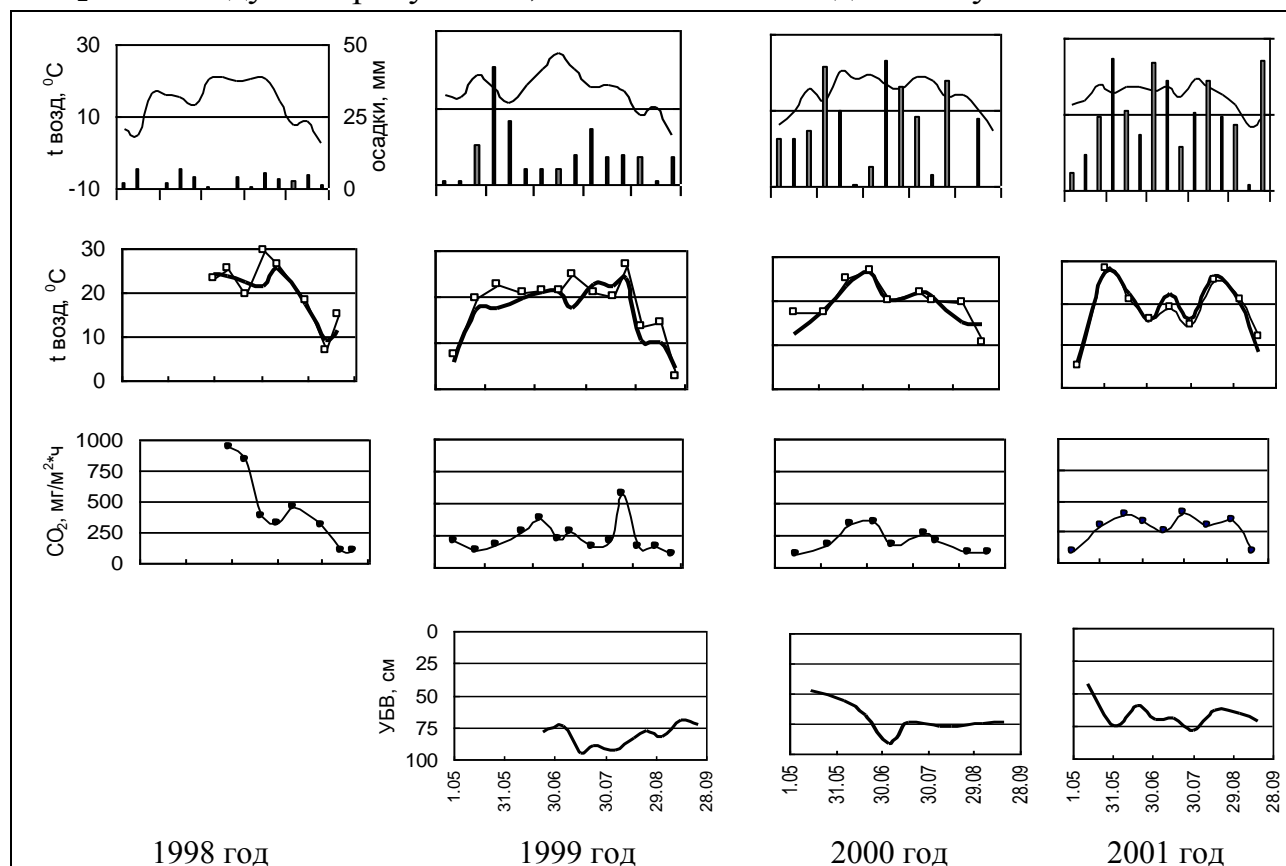


Рис. 43 Сезонная динамика выделения CO_2 выработанным торфяником. Обозначения: — температура на поверхности торфяной залежи, -○- температура на высоте 2 м

газа определяется температурой воздуха на высоте 2 м и температурой на торфянике, а также колебаниями УБВ. Полученные результаты позволили рассчитать годовой поток углерода с поверхности выработанного торфяника. В среднем за годы исследований торфяная залежь в год теряет с квадратного метра 214,0 г углерода. Наименьшие потери ОВ в виде годового потока углерода наблюдаются в условиях достаточно увлажненного 2000 года (177,8 г $\text{C}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$), а максимальный годовой поток отмечается во влажном 2001 году (250,5 г $\text{C}/\text{м}^2 \cdot \text{год}$).

Агрохимический режим

Среди подвижных соединений азота в торфянике преобладают аммонийные соединения (табл. 39). Содержание аммонийного азота в метровом слое в течение вегетационного периода изменяется в пределах 22,8 - 159,3 мг/100 г, при среднем значении 74,7, увеличиваясь с глубиной в 1,5 раза, что обусловлено высокой влажностью. Высокое содержание аммонийного азота наблюдается в сухом 1999 году (в среднем 86,6 мг/100г), а наименьшее – в недостаточно увлажненном 1998 году (60,1 мг/100г).

Таблица 39 Динамика элементов питания в выработанном торфянике, мг/100 г. с.п.

Глубина, см	Годы	Подвижные соединения			
		N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-20	1998	<u>22,8 - 64,0</u> 50,0	<u>4,4 - 33,2</u> 23,1	<u>69,7 - 173,5</u> 115,8	<u>следы - 23,9</u> 8,0
	1999	<u>59,5 - 104,0</u> 77,5	<u>17,1 - 37,0</u> 30,3	<u>95,0 - 155,4</u> 119,4	<u>18,7 - 23,8</u> 21,4
	2000	<u>56,5 - 59,7</u> 57,8	<u>8,8 - 31,4</u> 21,4	<u>58,6 - 102,5</u> 85,6	<u>14,0 - 43,5</u> 35,6
	2001	<u>42,3 - 79,9</u> 62,9	<u>10,0 - 23,4</u> 16,2	<u>112,8 - 142,4</u> 128,1	<u>8,6 - 31,6</u> 19,4
20-40	1998	<u>32,7 - 78,3</u> 48,7	<u>3,1 - 28,3</u> 16,2	<u>18,9 - 148,1</u> 80,6	<u>следы - 22,6</u> 9,5
	1999	<u>54,4 - 119,9</u> 78,3	<u>15,8 - 32,4</u> 22,8	<u>28,0 - 62,1</u> 46,9	<u>0,0 - 20,7</u> 12,6
	2000	<u>55,7 - 89,3</u> 75,8	<u>7,3 - 14,8</u> 11,7	<u>38,6 - 148,0</u> 84,4	<u>11,0 - 79,2</u> 52,3
	2001	<u>39,6 - 83,7</u> 68,6	<u>9,7 - 16,9</u> 14,1	<u>87,8 - 119,9</u> 102,9	<u>10,0 - 32,2</u> 22,4
40-60	1998	<u>32,0 - 96,1</u> 55,5	<u>4,6 - 14,9</u> 10,7	<u>11,0 - 112,8</u> 60,8	<u>11,5 - 18,0</u> 14,9
	1999	<u>61,2 - 147,8</u> 94,3	<u>6,1 - 21,4</u> 13,2	<u>34,7 - 149,6</u> 76,7	<u>0,0 - 24,0</u> 13,6
	2000	<u>61,3 - 93,7</u> 80,6	<u>6,8 - 11,1</u> 9,2	<u>34,0 - 101,0</u> 61,7	<u>15,2 - 58,2</u> 45,3
	2001	<u>40,9 - 87,5</u> 64,2	<u>11,6 - 14,1</u> 12,6	<u>49,5 - 69,3</u> 57,3	<u>следы - 32,4</u> 15,7
60-80	1998	<u>53,2 - 76,6</u> 60,0	<u>3,9 - 15,5</u> 8,6	<u>16,7 - 157,2</u> 82,4	<u>0,0 - 13,6</u> 4,6
	1999	<u>59,0 - 159,3</u> 94,2	<u>3,1 - 14,3</u> 9,2	<u>28,2 - 89,3</u> 55,3	<u>0,0 - 26,9</u> 15,0
	2000	<u>67,6 - 126,4</u> 98,5	<u>5,1 - 9,1</u> 7,5	<u>36,2 - 76,3</u> 51,8	<u>12,2 - 69,3</u> 62,2
	2001	<u>44,0 - 93,3</u> 71,3	<u>8,9 - 11,7</u> 10,3	<u>54,3 - 98,3</u> 75,9	<u>следы - 34,0</u> 15,4
80-100	1998	<u>72,1 - 97,8</u> 81,0	<u>следы - 12,0</u> 6,1	<u>19,3 - 124,8</u> 63,8	<u>0,0 - 13,9</u> 4,7
	1999	<u>53,7 - 134,6</u> 88,9	<u>6,3 - 15,7</u> 9,7	<u>19,7 - 59,5</u> 43,2	<u>8,7 - 23,9</u> 15,2
	2000	<u>71,0 - 126,2</u> 103,9	<u>3,8 - 6,2</u> 5,1	<u>15,7 - 55,6</u> 35,5	<u>12,2 - 50,0</u> 44,5
	2001	<u>64,0 - 94,5</u> 76,9	<u>8,0 - 10,4</u> 9,3	<u>66,2 - 74,5</u> 70,2	<u>следы - 31,5</u> 16,7

Примечание. Числитель – минимальное и максимальное содержание за период наблюдений; знаменатель – среднее содержание

Динамика содержания нитратного азота характеризуется значениями от следов до 37,0 мг/100г. Наибольшее накопление нитратного азота происходит в верхнем слое, который характеризуется низкими влагозапасами (влажность поддерживается около 60% от ПВ), высокими температурами и устойчивыми окислительными условиями. Вниз по торфяному профилю происходит снижение содержания нитратного азота в среднем в 3 раза.

В подтверждение полученным результатам выявлена отрицательная зависимость содержания нитратного азота от влажности и положительная

от температуры и величины ОВП. Коэффициенты парной корреляции равны соответственно – 0,56 и 0,33 и значимы при уровне значимости 0,05. В динамике нитратного азота практически во всем торфяном профиле наблюдается летний максимум его содержания.

Наиболее активно накопление нитратного азота в торфяной залежи осуществляется в сухие годы (1998, 1999 гг.) и в меньшей степени – во влажные годы (2000, 2001гг.).

Содержание подвижного фосфора в метровом слое изменяется в широких пределах – от 11,0 до 173,5 мг/100 г. при среднем значении 74,9. Таким образом, обеспеченность торфяника подвижным фосфором характеризуется оценкой от “очень низкая” до “очень высокая”. Следует подчеркнуть, что наибольшее содержание подвижного фосфора наблюдается в слое 0-20 см. В целом, в динамике подвижного фосфора наблюдается весенний максимум. В условиях недостаточно увлажненного 1998 года сезонная динамика характеризовалась контрастными значениями – от 27,1 весной до 143,3 мг/100 г летом. Осенью одновременно с охлаждением торфяного профиля и преобладанием восстановительных условий концентрация подвижного фосфора снижается примерно в 2 раза.

Динамика подвижных соединений калия изменяется от 0,0 до 79,2 мг/100 г. Обеспеченность торфяника подвижным калием варьирует от очень низкой до очень высокой. По сравнению с выработанными торфяниками Северо-Запада страны, сформированными аналогичным видом торфа (Аксенов, 1984), исследуемый торфяник содержит в 8 раз больше подвижного калия. С глубиной наблюдается тенденция к снижению содержания подвижного калия. На основании вышеизложенного можно отметить, что увеличение концентрации подвижного калия наблюдается в периоды с невысокой температурой.

Заключение

В торфяной залежи выработанного торфяника «Таган», образованного на заиленных песках древней ложбины стока, степень разложения торфа варьирует от 30 до 70%, а зольность имеет невысокие значения за исключением придонного слоя на глубине 100-140 см. Торфяной профиль характеризуется кислой реакцией среды, невысокими значениями суммы поглощенных оснований и подвижных форм железа.

Результаты наблюдений за динамикой некоторых параметров функционирования торфяно-болотной системы позволяют сделать следующие выводы. В торфяной залежи наблюдается неравномерность увлажнения верхнего слоя (до 50 см) и постоянное переувлажнение нижней полуметровой части метрового профиля, что определяется близким залеганием УБВ (43-95 см).

Метровый профиль выработанного торфяника прогревается до активных температур в последней декаде июля – в первой декаде августа, и

только в самый сухой год – в первой декаде июня. Летние температуры (более 15 °С) проникают на глубину от 40 до 100 см в отдельные годы и сохраняются на глубине 40 см от 12 до 113 дней, что составляет 9 и 84% от всего периода наблюдений. Наиболее контрастный температурный режим формируется в поверхностном слое (0-10 см) – от 7,2 до 31,4 °С.

В торфянике формируется контрастный окислительно-восстановительный режим – устойчивые окислительные условия в верхнем слое (40 см) и переменные окислительно-восстановительные условия в нижней части метрового профиля. В отдельные сухие годы окислительные условия распространяются на весь метровый профиль.

Рассмотренные выше условия образования торфяной залежи, благоприятные водно-физическими свойствами и соответственно гидротермический и окислительно-восстановительный режимы определили характер биологической активности. Динамика активности ферментов имеет следующую направленность: весенний и осенний максимумы и летний минимум. Процессы гумификации и минерализации гумусовых веществ, катализируемые ферментами полифенолоксидазой и пероксидазой, активнее происходят в нижней части метрового слоя. Во всем метровом слое выработанного торфяника активно происходит гидролитический распад углеводов, что подтверждается инвертазной активностью (29,29-232,55 ед.), в то время как активность целлюлозолитических микроорганизмов характеризуется как слабая, максимальные ее значения наблюдаются в сухие теплые годы в деятельном слое 0-40 см (до 67,1%).

Процессы трансформации азотсодержащих органических соединений протекают до стадии аммонификации с образованием аммонийного азота, содержание которого с глубиной увеличивается. Нитратный азот накапливается в верхнем слое торфяной залежи, при этом наиболее активно в сухие годы. Обеспеченность торфяника подвижным фосфором и калием характеризуется от очень низкой до очень высокой.

В целом, процессы биохимической трансформации ОВ торфов, слагающих остаточный торфяной профиль, замедлены, что объясняется гидротермическими условиями территории исследований. Полученные закономерности по биохимической трансформации ОВ выработанного торфяника были достоверно подтверждены увеличением подвижных соединений некоторых питательных элементов.

Таким образом, рекультивирование выработанного торфяника привело к улучшению водно-физических, гидротермических свойств, а также к усилению биологической активности и, как следствие, увеличению подвижности питательных элементов. Однако процессы трансформации ОВ торфов протекают медленнее, чем это наблюдается в торфах европейской территории России.

4. ТОРФЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ «СУХОЕ-ВАВИЛОВСКОЕ»

4.1. Природные условия и характеристика торфяного месторождения

Торфяное месторождение “Сухое-Вавиловское” (кадастровый номер 762) расположено в 0,5 км западнее села Бакчар, в одном километре на юго-восток от села Вавиловка, в 0,3 км восточнее села Сухое. В настоящее время торфяное месторождение числится как лесное угодье (Детальная разведка торфяного..., 1987) (см. рис. 14).

Объект расположен в долине р. Галка, на левобережной первой надпойменной террасе и частично пойме. Коренной склон долины имеет высоту до 5-10 м и постепенно переходит в озерно-аллювиальную водораздельную равнину с абсолютными отметками поверхности 110-120,6 м. Водораздельная озерно-аллювиальная равнина в пределах площади водосбора торфяного месторождения имеет плоский нерасчлененный рельеф. Исследуемый объект протягивается вдоль левобережья р. Галки почти на 17 км с юго-запада на северо-восток до впадения ее в р. Бакчар. Ширина торфяного месторождения практически равна ширине левобережной части долины р. Галки и изменяется от 0,5 до 1,5 км. Поверхность торфяного месторождения имеет уклон преимущественно к юго-востоку в сторону русла р. Галки, которая служит водоприемником.

Современные болотные образования представлены низинным торфом и органо-минеральными отложениями. Преобладающими видами торфа являются осоковые, осоково-гипновые, древесные. Максимальная мощность торфяной залежи равна 7,6 м, средняя – 2,84 м (без очеса). Болотные образования на всей площади подстилаются пылеватыми глинами.

Площадь торфяной залежи в нулевой границе составляет 2146 га, в промышленной границе – 1571 га. В 1978 году было проведено осушение юго-восточной части торфяного месторождения на площади 284 га, с расстоянием между осушителями 40 м. Ширина картового канала 2-2,5 м, глубина – 2 м. Стенки обрывистые. Подготовлено к добыче торфа 197 га. Из них в период с 1985 по 1989 годы выработано для производства удобрений 50 га. Таким образом, длительность осушения после добычи торфа составляет 17 лет. В настоящее время выработанная часть месторождения не используется в хозяйстве и находится в стадии заболачивания.

Участок покрыт вторичной лугово-злаковой растительностью: мятлик болотный (*Poa palustris*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), вейник тупоколосковый (*Calamagrostis obtusata*), мятлик луговой (*Poa pratensis*). Моховой ярус хорошо развит и сложен *Marschandia polymorpha* и *Pohlia nutans*, проективное покрытие 50%. Кустарниковый ярус представлен ивой, подростом сосны и березы с проективным покрытием менее 5% (Разработать научные основы..., 1997).

Торфяник образовался на первой надпойменной террасе в условиях богатого водно-минерального питания поверхностно-сточными водами с прилегающей водосборной площади и в результате затопления водами р. Галки во время весеннего половодья. При этом создавались благоприятные условия для массового размножения пресноводных моллюсков (воды богаты кальцием, с хорошей аэрацией). Нижние горизонты торфяной залежи сформированы высокозольным тростниковым торфом (275-320 см) со степенью разложения 50-60%. В последующий период развивался древесно-гипновый фитоценоз. В результате сформировался полуметровый слой хорошо разложившегося, высокозольного древесно-гипнового торфа.

Появление на глубине 200-225 см в составе древесно-гипнового торфа вислоусых рачков свидетельствует о значительном повышении в дальнейшем степени обводнения этой территории, что способствовало угнетению древесного яруса, развитию травяного покрова и нашло отражение в виде отложения небольшого слоя травяно-гипнового торфа. Последующее увеличение степени обводнения жесткими грунтовыми водами, в которых содержится значительное количество растворимых солей кальция, привело к формированию мощного горизонта (175 см), сложенного гипновым торфом, характеризующимся высокой степенью разложения (40-50%). В целом данный торфяник сложен высокозольными торфами (12,0-52,0%), с повышенным содержанием кальция. Мощность оставшегося слоя торфяной залежи варьирует от 2,2 до 4,0 м. В 1998 году в центре карты был выбран опытный участок площадью 30 м².

4.2. Общетехнические и физико-химические свойства торфов

Метровый слой оставшейся торфяной залежи гипнового состава характеризуется довольно широким диапазоном изменения водно-физических свойств (табл. 40). На глубине 20-50 см отмечается значительное уплотнение торфяного слоя, что, возможно, связано с режимом половодья в период формирования этого горизонта. В связи с карбонатностью почвообразующих пород торфяная залежь характеризуется нейтральной реакцией почвенного раствора ($pH_{\text{сол}}=7,1-7,5$), значительным накоплением поглощенных оснований (до 495,00 мг-экв/100г в.с.п.), и небольшими значениями гидролитической кислотности 0-11,71 мг-экв/100 г в.с.п. (табл. 41).

Как показал анализ литературных источников (глава 1), выработанные торфяники имеют невысокое содержание минерального азота и характеризуются преимущественно низкой и средней обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и калия (табл. 41, рис. 44).

Как уже было упомянуто в главе 1, в целинных низинных торфяниках на долю минеральных соединений приходится не более 1% общего азота, а в освоенных торфяниках – до 1,5-3,0 % (Ефимов, Царенко,

1992). На основании данных по фракционному составу азота можно сделать вывод, что по содержанию минеральных соединений азота исследуемый торфяник обладает высоким эффективным плодородием.

Таблица 40 Водно-физические свойства торфяной залежи

Глубина, см	Зольность, %	Плотность сложения		Порозность, % от объема торфа	Полная влагоемкость, в % от веса с. п.
		г/см ³	Плотность твердой фазы		
0-10	12,0	0,17	1,54	89,0	523,3
10-20	18,5	0,23	1,68	86,3	375,3
20-30	45,8	0,43	2,22	80,6	187,4
30-40	52,0	0,44	2,37	81,4	185,1
40-50	50,8	0,49	2,40	79,5	162,3
50-60	51,5	0,35	2,44	86,6	244,6
60-70	48,4	0,32	2,33	86,2	269,5
70-80	48,4	0,28	2,36	88,1	314,7
80-90	43,0	0,32	2,20	85,4	267,1
90-100	42,0	0,23	2,09	89,0	386,9

Содержание подвижного фосфора в профиле торфяника изменяется в пределах 0,4-145,8 мг/100г и соответствует обеспеченности торфяной залежи подвижным фосфором от очень низкой до очень высокой (Артюшин, Державин, 1984). Наибольшее количество фосфора отмечается в верхнем слое 0-20 см, что обусловлено его биологической аккумуляцией и, отчасти, появлением новой растительности. Аналогичный факт выявлен и другими исследователями (Донских 1982, Пацевич 1984, Бахнов 1986, и др.). Высокое содержание подвижного фосфора наблюдается также

в придонных слоях торфяной залежи, сложенной древесно-гипновым и тростниковым видами торфа (до 107,2 мг/100 г), что объясняется близостью подстилающих пород, обогащенных в том числе и фосфором. Однако подвижными соединениями калия (2,4 - 19,1 мг/100г) рассматриваемый торфяник не обеспечен.

Ранее нами было установлено (Инишева и др., 1991, 1994, 1996), что в отличие от торфов европейской части России, западносибирские торфа обогащены железом. Причину этого некоторые исследователи находят во влиянии мощных залежей сидеритов Колпашевского железорудного бассейна зоны активного водообмена (на глубине 150-200 м) (Архипов и др., 1988), поэтому формирующиеся в этой зоне железистые минеральные воды, которые встречаются во многих водоносных горизонтах и комплексах четвертичных отложений, оказывают интенсивное воздействие на геохимические особенности торфяных месторождений. Так, в исследуемой торфяной залежи отмечаются значительные колебания содержания подвижных соединений железа (6,9-1147,5 мг/100 г), при этом их увеличение наблюдается в горизонтах с высокой зольностью.

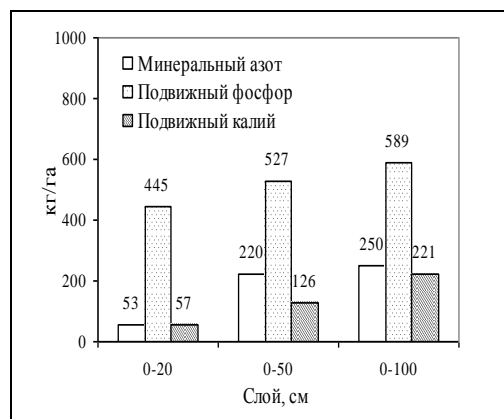


Рис. 44 Запасы элементов питания в торфяной залежи, кг/га

Таблица 41 Агрохимические свойства торфяной залежи

Глубина, см	А, %	рН сол	Нг	S	Подвижные соединения, мг/ 100 г в.с.п.		
			мг*экв/100 г в.с.п.	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0-10	12,0	7,2	11,71	232,29	215,2	145,8	11,5
10-20	18,5	7,2	8,78	488,00	224,1	59,7	13,4
20-30	45,8	7,3	2,92	494,83	197,0	3,2	5,8
30-40	52,0	7,2	0,00	493,86	1148	12,5	9,6
40-50	50,8	7,4	0,00	495,81	463,9	1,6	5,3
50-60	51,5	7,3	0,00	495,81	533,4	0,4	5,3
60-70	48,4	7,4	0,00	494,83	247,2	0,8	3,8
70-80	48,4	7,4	0,00	491,90	26,1	5,2	5,3
80-90	43,0	7,5	0,00	494,83	6,9	3,2	2,4
90-100	42,0	7,2	0,00	493,86	209,3	13,4	2,8
100-125	43,2	7,4	1,46	488,00	89,6	1,6	6,7
125-150	38,1	7,3	11,71	494,83	199,5	4,1	7,7
150-175	30,5	7,2	8,78	493,86	247,2	43,4	8,4
175-200	19,5	7,1	1,46	456,77	287,1	107,2	7,7
200-225	27,2	7,2	1,46	493,86	406,3	80,8	6,7
225-250	21,8	7,4	0,00	491,90	274,8	23,1	5,8
250-275	27,5	7,3	2,92	493,86	291,6	61,7	6,7
275-300	31,5	7,3	0,00	464,58	254,6	86,1	11,5
300-325	40,2	7,3	2,92	409,92	252,2	67,8	19,2
>325	81,6	7,2	8,78	80,03	–	–	–

Рассмотрим особенности фракционного состава органического вещества торфов, слагающих остаточную торфяную залежь данного торфяника. На долю общего углерода ($C_{\text{общ}}$) приходится 6,44-27,62% массы сухого торфа. Наименьшей «обуглероженностью» характеризуются горизонты, сформированные высокозольными торфами. Максимальное содержание общего углерода наблюдается на глубине 10-20 см (27,62%).

Следует отметить высокое содержание $C_{\text{общ}}$ в нижней части торфяной залежи. Как рассматривалось выше, накопление общего углерода в нижних горизонтах может происходить в результате вторичных процессов гидратации и частично карбоксилирования.

Основная доля углерода в торфяной залежи гипнового состава приходится на негидролизуемый остаток (14,13–58,93% от $C_{\text{общ}}$), за исключением самых верхних горизонтов, где процесс трансформации ОВ в условиях хорошей аэрации протекает очень активно с образованием гуминовых и фульвокислот (рис. 45).

Среди гумусовых веществ в торфяной залежи преобладают гуминовые кислоты (ГК), общее содержание которых в торфянике изменяется от 5,12 до 41,33% от $C_{\text{общ}}$. Интересно отметить, что в торфяной залежи содержится, в среднем, одинаковое количество гуминовых и фульвокислот (ФК), соответственно 19,2 и 19,8% от $C_{\text{общ}}$. Однако, в

отличие от ГК, распределение ФК по торфяному профилю равномерное с постепенным снижением до 12,28% от $C_{\text{общ}}$. Согласно Т.Т. Ефремовой (1992), погребение торфяного пласта, сопряженное с ухудшением окислительной обстановки, может быть причиной восстановления фульвокислот как более окисленных соединений и перехода их в гуминовые кислоты, отсюда наблюдается снижение с глубиной содержания фульвокислот. В составе ГК доминируют третья фракция (GK_3) – 0,09-21,58% от $C_{\text{общ}}$ и свободные гуминовые кислоты (GK_1) – 2,33-8,03% от $C_{\text{общ}}$ (табл. 42).

Согласно Т.Т. Ефремовой (1992), именно третья фракция является важным резервом формирования термодинамически устойчивого гумуса в условиях осушения. Анализ литературных данных (Ефремова, 1975; Ефимов, 1980; Бамбалов, 1983) позволяет сделать заключение, что содержание второй фракции ГК, связанной с кальцием («черные» или «серые» гуминовые кислоты по Д.С. Орлову (1990), в торфах обычно низкое. И только в торфяных залежах с высоким содержанием кальция эта фракция ГК может достигать половины и более всех гуминовых кислот.

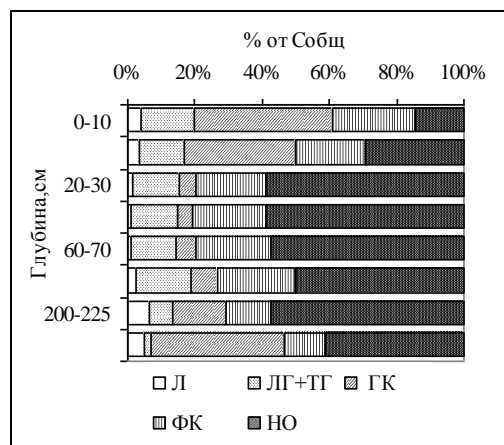


Рис. 45 Содержание отдельных групп органического вещества, % от $C_{\text{общ}}$. Обозначения: Л – липиды, ГК – сумма гуминовых кислот, ФК – сумма фульвокислот, ЛГ+ТГ – сумма гидролизуемых веществ, НО – негидролизуемый остаток.

Таблица 42 Фракционный состав гуминовых кислот в торфяной залежи, % от $C_{\text{общ}}$

Глубина, см	Вид торфа	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты			
		1	2	3	сумма	1а	1+2	3	сумма
0-10	гипновый	8,03	12,78	20,52	41,33	2,95	20,93	0,88	24,76
10-20	гипновый	5,58	6,05	21,58	33,2	2,68	17,16	0,87	20,71
20-30	гипновый	5,02	0,01	0,09	5,12	0,66	17,31	2,78	20,75
40-50	гипновый	2,33	0,20	2,02	4,55	1,86	17,18	2,64	21,68
60-70	гипновый	2,55	0,67	2,71	5,93	2,55	17,14	2,91	22,10
100-125	гипновый	4,28	0,34	3,32	7,94	4,06	15,4	3,64	23,10
200-225	древ.-гипновый	7,24	0,56	8,02	15,83	2,03	7,03	4,05	13,11
275-300	тростниковый	6,87	15,87	16,57	39,31	1,50	8,16	2,62	12,28

В то же время наши исследования показывают, что при наличии повышенного содержания кальция в торфяной залежи в интервале 3000-20700 мг/кг при среднем значении 13800 (Белова, 2001) отмечается низкое содержание «серых» ГК. Возможно, высокое содержание карбоната кальция в торфянике тормозит превращение растительных остатков и

способствует консервации продуктов неполной гумификации. Ранее это было установлено при изучении ОВ высокозольных торфяников Белоруссии и Московской области (Ковалев и др., 1980; Плоткина, 1983). Слабое взаимодействие ГК торфа с карбонатом кальция подтверждено специальными исследованиями данных авторов.

Органический азот представлен преимущественно фракцией негидролизующего азота (N_{но}) (70-89% от N_{общ}), при этом относительная величина негидролизующего остатка практически не меняется по профилю торфяной залежи (табл. 43).

Таблица 43 Фракционный состав азота в торфяной залежи

Глубина, см	Ботанический состав	N общ, %	мг/100 г а.с.в.			% от N общ			N нг, %
			N мин	N лг	N тг	N мин	N лг	N тг	
0-10	гипновый	2,693	12,88	228,62	289,80	0,48	8,49	10,76	80,27
10-20	гипновый	2,762	13,68	194,55	102,57	0,50	7,04	3,71	88,75
20-30	гипновый	0,627	25,17	82,69	8,98	4,01	13,19	1,43	81,37
40-50	гипновый	0,677	11,87	71,23	26,27	1,75	10,51	3,87	83,87
60-70	гипновый	0,694	9,41	69,97	29,40	1,36	10,08	4,24	84,32
100-125	гипновый	0,924	12,35	128,77	49,98	1,34	13,94	5,41	79,31
200-225	древ.-гипновый	1,635	15,26	128,18	61,04	0,93	7,84	3,73	87,50
275-300	тростниковый	2,172	26,49	149,07	83,16	1,22	6,86	3,83	88,09

Примечание: а.с.в. – абсолютно сухое вещество, N_{общ} – общий азот, N_{мин} – минеральный азот, N_{лг} – легкогидролизующий азот, N_{тг} – трудногидролизующий азот, N_{нг} – негидролизующий азот

4.3. Функционирование выработанной торфяно-болотной экосистемы

Погодные условия

Согласно оценке влагообеспеченности по ГТК (Рутковская, 1985), вегетационный период 1998 года на территории исследований можно охарактеризовать как недостаточно увлажненный (ГТК=0,83), 1999 года – как сухой (ГТК=0,51), 2000 года – средний по влагообеспеченности (ГТК=1,02), а вегетационный период 2001 года можно отнести к умеренно-увлажненному (ГТК=1,30) (табл. 44).

Вегетационный период 2001 года по сумме температур выше 10 °С был наиболее теплым, а самый прохладный – в 1999 году. Характерной особенностью всех лет исследований является теплый сухой май. При этом аномально теплым (средняя температура воздуха выше нормы на 5,8 °С) и очень засушливым был май 1999 года. По условиям теплообеспеченности заметно отличался холодный июнь 1999 года. Июнь в 2000 г. и 2001 г. характеризовался повышенной среднесуточной температурой воздуха, по сравнению со среднемноголетней. По обеспеченности осадками можно выделить очень дождливый июнь 2001 года, а в остальные годы осадков в этом месяце выпадало меньше нормы.

За период исследований наиболее жаркая и сухая погода в июле наблюдалась в 1998 году и в особенности в 1999 году, когда осадков выпало всего 7,9% от нормы. В то время как в 2001 году июль

Таблица 44 Погодные условия в годы исследований, ГМС Бакчар

Годы	Месяцы				
	май	июнь	июль	август	сентябрь
Среднесуточная температура воздуха, °С					
1998	8,7	15,0	20,2	17,8	6,2
1999	14,5	12,9	20,5	14,7	6,8
2000	10,2	17,1	17,4	16,1	8,6
2001	14,6	16,1	15,7	16,2	-
Норма	8,7	15,4	18,0	14,1	8,9
Осадки, мм					
1998	20,3	53,4	39,7	62,0	75,0
1999	12,3	44,0	5,9	48,7	25,0
2000	41,2	46,9	61,3	62,8	32,5
2001	25,1	77,1	76,9	109,3	-
Норма	45,0	67,0	75,0	84,0	46,0
ГТК по Селянинову					
1998	0,03	0,98	0,64	1,12	1,64
1999	0,27	0,51	0,1	1,09	1,76
2000	1,03	0,91	1,13	1,27	0,01
2001	0,04	1,55	1,47	2,18	-
Сумма температур за период с температурой больше 10 °С					
1998	1913,4				
1999	1877,3				
2000	1933,4				
2001	1965,2				

характеризовался как холодный и дождливый.

В августе среднесуточная температура воздуха во все годы исследований была выше нормы, при этом самый жаркий август наблюдался в 1998 году (средняя температура воздуха выше нормы на 3,7°С). В то же время по условиям влагообеспеченности август характеризуется как средний во все годы за исключением 2001 года, когда выпало осадков 195% от нормы.

Сентябрь в годы исследований по условиям влагообеспеченности (исходя из данных по ГТК) можно охарактеризовать как средний и только в 2000 году как сухой. Заметно выделяется избыточно увлажненный сентябрь 1998 года,

когда осадки превысили норму в 1,6 раз. В сентябре 1998 и 1999 годов среднесуточная температура воздуха была ниже среднемноголетней. В сентябре 2000 года средняя температура воздуха держалась в пределах нормы. Таким образом, сухие годы (1998-й и 1999-й) сменились более влажными и теплыми (2000-й и 2001-й).

Гидротермический режим

За период исследований уровни болотных вод (УБВ) в выработанном торфянике изменялись от 14 до 125 см от поверхности (табл. 45). Наибольшее снижение УБВ отмечалось в условиях сухого 1999 года. В динамике УБВ наблюдаются следующие закономерности: весенний максимум, обусловленный таянием снега, затем летнее снижение (август) на 53-98 см и осенний подъем (сентябрь) на 20-43 см.

Влажность метрового слоя практически весь период вегетации поддерживается в пределах 0,8 ПВ-1,0 ПВ (полной влагоемкости), за исключением верхнего корнеобитаемого слоя (0-20 см), который характеризуется довольно контрастным водным режимом (рис. 46). Необходимо отметить тот факт, что в торфяном профиле выделяется слой

от 30 до 50 см, в котором влагозапасы превышают 80% ПВ, то есть данный слой постоянно переувлажнен, что объясняется водно-физическими свойствами данного слоя.

Таблица 45 Динамика уровней болотных вод в см от поверхности почвы

Год	Май	Июнь		Июль			Август		Сентябрь			Среднее
	Декады											
	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	
1999	-	120	-	-	90	-	-	125	113	-	102	104
2000	18	28	54	87	-	81	112	116	83	73	-	72
2001	14	31	54	48	39	-	67	67	-	-	47	46

В целом, в динамике влагозапасов хорошо прослеживается следующая закономерность: максимальное увлажнение наблюдается во второй декаде мая, затем отмечается снижение до пределов 0,6 ПВ и менее, а в дальнейшем повышаются к сентябрю до 1,0 ПВ.

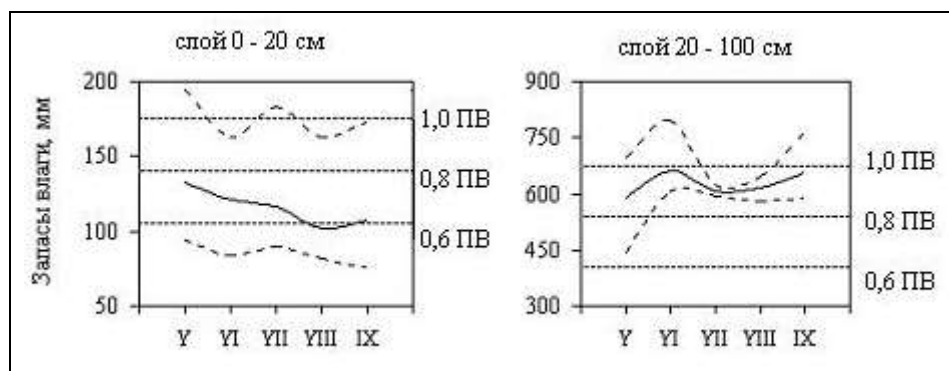


Рис. 46 Динамика послойных запасов влаги в торфяной залежи (1998 - 2001 гг.): — среднее значение запасов влаги, мм; --- экстремальные значения запасов влаги, мм

Рассмотрим температурный режим выработанного торфяника за 4 года и в разные по метеорологическим условиям годы (рис. 47). За вегетационный период весь метровый слой прогревается до активных температур (более 10 °С) в первой - второй декаде июля, а в наиболее сухой год – во второй декаде июня. Глубина проникновения летних температур в отдельные годы достигает 40 - 100 см. Летние температуры сохраняются на глубине 40 см от 26 до 67 дней, или соответственно, 20 и 66% от периода наблюдений. В целом можно отметить, что наиболее контрастные температуры наблюдаются в слое 0-30 см и составляют 1,4 - 29,8 °С.

В погодных условиях 1998 года изотерма в 10 °С опускается на глубину 100 см в первой декаде июля и сохраняется на этой глубине до конца вегетационного периода. Летние температуры (более 15 °С) проникают на глубину 40 см во второй декаде июля и поддерживаются до второй декады сентября (в течение 67 дней).

Вегетационный период 1999 года был прохладнее и значительно суше 1998 года. В мае в торфяной залежи еще наблюдаются температуры

менее 5 °С. Вместе с тем, в отличие от предыдущего года, изотерма 10 °С опускается на глубину 1 м во второй декаде июня. В конце июля, когда отмечаются высокие температуры воздуха и минимальное количество осадков, весь метровый слой прогревается до летних температур, которые на глубине 20 см продолжают 67 дней, а на метровой глубине – 33 дня, что, соответственно, составляет 52 и 26% от периода наблюдений. В слое 0-10 см отмечаются наиболее экстремальные температуры: от 4,7 до 29,3 °С. В сентябре происходит снижение температуры до 18 °С в верхнем слое 0-10 см и до 12 °С на глубине 40-50 см.

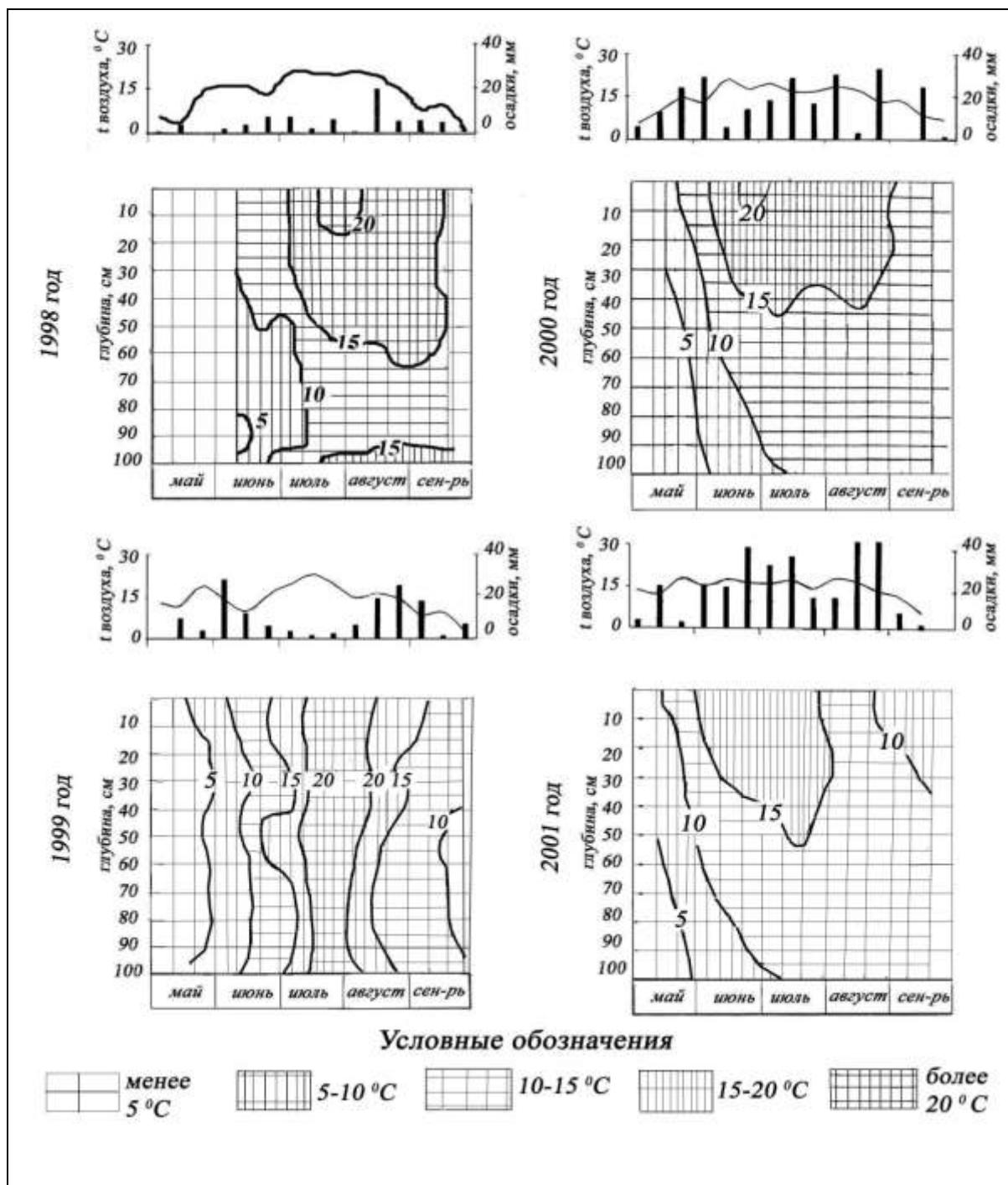


Рис.47 Температурный режим в торфяной залежи

Активные температуры во всем метровом торфяном профиле в 2000 году, в отличие от 1999 года, наблюдаются только со второй декады июля, а максимальная глубина распространения летних температур в этом году ограничивается 40 см. На глубине 20 см летние температуры сохраняются на 18 дней дольше, чем в прошлом году.

В 2001 году в связи с облачной дождливой погодой отмечается меньшее прогревание торфяной залежи. Изотерма в 10 °С опускается на глубину 100 см во второй декаде июля. Максимальная глубина проникновения летних температур (выше 15 °С) составляет 50 см. Необходимо подчеркнуть, что в погодных условиях этого года не отмечается температур выше 20 °С даже в поверхностном слое торфяной залежи. Снижение температуры воздуха в конце августа и в сентябре, а также регулярные обильные осадки обусловили значительное охлаждение слоя 0-20 см (до 4,4 - 7,7 °С).

Сопоставление полученных данных с результатами температурного режима осушаемых пойменных торфяников этой же зоны (Махлаев, 1995) показывает, что выработанный торфяник террасного залегания значительно холоднее.

Окислительно-восстановительные условия. За период наблюдений величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) в метровом слое торфяника изменяется от (-387) до (+827) мВ, что свидетельствует о контрастности окислительно-восстановительных условий. В пределах торфяной залежи можно выделить три слоя по окислительно-восстановительным условиям: верхний, 0-10 см, где пределы колебаний ОВП составляют от -220 до +827 мВ и, следовательно, преобладают резко окислительные процессы; переходный, 10-20 см, в котором происходит смена восстановительных условий на окислительные, а величина ОВП изменяется в пределах от -321 до +780 мВ и слой глубже 20 см, характеризующийся практически постоянным переувлажнением, где наблюдаются устойчивые восстановительные условия: значения ОВП изменяются от -387 до +794 мВ (рис. 48). В недостаточно увлажненном 1998 году устойчивые окислительные условия постоянно наблюдаются в поверхностном слое, распространяясь на глубину 20 см в первой декаде сухого августа. Ниже 20 см в торфянике в течение всего вегетационного периода доминируют восстановительные процессы.

В мае 2001 г. и в период со второй декады мая по июнь 2000 г. восстановительные условия отмечаются во всем торфяном профиле. Это может быть связано с очень высокими УБВ в этот период (14-31 см). В дальнейшем по мере снижения УБВ и подсыхания верхнего слоя торфяной залежи, формируются устойчивые окислительные условия в слое 0-10 см, которые сохраняются до конца вегетационного сезона.

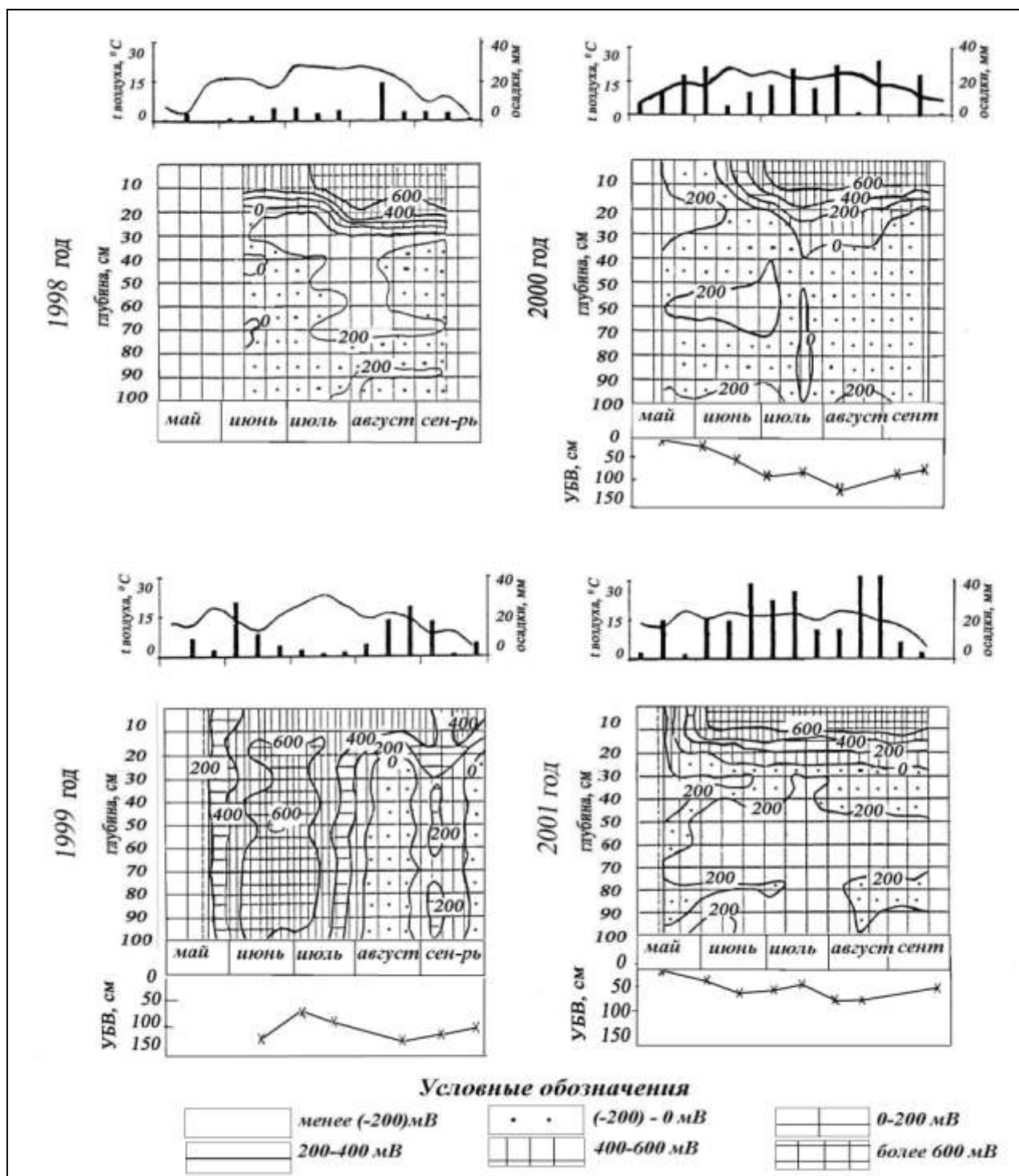


Рис. 48 Окислительно-восстановительный режим

В отличие от вегетационного периода других лет наблюдений, в сухом 1999 году окислительные процессы распространяются по всей глубине залежи, а низкие значения ОВП, характеризующие восстановительные условия, были зарегистрированы в мае, в августе и в конце сентября. Окислительные условия, наблюдаемые в течение длительного времени в торфянике, обусловлены резким прогреванием и снижением влагозапасов торфяной залежи, а также увеличением

интенсивности биологических процессов, что подтверждается также корреляционным анализом. Так, установлена обратная зависимость между ОВП и влажностью ($r=-0,49$) и прямая связь ОВП с содержанием нитратного азота ($r=0,60$).

Восстановительные условия, формирующиеся в торфянике глубже 20 см в августе после сухого периода можно объяснить интенсивным прогреванием торфяника при постоянной высокой влажности, особенно в слое 30-50 см. Так, известно (Сиухина, 1972), развитие восстановительных процессов возможно при сильном увлажнении и относительно высоких температурах (8-15 °С). Некоторые учёные (Кауричев и др., 1982; Мукина, 1999) связывают это явление с усилением микробиологической деятельности при высоких температурах торфяной залежи и увеличением скорости поглощения кислорода.

Таким образом, в рассматриваемом торфянике устойчивые окислительные условия постоянно наблюдаются только в поверхностном слое, а слои, расположенные ниже, характеризуются преимущественно восстановительными условиями. И только в сухие годы окислительные процессы проникают глубоко в торфяную залежь.

Биологический режим

Инвертаза. Инвертазная активность в метровом профиле выработанного торфяника имеет широкий интервал значений – 8,50-153,66 мг глюкозы /4 часа/ г (далее по тексту единицы измерения - ед.) (рис. 49).

Наиболее активно гидролиз углеводов происходит в слое 0-40 см и в весенне-осенний период. Вниз по торфяному профилю, с увеличением влажности инвертазная активность снижается, что ранее отмечалось и другими исследователями (Маштаков и др., 1954; Переверзев, Алексеева, 1980; Широких, 1990).

Вместе с тем, отмеченная закономерность весенне-осеннего максимума активности инвертазы в выработанном торфянике была нарушена в сухом 1999 году, когда УБВ поддерживался на уровне 72-125 см при невысоких значениях влажности – 0,6-0,8 ПВ.

Каталаза. Общая каталазная активность изменяется в метровом слое от 3,17 до 51,21 мл O₂ / 2 мин (далее – ед.). Вниз по профилю отмечается тенденция к увеличению общей каталазной активности в 2-10 раз, что объясняется увеличением содержания окислов марганца и железа, которые вызывают неферментативное разложение перекиси водорода.

В годы исследований наибольшая активность каталазы в среднем в метровом профиле наблюдается весной, в это время температура торфяной залежи еще не превышает 10 °С, что совпадает с температурным оптимумом деятельности фермента – 0-10 °С (Купревич, Щербакова, 1966). Весенний максимум активности каталазы в выработанных торфяниках выяв-

лен и другими авторами (Ефремова и др., 1973, 1978; Переверзев и др., 1970; Зименко, 1977).

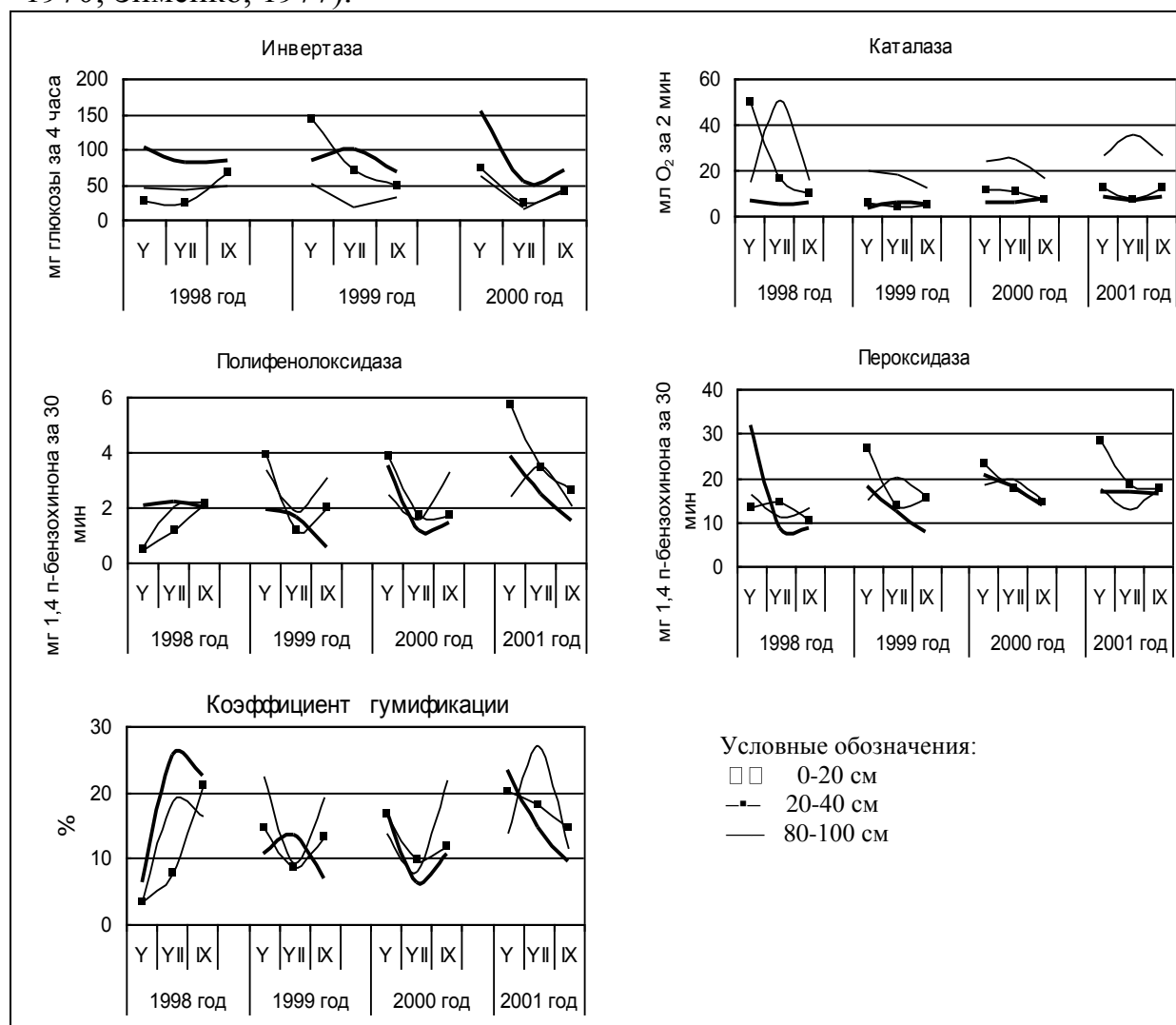


Рис. 49 Динамика ферментативной активности в торфяной залежи выработанного торфяника, ед. на 1 г в.с.п.

Постоянно высокая активность каталазы отмечается в нижних слоях профиля. В то же время погодные условия отдельных лет оказывают существенное влияние на каталазную активность. Так, достаточно высокая активность фермента в торфяной залежи отмечается в погодных условиях более влажных 1998, 2000 и 2001 годах.

Полифенолоксидаза. В метровом слое торфяной залежи полифенолоксидазная активность изменяется в пределах от 0,42 до 5,73 мг 1,4 бензохинона / 1 мин (далее – ед.), при среднем значении 2,35 ед. Известно, что реакции с участием фенолоксидоредуктаз протекают наиболее активно в условиях достаточного увлажнения и пониженной температуры (Ефремова и др., 1978). Полифенолоксидаза катализирует разложение фенольных соединений до хинонов и воды при участии кислорода. В связи с этим многие авторы полагают, что в анаэробных условиях активность данного фермента полностью ингибируется.

Результаты наблюдений показывают, что максимальная активность полифенолоксидазы в выработанном торфянике зафиксирована в условиях умеренно влажного 2001 года (в среднем 3,11 ед.), когда торфяная залежь в течение всего вегетационного периода характеризовалась высокой влажностью, низкими значениями ОВП, а УБВ не опускался ниже 100 см. Таким образом, высокая влагонасыщенность не является лимитирующим фактором для полифенолоксидазной активности в выработанном торфянике. Отсутствие ингибирующего эффекта высокой влагонасыщенности на активность полифенолоксидазы было выявлено ранее и в опытах некоторых исследователей (Воинова, 1980; Тарарина, 1984). Вероятно, в процесс окисления полифенолоксидазой фенольных соединений вовлекается кислород воздуха, растворенный в болотной воде, а также образовавшийся в результате биохимических реакций.

В верхнем, аэробном слое наиболее активно процесс гумификации происходит весной, когда торфяная залежь насыщена влагой и кислородом, а к осени интенсивность процесса, как правило, снижается. В нижних горизонтах в сентябре активность полифенолоксидазы почти всегда выше, по сравнению с верхними.

Пероксидаза. В выработанном торфянике активность пероксидазы в среднем в 8 раз выше, чем активность полифенолоксидазы, на основании чего можно предположить, что процесс разрушения гумусовых веществ происходит значительно интенсивнее, чем их синтез. За годы исследований пероксидазная активность в метровом профиле торфяной залежи изменяется от 6,22 до 31,74 мг 1,4 бензохинона / 1 мин (далее – ед.).

Активность пероксидазы как фермента, относящегося к классу оксидоредуктаз, определяется окислительно-восстановительными условиями. Так, по мнению И.С. Кауричева и Д.С. Орлова (1982), при затоплении почв и глубоком анаэробии, когда ОВП снижается до 100-200 мВ и даже приобретает отрицательные значения, можно ожидать распада гуминовых кислот. Это предположение подтверждается активностью пероксидазы, наибольшие значения которой наблюдаются в нижних горизонтах, где развиваются восстановительные условия. Особенно ярко эта закономерность проявляется в условиях 2001 года, когда торфяная залежь характеризуется высокой влажностью и пониженными температурами.

Соотношение процессов синтеза и ресинтеза ОВ хорошо прослеживается по коэффициенту накопления гумуса, определяемое как соотношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы, выраженное в процентах. В метровом профиле выработанного торфяника этот показатель изменяется от 3 до 30%, что свидетельствует о невысокой интенсивности накопления гумуса. Динамика ферментативной активности в метровом слое характеризуется преимущественно весенне-осенними максимумами на фоне более низких летних значений. Высокий весенний пик потенциальной ферментативной активности обусловлен, вероятно, следующим:

зимой в торфяной залежи накапливаются продукты разложения ОВ, так как их потребление микроорганизмами в этот период заторможено, а весной, при наступлении благоприятных температурных условий, высокая степень сохранности ферментов обуславливает их активное участие в процессах трансформации ОВ, на что указывает также Т.А. Щербакова (1983).

Обобщая изложенные выше данные, можно сделать вывод, что связь ферментов с отдельными параметрами гидротермического и окислительно-восстановительного режимов имеет в основном не абсолютный, а опосредованный характер, проявляющийся через другие факторы.

Целлюлозолитическая активность. Целлюлозолитическая активность выработанного торфяника изменяется от 0 до 10,2%, что характеризует ее как очень слабую (Методы почвенной..., 1991) (табл. 46). Процесс разрушения целлюлозы охватывает весь метровый профиль, но протекает с разной интенсивностью. Наибольшая целлюлозолитическая активность наблюдается в самом верхнем слое, где преобладают, преимущественно устойчивые окислительные условия. Максимальная активность целлюлозолитических микроорганизмов в среднем в метровом слое торфяной залежи наблюдается в 1998 году (4,2%), а наименьшая в 1999 году (2,4%).

Таблица 46 Целлюлозолитическая активность выработанного торфяника, % (n=4)

Годы	Глубина, см	май-июнь		июнь-июль		июль-август		август-сентябрь	
		M±md	Cv,%	M±md	Cv,%	M±md	Cv,%	M±md	Cv,%
1998	0-20	-	-	1,0 ± 0,56	109	7,9 ± 1,61	41	3,6 ± 0,95	52
	20-40	-	-	1,2 ± 0,15	26	6,2 ± 0,33	11	3,2 ± 0,61	39
	40-60	-	-	1,8 ± 0,54	58	6,0 ± 0,96	32	5,2 ± 0,46	18
	60-80	-	-	2,1 ± 0,67	63	5,0 ± 0,95	38	2,5 ± 0,69	55
	80-100	-	-	2,6 ± 0,65	49	5,4 ± 0,36	14	9,3 ± 2,56	55
1999	0-20	1,9 ± 0,38	40	1,1 ± 0,15	28	10,5 ± 1,35	26	5,4 ± 0,53	20
	20-40	1,9 ± 0,54	55	1,1 ± 0,53	95	4,8 ± 1,06	44	2,3 ± 0,79	69
	40-60	0,7 ± 0,24	69	2,0 ± 0,27	27	2,3 ± 0,25	22	1,7 ± 0,23	27
	60-80	0,6 ± 0,32	115	2,3 ± 0,12	11	1,9 ± 0,35	36	1,9 ± 0,48	51
	80-100	0,5 ± 0,17	54	3,0 ± 0,37	24	1,4 ± 0,53	68	1,4 ± 0,23	34
2000	0-20	2,8 ± 0,56	39	6,7 ± 1,13	33	6,0 ± 1,65	55	9,1 ± 0,69	15
	20-40	0,9 ± 0,03	6	0,9 ± 0,15	32	1,8 ± 1,63	153	2,4 ± 0,12	10
	40-60	3,2 ± 1,06	58	1,0 ± 0,25	51	0,9 ± 0,09	20	4,4 ± 0,45	20
	60-80	0,2	-	1,9 ± 0,21	21	0,7 ± 0,12	37	4,8 ± 0,51	21
	80-100	0,0	-	3,6 ± 0,33	18	2,3 ± 0,45	39	5,0 ± 0,39	16

Примечание: n – число членов выборки; M – среднее; md – ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации, «-» – не определялось

Эмиссия CO₂. Динамика выделения CO₂ изменяется в экстремальных значениях (-25,3 - 473,0 мг CO₂/м²*ч). Интенсивность выделения CO₂

увеличивается к середине лета с постепенным снижением к осени (рис. 50).

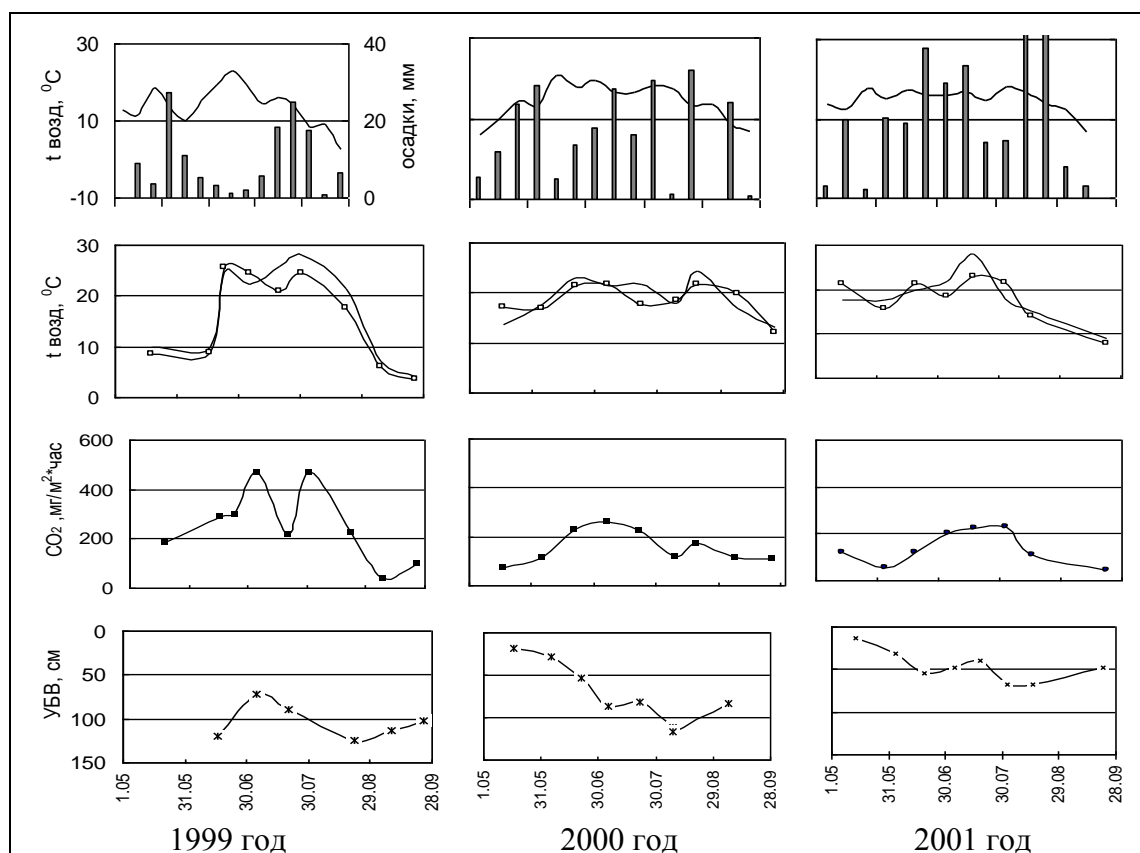


Рис. 50 Сезонная динамика выделения CO_2 выработанным торфяником. Обозначения: — температура воздуха на поверхности торфяной залежи, —○— температура воздуха на высоте 2 м

За годы исследований наибольшая интенсивность выделения CO_2 отмечается в сухой, контрастный по гидротермическим и окислительно-восстановительным условиям, 1999 году как по средним ($256,7 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{м}^2\cdot\text{ч}$), так и по максимальным значениям.

В более влажные годы (2000 - 2001 годы), когда активность гидролитических процессов в торфяной залежи снижается, а окислительно-восстановительных, с участием ферментов фенолоксидоредуктаз, напротив, возрастает, наблюдается более низкая интенсивность выделения CO_2 (в 1,6–1,8 раз).

Полученные результаты по сезонной динамике выделения CO_2 позволили рассчитать величину годового потока углерода. В среднем выработанный торфяник теряет $134,9 \text{ гС}/\text{м}^2\cdot\text{год}$. Наибольшие потери ОВ в виде годового потока углерода наблюдаются в условиях сухого 1999 года ($217,5 \text{ гС}/\text{м}^2\cdot\text{год}$), а минимальные – в умеренно увлажненный 2001 год ($109,9 \text{ гС}/\text{м}^2\cdot\text{год}$).

Таблица 47 Достоверные коэффициенты корреляции между интенсивностью выделения CO₂ и параметрами гидротермического и окислительно-восстановительного режимов (n=23)

Параметр	r
Уровень болотных вод	-
Температура в слое 0-10 см	0,45
Температура в слое 0-40 см	0,46
ОВП в слое 0-20 см	0,43
ОВП в слое 0-40 см	0,61
ОВП в слое 0-100 см	0,56

Примечание: « - » - коэффициент корреляции не достоверен при уровне значимости 0,05. ОВП – окислительно- восстановительный потенциал; n – число наблюдений

Для установления зависимости между интенсивностью выделения CO₂ и показателями гидротермического и окислительно-восстановительного режимов был проведен корреляционный анализ (табл. 47). В наибольшей степени интенсивность выделения CO₂ зависит от колебаний ОВП, особенно в верхнем 40-сантиметровом слое (r=0,61).

Агрохимический режим

Содержание аммонийного азота в метровом слое изменяется в очень широких пределах: от следов до 3509,7 мг/100 г, при среднем значении 758,4 мг/100 г. Пределы колебаний нитратного азота составляют 0,1-27,0 мг/100 г, при среднем значении 4,2 мг/100 г. Содержание аммонийного азота в торфянике существенно превышает аналогичные по ботаническому составу выработанные торфяники Белоруссии, (0,33–5,50 мг/100г, Богомазова, 1985), в то время как содержание нитратного азота в изучаемых торфяниках в 3 раза меньше.

Наибольшее количество аммонийного азота отмечается в переувлажненной нижней части метрового слоя торфяной залежи (табл. 48). В свою очередь нитратный азот активнее накапливается в верхнем слое 0-40 см.

Более активно образование аммонийного азота происходит весной с понижением в 2-3 раза к осени. Наиболее благоприятные условия для интенсивного накопления аммонийного азота сложились в 1998 году, когда в среднем за год в метровом слое накапливается 1068,4 мг/100 г аммонийного азота. Данный год характеризуется и наибольшей активностью каталазы. Это согласуется с положением о том, что в процессе биохимической аммонификации принимают активное участие ферменты класса оксидоредуктаз (Славнина, Инишева, 1987).

Процесс аммонификации наименее выражен в условиях умеренно увлажненного 2001 года, несмотря на то, что в метровом профиле наблюдались невысокие температуры и влажность, близкая к 80% от ПВ (575,6 мг/100 г). Учитывая тот факт, что в этом году наблюдалась наибольшая активность ферментов оксидоредуктаз, можно предположить, что в данный период сочетание гидротермических и окислительно-восстановительных условий способствовало более глубоким процессам трансформации ОВ.

Содержание нитратного азота за все годы исследований было высоким в верхнем слое торфяной залежи, достигая максимальных

значений до 27 мг/100г. Вниз по профилю торфяной залежи (до глубины 1 м) количество нитратного азота снижается до 0,6 - 1,7 мг/100 г. Проведенный корреляционный анализ показал зависимости содержания нитратного азота от ОВП ($r=0,60$).

Таблица 48 Динамика элементов питания в торфяной залежи, мг/100г в.с.п.

Глубина, см	Годы	Подвижные соединения			
		N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-20	1998	<u>следы - 211,4</u> 99,8	<u>1,9 - 10,7</u> 6,2	<u>180,5 - 455,7</u> 314,6	<u>следы - 8,6</u> 2,9
	1999	<u>64,7 - 158,9</u> 99,2	<u>8,8 - 26,7</u> 20,6	<u>80,6 - 325,9</u> 208,1	<u>10,0 - 20,3</u> 14,7
	2000	<u>88,8 - 117,36</u> 98,8	<u>7,8 - 16,3</u> 11,1	<u>175,8 - 331,1</u> 240,9	<u>34,9 - 61,2</u> 43,8
	2001	<u>74,8 - 95,8</u> 83,4	<u>4,4 - 15,0</u> 10,1	<u>246,4 - 444,2</u> 313,6	<u>5,2 - 28,2</u> 16,3
	1998	<u>394,1 - 2554,2</u> 1150,5	<u>следы - 6,1</u> 2,8	<u>997,5 - 1114,5</u> 1049,8	<u>следы - 5,6</u> 1,9
20-40	1999	<u>123,5 - 275,4</u> 182,8	<u>2,8 - 27,0</u> 11,5	<u>540,6 - 2211,9</u> 1108,8	<u>9,6 - 13,6</u> 11,3
	2000	<u>161,7 - 623,1</u> 447,7	<u>1,2 - 7,6</u> 4,0	<u>797,5 - 2059,0</u> 1302,5	<u>37,8 - 46,0</u> 41,9
	2001	<u>87,5 - 315,0</u> 231,5	<u>1,6 - 4,2</u> 3,0	<u>1074,9 - 1637,8</u> 1279,6	<u>4,0 - 13,8</u> 8,9
	1998	<u>797,5 - 3470,8</u> 1696,5	<u>следы - 2,1</u> 1,0	<u>665,6 - 944,1</u> 812,4	<u>следы - 19,2</u> 7,7
	1999	<u>627,00 - 648,6</u> 634,6	<u>2,0 - 4,9</u> 3,2	<u>1044,9 - 1600,1</u> 1305,9	<u>0,0 - 7,3</u> 4,5
40-60	2000	<u>431,0 - 1008,6</u> 720,1	<u>следы - 2,4</u> 1,4	<u>950,0 - 1082,8</u> 1032,4	<u>34,7 - 53,6</u> 41,5
	2001	<u>241,0 - 1552,3</u> 689,9	<u>следы - 1,6</u> 0,9	<u>1083,8 - 1561,5</u> 1249,8	<u>3,4 - 8,8</u> 6,2
	1998	<u>931,6 - 3509,7</u> 2220,6	<u>следы - 1,4</u> 0,6	<u>518,2 - 908,9</u> 750,4	<u>следы - 5,0</u> 1,7
	1999	<u>780,8 - 2614,4</u> 1450,3	<u>0,6 - 2,4</u> 1,7	<u>1114,6 - 1427,8</u> 1256,9	<u>3,6 - 7,3</u> 5,9
	2000	<u>464,8 - 1470,4</u> 1078,1	<u>следы - 2,0</u> 1,2	<u>709,3 - 1439,4</u> 1051,6	<u>32,5 - 34,0</u> 33,4
60-80	2001	<u>354,6 - 1228,8</u> 853,6	<u>следы - 1,1</u> 0,6	<u>932,8 - 1043,7</u> 972,0	<u>1,6 - 9,9</u> 6,8
	1998	<u>504,2 - 922,8</u> 755,8	<u>следы - 1,8</u> 0,8	<u>976,3 - 1528,1</u> 1337,8	<u>следы - 8,0</u> 2,7
	1999	<u>852,0 - 1678,4</u> 1159,4	<u>0,4 - 2,1</u> 1,1	<u>1709,5 - 2364,6</u> 1987,6	<u>1,6 - 9,4</u> 6,2
	2000	<u>735,0 - 1326,1</u> 982,8	<u>следы - 2,0</u> 1,1	<u>769,7 - 1381,3</u> 1132,0	<u>37,8 - 44,2</u> 41,2
	2001	<u>814,1 - 1340,1</u> 1019,7	<u>следы - 1,7</u> 0,9	<u>1289,5 - 1448,8</u> 1368,8	<u>3,5 - 10,6</u> 7,9

Примечание. Числитель – минимальное и максимальное содержание за период наблюдений, знаменатель – среднее значение

Рассматриваемый торфяник высоко обеспечен подвижным фосфором, достигающим значений 80,6-2364,6 мг/100 г, при среднем значении 1003,8. Вниз по профилю содержание подвижных соединений фосфора резко возрастает. Это обусловлено высокой зольностью ниже лежащих слоев и зна-

чительным содержанием фосфора в подстилающих породах. Наиболее интенсивное накопление подвижных соединений фосфора в метровом слое, как и нитратного азота, отмечается в сухом 1999 году (в среднем за год 1173,5 мг/100 г).

Выше отмечалось, что осушенные торфяники характеризуются крайне низким содержанием подвижных соединений калия вследствие слабой способности ОВ прочно фиксировать калий и образовывать с ним устойчивые соединения. В торфяной залежи выработанного торфяника содержание подвижного калия изменяется от 0,0 до 61,2 мг/100 г, при среднем значении 15,4 мг/100 г (табл. 48). В течение вегетационного периода наибольшее количество подвижного калия наблюдается в верхнем слое 0-20 см, с глубиной отмечается тенденция к снижению его содержания. Аналогичную закономерность в осушенных торфяниках ранее констатировали В.П. Царенко (1976), И.Н. Донских (1982).

Заключение

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что свойства выработанных торфяников определяются условиями торфообразования, гидрологическими условиями и ботаническим составом торфов, слагающих остаточную торфяную залежь. В целом данный торфяник, располагающийся на первой надпойменной террасе и подстилаемый пылеватыми глинами, сложен высокозольными (12,0-52,0%), преимущественно гипновыми торфами с повышенным содержанием кальция и железа. Карбонатность почвообразующих пород определяет нейтральную реакцию почвенного раствора и накопление поглощенных оснований. Торфяник плохо выработан, оставшаяся мощность торфяной залежи достигает 2-3 м.

Водно-физические свойства свидетельствуют об уплотненном характере торфяной залежи, особенно на глубине 20-50 см. Согласно данным фракционного состава азота, исследуемый торфяник по содержанию подвижных питательных соединений обладает высоким эффективным плодородием. Обеспеченность торфяной залежи подвижным фосфором изменяется от очень низкой до очень высокой. В то же время торфяник недостаточно обеспечен подвижными соединениями калия. Во фракционном составе органического вещества торфов, слагающих остаточную торфяную залежь, преобладает негидролизуемый остаток. Среди гумусовых веществ доминируют гуминовые кислоты (5,12 до 41,33% от $C_{\text{общ}}$).

Неблагоприятные водно-физические свойства торфяной залежи определяют практически постоянное ее переувлажнение (0,8 ПВ-1,0 ПВ) за исключением поверхностного слоя 0-20 см, который характеризуется контрастным водным режимом (0,6 ПВ до 0,8 ПВ).

Устойчивые окислительные условия постоянно наблюдаются только в поверхностном слое (0-20 см), а ниже расположенные слои торфяной залежи характеризуются преимущественно восстановительными условиями.

И только в сухие годы окислительные процессы активизируются в метровом слое торфяной залежи. Наиболее контрастный температурный режим характерен для слоя 0-20 см.

На основании рассмотренных гидротермических и окислительно-восстановительных условий исследуемого торфяника можно заключить, что на процессы, протекающие в залежи, оказывает существенное влияние гидроморфный фактор, характерный для территории Западной Сибири. В торфяной залежи гипнового состава, в которой длительное время в течение вегетационного периода сохраняются гидроморфные условия, в целом можно констатировать невысокую биологическую активность. Исследуемый торфяник характеризуется повышенной активностью окислительно-восстановительных ферментов. В динамике ферментативной активности в метровом слое выделяется весенний максимум на фоне более низких летних значений. В сухие годы интенсивность гидролитических процессов увеличивается, что подтверждается повышением инвертазной, целлюлозолитической активности, увеличением количества выделенного CO_2 .

Изучение динамики элементов питания показывает, что в торфяной залежи подвижный азот представлен главным образом аммонийной формой, наибольшее содержание которого отмечается в нижней части метрового слоя торфяной залежи. Нитратный азот накапливается преимущественно лишь в поверхностном горизонте. Выявлено, что на накопление нитратного азота в торфянике сильное влияние оказывают значения ОВП. В сухие годы увеличивается содержание подвижных соединений отдельных элементов питания (нитратный азот, фосфор), что свидетельствует об активизации процессов минерализации органического вещества.

На основании вышеизложенного можно отметить, что в исследуемом выработанном торфянике интенсивность процессов трансформации органического вещества в целом невысокая, что обусловлено гидроморфными условиями территории исследования. Процессы трансформации органического вещества в значительной степени определяются активностью окислительно-восстановительных процессов. Процессы гидролитического расщепления органических соединений более активно осуществляются в поверхностном горизонте.

Послесловие

Настоящая монография подводит итог почти пятидесятилетнему периоду исследования выработанных торфяников Томской области. В Западной Сибири таких торфяников немного и, казалось бы, возникает вопрос, стоит ли их изучать? Площадь разрабатываемых торфяных месторождений в Сибири занимает не более 70 тыс. га. Но необходимо заметить, что, как правило, такие торфяники отбирались для освоения вблизи крупных городов и поселков. Причем, это происходило в такие времена, когда об экологии торфяных болот еще не было и речи. Только позже, благодаря исследованиям белорусских ученых, появилась возможность разделять торфяные ресурсы по целевым фондам их использования. Так появились охраняемый, земельный, запасной, разрабатываемый фонды торфяных ресурсов.

Исследования ученых по критериям выделения целевых фондов показали, что площадь охраняемого фонда должна быть не менее 15% от общей площади торфяных болот. Например, к охраняемым торфяным месторождениям должны быть отнесены торфяные болота, расположенные в зоне 5-10 км у населенных пунктов с численностью населения от 20 до 100 тыс. человек и 10-30 км при численности населения свыше 100 тыс. человек. При наличии в городе предприятий химической промышленности защитная зона увеличивается еще на 25%.

При освоении торфяных месторождений Сибири никто эти разумные требования не соблюдал. В результате осваивались месторождения на территориях с развитой инфраструктурой, то есть вблизи городов и поселков, в то время как многие из этих месторождений следовало ввести в охраняемый фонд. ***Именно поэтому в предлагаемой читателям работе особое внимание уделено инвентаризации выработанных торфяников, и на примере Томской области показано их состояние после освоения.***

Основной экологической особенностью выработанных торфяников является то, что эти площади представляют собой днища болот с сохраненным, как правило, небольшим (0,3-0,5 м) слоем остаточного торфа, для которого в условиях Сибири характерны высокая вариабельность мощности (до 4 м) и склонность к вторичному заболачиванию при наличии повышенного увлажнения и затрудненного стока поверхностных вод.

Другая экологическая особенность выработанных торфяников любого региона заключается в высокой их пожароопасности. Поэтому сразу после их выработки надлежит определить их дальнейшее использование. Это также является задачей рационального использования торфяных ресурсов. Нельзя забывать, что проблема рационального использования и воспроизводства торфяных ресурсов имеет экономическое и социальное значение для будущих поколений людей. Торфяные месторождения являются одним из компонентов экологических систем и играют важную роль в регулировании природных процессов в биосфере.

Критериями рационального использования выработанных торфяников могут служить геоморфологическое положение, способ добычи, тип залежи, видовой состав торфов, расположение, потребности местных организаций в направлениях использования.

Так при выборе сельскохозяйственного направления рекультивации необходимо учитывать устойчивость органического вещества остаточной торфяной залежи к микробному разложению, которая определяется химическим составом слагающих ее торфов. Целью проведения сельскохозяйственной рекультивации остаточного слоя торфа после разработки торфяного болота является создание особого типа почв, позволяющих получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур при условии максимально возможного сохранения запасов органического углерода.

В условиях добычи торфа на месторождении нарушаются естественные процессы в торфяной залежи. Чтобы оценить степень этого влияния, необходимо провести изучение режимов (гидротермического, окислительно-восстановительного, биохимического и др.) на протяжении ряда разных по погодным условиям лет. Только такие исследования могут обеспечить знание сущности процессов, протекающих в оставшемся слое выработанных торфяников и позволить в дальнейшем составить прогноз их изменения при разном использовании, в том числе и в сельскохозяйственном производстве. *По этой причине основное внимание в данной работе было уделено изменению свойств и режимов двух разных по генезису торфяников (торфяные месторождения «Таган» и «Сухое-Вавиловское»).*

Генетические условия их образования определили особенность водного режима и разную степень трансформации органического вещества торфов, слагающих оставшуюся торфяную залежь. Если выработанный торфяник с преобладанием торфов древесного вида, подстилаемых супесчаным грунтом, вполне пригоден для сельскохозяйственного использования, то торфяник с торфяной залежью гипнового состава и подстилаемый грунтом суглинистого состава, мало пригоден для использования в сельскохозяйственном производстве и даже для посева многолетних трав. Оптимальное его использование – вторичное заболачивание. Именно эти вопросы подробно обсуждаются в работе.

Следует также иметь в виду, что остаточный слой торфа выработанных торфяников представляет собой более глубокий и, следовательно, древний горизонт торфяной залежи, который содержит органическое вещество в достаточно устойчивом к разложению состоянии. Темпы и направления трансформации остаточного слоя торфа, влияющие на скорость перехода соединений в доступное растениям состояние, могут отличаться от таковых в верхних, более молодых горизонтах мелиорированных и выработанных торфяников. Поэтому проблема рационального использования выработанных торфяников связана с необходимостью оценки биохимиче-

ской устойчивости торфов и разработки диагностических показателей возможности сельскохозяйственной рекультивации.

Так, ранее проведенные нами исследования показали, что торфа по степени устойчивости к потере углерода располагаются в следующий ряд: фускум – сфагновый мочажинный – пушицево-сфагновый – осоково-гипновый – осоковый – вахтовый – шейхцериевый верховой – древесный – шейхцериево-сфагновый верховой – травяной – древесно-травяной – древесно-осоковый. В качестве диагностических показателей устойчивости берется содержание в торфе гуминовых кислот и кислотности. *Отсюда следует, что первоочередному вовлечению в сельскохозяйственное производство подлежат выработанные площади низинного типа, сложенные торфами древесной и древесно-травяной групп с высокой степенью разложения.* Критерием предпочтительности того или иного направления использования выработанных торфяников является способность к восстановлению исходного функционирования болот и инициирования процесса торфонакопления.

Над чем предстоит поработать в будущем?

Эволюция экосистем приобретает с каждым годом все большее значение как предмет экологического прогноза развития биосферы. Причина заключается, как отмечается многими учеными, в увеличении интенсивности воздействия на экосистемы. Выработку торфяных месторождений можно отнести к наиболее сильному и быстродействующему воздействию, которое, будучи наложенным на случайное распределение природных факторов, порождает новый случайный процесс. Если принять во внимание, что болотные экосистемы относятся к сложным открытым системам, то согласно И.Пригожину и И. Стейнберс (1986), они обладают высокой чувствительностью к флуктуациям, и даже самые малые флуктуации могут усиливаться и изменять всю структуру таких систем. Наши исследования показали, что даже в условиях гумидного климата, способствующего агрессии болотообразовательного процесса, не всегда происходит возобновление торфообразовательного процесса.

Направление эволюции определяется условиями торфообразования и ботаническим составом торфов, слагающих остаточную торфяную залежь выработанного торфяника. Для условий Западной Сибири вопрос трансформации органического вещества торфов (или биохимической устойчивости) остается открытым. Необходимы длительные стационарные исследования эволюции выработанных торфяников в разных климатических зонах и на разных по генезису торфяно-болотных экосистемах, чтобы ответить на вопрос, как обеспечить наиболее эффективную самоорганизацию болотной экосистемы и последующий переход ее состояния на прогнозируемый уровень. Такие исследования возможны при лесном, сельскохозяйственном и других направлениях хозяйственного использования выра-

ботанных торфяников, но не исключается и повторное заболачивание выработанной торфяно-болотной экосистемы. В этом случае система вновь возвращается к своему первозданному состоянию, депонируя углерод в виде органической массы (торфа) на протяжении тысячелетий.

Мы не считаем данный подход бесспорным и окончательным и, тем не менее, убеждены, что на современном этапе в основу рационального использования торфяных болот должен быть положен научный подход, позволяющий объективно оценивать динамику современных природных процессов в торфяно-болотных экосистемах при их освоении и разрабатывать сценарии оптимизации их биосферно совместимого использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абеле Э. Почву теплиц выгодно заменить торфом // Сад и огород. – 1959. – № 2
2. Абызов С.С. Процессы фиксации азота при компостировании кислых торфов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1962. – С.21.
3. Акишин Л.И. Эффективность удобрений при окультуривании перелогов // Труды ВИУА. – М., 1961. – Вып. 38. – С.45-49.
4. Аксенов С.М. Биологическая рекультивация выработанных торфяников Северо-Запада РСФСР и оптимизация минерального питания растений // Моделирование почвообразовательных процессов гумидной зоны. Тр. Биологического НИИ ЛГУ им. Жданова. – Л., 1984. – Вып.35. – С. 91-114.
5. Алексеева А.Ю., Снегирева А.В. Выработанные торфяные месторождения под многолетние травы. – Л.: Колос, 1977. – 79 с.
6. Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку: Эл. М., 1978. – 252 с.
7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
8. Аристархова В.Е. Влияние микрофлоры на минерализацию торфа при его компостировании // Информационный бюллетень. – Иркутск, 1968. – Вып. 3. – С.71-72.
9. Аристархова В.Е. О торфяных удобрениях и их использовании в комплексе с другими удобрениями: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск., 1969. – 17 с.
10. Артемьева Т.И., Некрасова К.А., И.А. Вертоградская, Ю.В. Зверков, Т.М. Борисович, Л.Н. Крылова. Биологическая активность выработанных торфяников на первых этапах их окультуривания // Почвенная фауна и биологическая активность осушенных и рекультивируемых торфяников. – М.: Наука, 1980.– С. 83-101.
11. Артюшин А.Н., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 208 с.
12. Архипов В.С., Резчиков В.И., Смольянинов С.И., Мышова Т.С. Микроэлементы в торфе месторождений Обь-Иртышского междуречья // Химия твердого топлива.– 1988. – N 9. – С. 25-27.
13. Афанасик Г.И. Белковский В.И., Даутина Д.Б. и др. Методика установления режимов рационального использования торфяных почв // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. трудов БелНИИМиЛ. – Т. XLV. – Минск. – 1998. – С. 10-29.
14. Бамбалов Н.Н. Стадии антропогенной эволюции осушенных торфяных почв // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных почв: Материалы межд. конф. – Минск, 2000. – С. 7-11.
15. Бамбалов Н.Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения. - Минск: Наука и техника, 1984. - 175 с.
16. Бамбалов Н.Н. Минерализация и трансформация органического вещества мелиорированных торфяных почв при их сельскохозяйственном использовании (на примере торфяных почв Белоруссии): Дис... д-ра с.-х. наук.– Минск, 1983. – 497 с.
17. Бамбалов Н.Н. Преобразование органического вещества в процессе естественной и антропогенной эволюции торфяных почв // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: Доклад межд. конф. – Минск, 2001. – С.142-145.
18. Бамбалов Н.Н., Беленькая Т.Я. Фракционно-групповой состав органического вещества целинных и мелиорированных торфяных почв // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1431-1437.
19. Барсуков А.И. Эволюция маломощных торфяных почв под влиянием мелиорации // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. трудов БелНИИМиЛ. – Т. XLIII. – Минск. – 1996. – С. 240-248.

20. Бахнов В.К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. – Новосибирск: Наука, 1986. – 193 с.
21. Белковский В.И., Даутина Д.Б., Савенкова Н.А. Проблемы сельскохозяйственного использования и повышения плодородия антропогенных почв, формирующихся на месте сработанных торфяников // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. трудов БелНИИМиЛ. – Т. XLVIII. – Минск. – 2000. – С. 192- 207.
22. Белова Е.В. Выработанные торфяные почвы южно-таежной подзоны Западной Сибири, свойства и особенности их функционирования: Дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2003. - 192 с.
23. Белова Е.В. Элементный состав выработанных торфяных почв Томской области // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: Материалы Всеросс. научн.-практ. конф., 11-13 июля 2001 г. - Красноярск, 2001. – С.102-104.
24. Березова Е.Ф., Ремпе Е.Х. Влияние бактериализации на микрофлору компоста // Труды Всес. НИИ с.-х. микробиологии. – 1958 . – Т. XIV. – С.95.
25. Блинков Г.Н. О торфе в Западной Сибири и его использовании в сельском хозяйстве // Первая научная сессия ВУЗов, объединенных Западно-Сибирским Советом по координации научно-исследовательской работы: тезисы докл. – Томск, Изд-во ТГУ, 1963. – Вып. 2. – С.32.
26. Блинков Г.Н. Торфяники и их использование в сельском хозяйстве. – Новосибирск: Зап-Сиб. книжн. изд-во, 1975. – 65 с.
27. Блинков Г.Н., Аристархова В.Е. О превращениях и эффективности торфяных компостов // Вопросы биологии и агрономии: Сборник. - Томск: Изд-во ТГУ, 1969. – С.18-21.
28. Блинков Г.Н., Боровкова А.Ф. О химическом составе торфов Томской области // Известия Томского политехнического института. – Томск: Изд-во ТГУ, 1969. – Т. 178. – С. 75-83.
29. Блинков Г.Н., Боровкова А.Ф., Козлов В.С. О химическом составе низинных торфов Томской пригородной зоны и их использование на удобрение // Изыскание местных удобрений и отходов промышленности для химизации сельского хозяйства Сибири: Сборник. – Новосибирск: Наука, 1965. – С.73-79.
30. Блинков Г.Н., Быков В.М. О значении меди как микроудобрения на торфяниках // Флора, растительность и и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей: Сборник. – Чита, 1972. – С.72.
31. Блинков Г.Н., Желнова Г.С. Об азотобактере торфяников // Вопросы химизации сельского хозяйства Томской области: Сборник. – Томск: Изд-во ТГУ, 1965. – С.106-115.
32. Блинков Г.Н., Козлов В.С. О химическом составе торфов Томского района // Вопросы химизации сельского хозяйства Томской области: Сборник. – Томск: Изд-во ТГУ, 1965. – С.88-95.
33. Блинков Г.Н., Козлов В.С. Химический состав низинных торфов Таганского и Петровского болот // Известия Томского отделения ВБО. – Красноярск, 1964. – Т.5. – С.99.
34. Блинков Г.Н., Быков В.М., Разумников М.Ф., Рачковская М.М., Торфяники и их комплексное использование в сельском хозяйстве // Флора, растительность и и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей: Сборник. – Чита, 1970. – С.70.
35. Богомазова А.Л. Азотный режим и продуктивность выработанных торфяников Белоруссии: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Минск, 1985. – 209 с.

36. Бодрова Е.М., Озолина З.Д, Органические удобрения и их использование. – М: МСХ РСФСР, 1965.
37. Бойко А.Т. Влияние мощности торфа выработанных торфяников на продуктивность многолетних трав// Гидротехника и мелиорация. – 1980.– № 11. – С. 64-65.
38. Большев Н.Н., Тюремнов С.Н. Почвы выработанных торфяников //Природные условия и возможности хозяйственного использования торфо-карьерных площадей: Сборник. – М., 1968. – С. 35-57.
39. Боровкова А.Ф. Влияние торфяных удобрений на урожай картофеля и кукурузы // Вопросы биологии и агрономии: Сборник. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976. – С. 12-14.
40. Боровкова А.Ф. Торф, его агрохимические свойства и использование на удобрения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 1967. –17 с.
41. Боровкова А.Ф. Торфонавозные компосты и их эффективность в вегетационном опыте // Вопросы химизации сельского хозяйства Томской области: Сборник. – Томск: Зап.-Сиб. книжное изд-во, Томское отделение, 1965. – С.96.
42. Бояркина И.С. Некоторые результаты опытов с торфоаммиачными удобрениями // Сборник НТИ ЦТБОС. – М: МСХ РСФСР, 1960. – №5-6. – С.18-24.
43. Бурак Ю.К. Кормопроизводство на торфяных почвах Яхромской поймы // Научные труды ЦТБОС. – М., 1973. – Вып. 2. – С.38-42.
44. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высшая школа, 1973. –39с.
45. Ваксман С.А. Гумус, происхождение, химический состав и значение его в природе. – М.: Сельхозгиз, 1937. – 471с.
46. Верзилина Н.Д. Влияние полевых культур и их корневых остатков на активность окислительно-восстановительных ферментов почвы // Научные основы совершенствования современных систем земледелия. Сб. научн. тр. ВГАУ. – Воронеж, 1997. – С. 150–158.
47. Влияние сельскохозяйственного освоения и добычи торфа на биологическую активность рекультивируемых выработанных торфяников: Отчет о НИР (промежут.)// Томский государственный педагогический университет (ТГПУ); /Под рук. Л.И. Инишевой. – Томск, 1995. – 53 с.
48. Вознюк С.Т. , Олиневич В.А. , Галкина А.А., Генетические особенности и агро-мелиоративная характеристика выработанных торфяников Западных районов УССР// Почвоведение. – 1976. – № 7. – С. 94-109.
49. Воинова В.Н. Окислительно-восстановительные ферменты серой лесной почвы и влияние на их активность внесения органического вещества и условий увлажнения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 1980. – 15 с.
50. Галкина А.А. Влияние мощности остаточного торфа на урожай сельскохозяйственных культур // Почвоведение. – 1977. – N 10. – С. 82-88.
51. Галкина А.А. Выработанные торфяники Западных районов УССР, их свойства, окультуривание и повышение эффективного плодородия: Автореф. дис. ... канд. с-х наук. – Ровно, 1974. – 20 с.
52. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении //Труды АН Арм. ССР - Ереван, 1974. – Вып. УШ. – 275 с.
53. Галузо О.И. Применение торфа Привасюганья для удобрений на серых лесных почвах Томской области // Сельское хозяйство. – 1958.– № 4.
54. Генезис и эволюция торфо- месторождений Белоруссии / Н.Н. Бамбалов, С.Г. Беленький, А.Г.Дубовец и др. // Топливная промышленность. – 1988. – № 10. – С.25-31.

55. Головкин Э.А. Сезонная динамика численности микроорганизмов в торфяно-болотных почвах Кольского полуострова // Природа и хозяйство Севера. – Мурманск, 1976. – Вып. 4. – С. 93-96.
56. Гордин И.В. Рост и развитие кормовых бобов на выработанных торфяниках в зависимости от условий питания// Вопросы корневого питания: Сборник. – Л., 1968. – С. 165-168.
57. Гордин И.В., Журин Л.В. Плодородие генетических горизонтов на выработанном торфянике // Эффективность удобрений на вновь осваиваемых землях: Сборник. – Л., 1963. – С. 78-93.
58. Горшков Л.А. Использование выработанных карьеров под сельскохозяйственные культуры // Комплексное использование торфяных болот: Сборник. – М., 1969. – С. 141-148.
59. ГОСТ 11305-83. Торф. Методы определения влажности. Введ.01.01.84. без ограничения срока действия. – М.: Изд-во стандартов, 1983.–7 с.
60. ГОСТ 17.5.1.01.78 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – Введ. 01.01.1979. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.
61. ГОСТ 17.5.1.02-85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. – Взамен ГОСТ 17.5.1702-78. Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 16 с.
62. ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – Введ. 01.07.1984. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 10 с.
63. ГОСТ 11305-83. Торф. Метод определения влажности. Введён с 01.01.84 г. без ограничения срока действия. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 7 с.
64. ГОСТ 26207-84. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Введён с 01.07.85г. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 9 с.
65. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО. Введён с 01.07.86г. - М.: Изд-во стандартов, 1985.
66. ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. Введён с 01.07.86г. М.: Изд-во стандартов, 1985.
67. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Введён с 01.07.86г. М.: Изд-во стандартов, 1985.
68. Гулько А.Е., Хазиев Ф.Х. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность // Почвоведение. – 1992. – № 11. – С. 55-67.
69. Действие удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на осваиваемых выработанных торфяниках / А.Г. Трутнев, О.С. Красивская и др.. // Эффективность удобрений на вновь осваиваемых землях: Сборник. – Л., 1963. – С. 53-71.
70. Детальная разведка торфяного месторождения «Сухое-Вавиловское» Бакчарского района Томской области: геологический отчет в 2-х книгах / ПГО "Торфгеология" Минэкологии РСФСР. – Горький, 1987. – Книга I. – 314 с.
71. Донских И.Н. Почвенные режимы в освоенных низинных торфяных почвах Северо-Запада РСФСР: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Ленинград-Пушкин, 1982. – 600 с.
72. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – 336 с.
73. Дудченко В.Г., Бескровный А.К., Уляшова Р.М., Иванкевич Н.П. Влияние культур севооборота на биологическую активность торфяно-болотной почвы // Мелиорация засоленных, заболоченных и болотных почв. Изменение почв под влиянием мелиорации: Труды X Межд. конгресса почвоведов.– М., 1974. – Т. 10. – С.332-338.
74. Дырин В.А. О биологической активности низинных торфяников Томской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Алма-Ата, 1978. – 16 с.

75. Дырин В.А. О минерализации низинного торфа // Молодые ученые и специалисты Томской области в девятой пятилетке: Тез. докл. – Томск: Изд-во ТГУ, 1975. – С.195-198.
76. Дырин В.А., Блинков Г.Н. О биологической активности низинного торфа // Вопросы биологии и агрономии. – Томск: Изд-во ТГУ, 1976.– С.3-25.
77. Дырин В.А., Камбалова Н.П. Микробиологические процессы в рекультивируемой болотной экосистеме низинного типа // Болота и биосфера: Сборник материалов Четвертой Научной Школы (12-15 сентября 2005 г.). – Томск: Издательство ЦНТИ, 2005. – С. 174-80.
78. Езубчик А.А. О влиянии торфомазковых компостов на микрофлору почв. // Труды АН БССР. – 1955. – Вып. 1. – С. 128-130.
79. Елисеева В.М. О путях сельскохозяйственного освоения низинных болот Томской области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1963. – 97с.
80. Ефимов В.Н. Микроэлементы в торфяных почвах// Записки ЛСХИ. – 1972. – Т. 192. – С.10-17.
81. Ефимов В.Н. Торфяные почвы. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 120 с.
82. Ефимов В.Н., Лунина Н.Ф. Изменение состава органического вещества низинных торфяных почв при длительном сельскохозяйственном освоении// Влияние мелиорации на состав и свойства торфяных почв: Сб. трудов Карельского филиала АН СССР. – Петрозаводск, 1985. – С.53-70.
83. Ефимов В.Н., Царенко В.П. Органическое вещество и азот торфяных почв // Почвоведение. – 1992. – N 10. – С.40-48.
84. Ефимов В.Н., Царенко В.П., Шидловская Т.П. Баланс и превращение азота удобрений под многолетними травами на торфяных низинных почвах Волгоградской области // Агрохимия. – 1985. – № 3. – С.3-9.
85. Ефимов В.Н., Царенко В.П., Шидловская Т.П. Использование многолетними травами азота почвы и азота удобрений при внесении их в возрастающих нормах на торфяных низинных освоенных почвах Волгоградской области //Агрохимия. – 1983. – №11.
86. Ефремова Т.Т. Формирование почв при естественном облесении осушенных болот. – Новосибирск: Наука, 1975. – 125 с.
87. Ефремова Т.Т. Влияние осушения и лесной растительности на биохимические процессы в торфяных почвах // Комплексная оценка болот и заболоченных лесов в связи с их мелиорацией. – Новосибирск: Наука, 1973. – С.179–194.
88. Ефремова Т.Т. Почвообразование и диагностика торфяных почв болотных экосистем // Почвоведение. – 1992. - № 12. – С. 25–34.
89. Ефремова Т.Т., Ефремов С.П., Воронков П.Т. Регрессионный анализ ферментативной активности осушенных торфяных почв // Особенности лесо-болотных экосистем Западной Сибири. - Красноярск, 1978. - С. 111-131.
90. Жмако В.С., Ажоселева М.А. Изменение органических веществ болотных почв под влиянием осушки и культуры // Почвоведение. – 1937. – № 5. – С. 729.
91. Загорская А.А. Применение на удобрение торфов, богатых кальцием // Труды ЦТБОС. – 1939. – Т. УШ. – С.30-33.
92. Зайдельман Ф.Р., Шваров А.П. Потоки диоксида углерода в осушенных торфяных почвах // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. – 2001. – № 3. – С.16-20.
93. Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф., Бачила С.С. Обусловленность эволюции и деградации осушенных почв // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тезисы докладов Всероссийской конференции, 24-25 апреля 2002. – М., 2002. – С.68-69.

94. Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф., Горблюк А.В и др. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв Беларуси // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных почв: Материалы межд. конф. – Минск, 2000. – С. 104-107.
95. Застенский Л.С. Современная технология создания лесных культур на выработанных торфяниках. – Минск: Наука и техника, 1976. – 46 с.
96. Заяц А.Н. Биологическая активность почвы и ее определение // Вестн. с.-х. науки. – 1975. – №9. – С. 78- 83.
97. Звягинцев Д.Г. Биология почв и их диагностика //Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв: Сборник. – М., 1976.– С.31-40.
98. Зименко Т.Г. Микробиологические процессы в мелиорированных торфяниках Белоруссии и их направленное регулирование. – Минск: Наука и техника, 1977. – 208 с.
99. Иванов Н.И. Методы физиологии и биохимии растений.– М.: Сельхозгиз, 1946. – 419 с.
100. Иванов С.Н. Физико-химический режим фосфатов торфов и дерново-подзолистых почв. – Минск: Наука и техника, 1962. – 250с.
101. Ивлева С.Н. Изменение протеолитической и уреазной активности маломощной торфяной почвы в процессе освоения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1984. – 19 с.
102. Ивлева С.Н. Ферментативная активность маломощных торфяных почв // Химизация сельского хозяйства. – 1992. – № 3. – С. 68-72.
103. Ивлева С.Н., Свирновская В.Г. Об активности инвертазы осушенной торфяной почвы // Почвы, эволюция, охрана и повышение производительной способности в современных социально-экономических условиях: Материалы I Съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск-Гомель, 1995. – С. 213.
104. Ивлева С.Н., Щербакова Т.А., Шимко Н.А., Свирновская В.Г. Изменение ферментативной активности маломощной торфяной почвы в условиях вегетационного опыта // Почвоведение. – 1994. – № 1. – С. 67-69.
105. Инишева Л.И. Почвенно-экологическое обоснование комплексных мелиораций. – Томск: Изд-во ТГУ, 1992. – 270 с.
106. Инишева Л.И., Архипов В.С., Цыбукова Т.Н. Элементный состав основных видов торфов Западной Сибири // Торф в сельском хозяйстве: Сборник. – Томск: Изд-во СО РАСХН, 1994. – С. 39-47.
107. Инишева Л.И., Белова Е.В. Агрохимические, биологические свойства и режимы антропогенных торфяных почв // Агрохимия. – 2003. – № 4. – С. 22-28.
108. Инишева Л.И., Бернатонис В.К., Цыбукова Т.Н. Содержание микроэлементов в торфах Западно-Сибирского региона // Торфяная промышленность. – 1991. – № 1. – С. 19-25.
109. Инишева Л.И., Боровкова А.Ф., Аристархова В.Е., Дырин В.А. Биологическая активность выработанных торфяных почв // Торф в сельском хозяйстве: Сборник. – Томск: Изд-во СО РАСХН, 1997.– С. 89-97.
110. Инишева Л.И., Дементьева Т.В. Скорость минерализации органического вещества торфов // Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 196-203.
111. Инишева Л.И., Зарецкая В.С., Боровкова А.Ф., Аристархова В.Е. Эффективность использования выработанных торфяников под многолетние травы // Торф в сельском хозяйстве: Сборник. – Томск: Изд-во СО РАСХН, 1990. – С. 33-45.
112. Инишева Л.И., Порохина Е.В., Аристархова В.Е., Дементьева Т.В. Система показателей современного состояния выработанных торфяных почв Сибири и их сель-

- скохозяйственне использование.– Томск: Изд-во Том. гос. педагог. ун-та, 2005. – 55 с.
113. Инишева Л.И., Савичева О.Г., Порохина Е.В. Ферментативная активность торфяных почв Сибири. // Освоение экосистем и рациональное природопользование на торфяных почвах. – Киров. – 2003. – С.139-150.
 114. Инишева Л.И., Цыбукова Т.Н. Содержание тяжелых металлов в торфах Западной Сибири // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – N 2. – С. 21-23.
 115. Инишева Л.И., Юхлин В.И., Зелингер Ф.Ф. Определение ОВП почв прибором ЭСК-1.– Томск: Томский ЦНТИ, 1975 б. – № 35-75. – 2 с.
 116. Инишева Л.И., Юхлин В.И., Зелингер Ф.Ф. Определение температуры почв и торфов терморезисторами ММТ-4.–Томск:Томский ЦНТИ,1975а.– № 36-75.– 4 с.
 117. Инструкция по прогнозной оценке направлений использования площади месторождений торфа после выработки промышленных запасов торфа. – Ленинград – Минск: Изд-во ВНИИТП, 1986. – 72 с.
 118. Кабанов Б.А. Общие выводы по полевым и вегетационным опытам с совместным применением торфа и минеральных удобрений // Труды ВИТ, 1934. – Вып. 9. – С.105-108.
 119. Карягіна Л.А., Михайлоуская Н.А. Вызначэнне актынасці поліфенолаксідазы і пероксідазы у глебе // Весці АН БССР. Серыя сельска-гаспадарчых наук. – 1986. – N 2. – С. 40-41.
 120. Касаткин М.И. Пути повышения эффективности торфяных удобрений. – Кострома, 1960– С 56-59.
 121. Кауричев И.С., Орлов Д.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв.– М.: Колос. – 1982. – 225 с.
 122. Кизель А.Р. Практическое руководство по биохимии растений. – М.: Биомедгиз, 1934. – 305 с.
 123. Ковалев В.А. Плоткина Ю.М., Пахомова Э.Г. Особенности состава органического вещества почв карбонатного засоления (Белорусское Полесье) и влияние карбонатов кальция на подвижность гуминовых кислот // Лабораторное моделирование процесса разложения торфа. – Минск, 1980. – С. 128-145.
 124. Ковалев Н.Г., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Позднякова Л.А. Торф, торфяные почвы, удобрения. – М., 1998. – 240 с.
 125. Кононова М.М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 391 с.
 126. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России. Под общей редакцией чл.-корр. РАСХН Л.И. Инишевой. – Томск: Изд-во ЦНТИ, 2005. – 76 с.
 127. Круглов Ю.В., Пароменская Л.Н. Модификация газометрического метода определения каталазной активности // Почвоведение – 1966. – № 1. – С. 93-95.
 128. Кудрячев А.И. Пути создания высокопродуктивных долголетних луговых угодий на мелиорированных торфяно-болотных почвах // Проблемы Полесья. – Минск: Наука и техника, 1982. – Вып. 8. – С. 155-165.
 129. Кузнецова Л.М. Эффективность торфяных удобрений в связи с развитием в них микрофлоры // Труды Всес. НИИ с.-х. микробиологии, 1958 . – Т. XIV. – С.26-30
 130. Кузнецова Л.М. Влияние ботанического состава и степени разложения торфа выработанных торфяников на урожай сельскохозяйственных культур // Вопросы корневого питания: Сборник. – Л., 1968. – С. 144-155.
 131. Кузнецова Л.М. Изменение агрохимических и биохимических свойств почв выработанных торфяников при их освоении // Труды ВНИИТП. – Л., 1973. – Вып. № 32. – С. 140-150.

132. Кузьмина И.В., Михеева Т.В. Действие макро- и микроудобрений на биологическую активность перегнойно-торфяной почвы: Сборник. Центр. торфоболот. станция. – М., 1987. – С. 191-199.
133. Купревич В.Ф. Почвенная энзимология.– Минск: Наука и техника, 1974. – 402 с.
134. Купревич В.Ф., Щербакова Т.А. Почвенная энзимология. – Минск: Наука и техника, 1966. – 275 с.
135. Куприянов А.А. Торфяные компосты // Труды ВИТ, 1932. – Вып.2. – С. 100-105.
136. Курбатов И.М., Двойнишникова Е.И. Роль гумуса в биодинамике азотного баланса почв // IX международный конгресс по микробиологии: Тез. докладов. -30 июля 1966. – М., 1966 – С. 46-47.
137. Лазарев Н.М. Экологическая микробиология и изучение почвенного плодородия // Труды Всес. НИИ с.-х. микробиологии за 1941-1945 гг. – М.: Сельхозгиз, 1949.
138. Лазарева И.В. Восстановление нарушенных территорий для градостроительства. – М.: Изд-во лит. по строительству, 1972. – 137 с.
139. Ландсберг Г.П. Изменение состава органического вещества торфяных почв Северо-Запада СССР при их сельскохозяйственном использовании (на примере торфяных почв Новгородской и Эстонской опытно-мелиоративных станций): Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ленинград, 1973. – 21 с.
140. Ларионова Н.П. Трансформация осушенных торфяных почв Европейского Севера при залужении // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов в 2-х книгах – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. – Кн. 2. – С.466.
141. Леуто И.Э., Бойко А.Т. Многолетние травы на выработанных торфяниках. – Минск: Ураджай, 1979. – 79с.
142. Лиштван И.И., Ярошевич Л.М. Экологические проблемы и пути их решения при гидромелиоративном освоении болот // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: Докл. межд. конф. – Минск, 2001. – С.14-18.
143. Лупинович И.С., Голуб Т.Ф. Торфяно-болотные почвы и их плодородие. - Минск: Изд-во АН БССР, 1958. - 315 с.
144. Макаров Б.Н. Упрощенный метод определения дыхания почвы (биохимической активности) // Почвоведение. – 1957. – N 9. – С. 119-122.
145. Мамченков И.П. Компосты, их приготовление и применение. – М.: Сельхозиздат., 1962. – 256 с.
146. Марков В.Д., Полянов В.В., Скобеева Е.И. Изучение соединений фосфора в торфяных залежах, выявление и картирование сырьевых баз болотных фосфатов // Проблемы агрохимического сырья Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – С.35-39.
147. Маслов Б.С. О нормативе допустимой осадки и сработки торфа // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тезисы докладов Всероссийской конференции, 24-25 апреля 2002.– М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2002. – С.116-117.
148. Маслов Б.С., Лысенко А.П., Шаманаев В.А. и др. Четверть века исследований на Смоленском мелиоративно-болотном стационаре // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – № 5-6. – С. 26-32.
149. Матулене А.К. Динамика биологической активности и состава лизиметрических вод в дерново-глеевых суглинистых почвах Литовской ССР при применении минеральных удобрений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Каунас, 1975. – 20 с.
150. Махлаев В.К. Температурный режим осушаемых пойменных торфяников в условиях Западной Сибири // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1995. – № 1-2. – С. 57-63.

151. Маштаков С.М., Кулаковская Т.Н., Гольдина С.М. Активность ферментов и интенсивность дыхания как показатель биологической активности почвы // Докл. АН СССР. – М., 1954. – Т. 98. – № 1. – С. 141-144.
152. Мееровский А.С., Белковский В.И., Вахонин Н.К. и др. Прогноз трансформации почвенного покрова мелиорируемых земель под влиянием антропогенных факторов // Мелиорация переувлажненных земель. Сб. трудов БелНИИМил. – Т. XLVI. – Минск. – 1999. – С. 9-25.
153. Мелиоративно-болотные стационары России / Составитель Б.С. Маслов. – М.: Изд-во РАСХН, 1997. – 160 с.
154. Методические указания по анализу торфа и торфяной продукции. – Л., 1980. – 82 с.
155. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. пособие / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
156. Минаева Г.М. Опыт использования «метода аппликаций» для определения биологической активности перегнойно-торфяной почвы // Почвоведение. – 1974. – № 3. – С. 68-72.
157. Мительберг С.И. Микробиологические процессы в торфоаммиачных удобрениях // Бюллетень НТИ ЦТБОС, 1960. – С.150.
158. Мительберг С.И. Способы повышения эффективности торфонавозных компостов // Бюллетень НТИ ЦТБОС. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1958. – № 1. – С. 22-25
159. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1975. – 106 с.
160. Мишустин Е.Н., Никитин Д.И. Атакуемость гуминовых кислот почвенной микрофлорой // Микробиология. – 1961. – Т.30. - №5. – С. 841-848.
161. Моторина Л.В. Комплексность в рекультивации техногенных ландшафтов и терминологические аспекты проблемы // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М.: Наука, 1978. – С. 22-33.
162. Мукина Л.Р. Окислительно-восстановительный потенциал осушенных торфяных почв Средней Сибири // Проблемы развития и научное обеспечение агропромышленного комплекса северных регионов России: Материалы научной сессии, Архангельск, 28-30 июля 1999 г. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – Ч.1. – С. 330-335.
163. Мусекаев Д.А., Кузьмина И.В. Микрофлора осушенных торфяных почв длительного сельскохозяйственного использования // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – № 2. – С. 27-28.
164. Накаряков А.В., Смирнов А.С. Эволюция выработанных торфяников на Среднем Урале // Гидроморфные почвы – генезис, мелиорация и использование: Тез. докл. Всероссийской научно-практической конференции, 8-12 июля. – М.: МГУ, факультет почвоведения, 2002. – С. 22.
165. Наплекова Н.Н. Аэробное разложение целлюлозы микроорганизмами в почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1974. – 250 с.
166. Немчинов А.А. Болотные почвы и их использование. – М.: Сельхозгид, 1953. – 108 с.
167. Нестеренко И.М. Гидромелиоративные исследования в Карелии // Проблемы развития и научного обеспечения АПК северных регионов России: Материалы сессии РАСХН. – М., 1999. – Ч. 1. – С. 319-324.
168. Никонов М.Н., Фатчихина О.Е., Горшков Л.А., Кочер С.Г., Кац П.С. Торф в сельском хозяйстве. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 165с.
169. Новиков В.В. Эмиссия парниковых газов в агроторфяных почвах разных сроков использования // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов в 2-х книгах – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. – Кн. 1. – С.655.

170. Новиков В.В., Степанов А.Л., Поздняков А.И., Лебедева Е.В. Сезонная динамика эмиссии CO₂, CH₄, N₂O и NO из торфяных почв поймы реки Яхрома // Почвоведение. – 2004. – № 7. – С. 867 – 874.
171. Окунцов М.М, Елисеева В.М. Причины непродуктивности некоторых торфяно-болотных почв Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1948.
172. Олиневич В.А. Особенности трансформации органического вещества мелиорируемых торфяников УССР // Органическое вещество в почвообразовании и плодородии почв // Всесоюз. научн. конф.: Тез. докл. – Ленинград, 1986. – С. 43-44.
173. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
174. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Демин В.В., Завгородняя Ю.А. Вклад лабильных и стабильных компонентов органического вещества почв в эмиссию диоксида углерода // Эмиссия и сток парниковых газов на территории северной Евразии: Тез. докл. национ. конф., 20-24 ноября 2000 г. – Пущино, 2000. – С.43.
175. Основные положения о рекультивации земель. – М.: МСХ СССР, 1977. – 98с.
176. Панников В.Д. Почвы, удобрения и урожай. – М.: Колос, 1964. – 213 с.
177. Парфенюк Г.И. Агроэкологическая и энергетическая оценка культур севооборотов на осушенных торфяных почвах // Модернизация мелиоративных систем и пути повышения эффективности использования осушенных земель: Материалы конф. – Минск, 1998. – С. 97-102.
178. Пацевич В.Г. Превращения и доступность для растений фосфора суперфосфата и фосфоритной муки в почвах выработанных торфяников // Проблемы использования и реутилизации биофильных элементов: Сборник. – Л., 1980. – С. 111-120.
179. Пацевич В.Г. Фракционный состав фосфатов и доступность фосфора для растений в почвах выработанных торфяников Ленинградской области: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Ленинград-Пушкин, 1984. – 17 с.
180. Переверзев В.Н., Алексеева Н.С. Органическое вещество в почвах Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1980. – 227 с.
181. Переверзев В.Н., Головкин Э.А., Алексеева Н.С. Биологическая активность и азотный режим торфяно-болотных почв в условиях Крайнего Севера. - Л.: Наука, 1970. – 99 с.
182. Перцева А.Н. Микробиологические процессы при компостировании низинного торфа // Докл. ВАСХНИЛ, 1950. – Вып. 6. – С.34-42
183. Перцева А.Н., Голиков В.Г., Влияние различных компонентов торфяных компостов на ход микробиологических процессов при компостировании // Труды Всес. НИИ с.-х. Микробиологии. – 1958. – Т. XIV. – С.102-110.
184. Плоткина Ю.М. Состав и трансформация органического вещества мелиорированных торфяно-болотных почв: Автореф. дис.... канд. с.-х. наук.– Минск, 1983.–19 с.
185. Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Бородкина Р.А., Кузьмина И.В., Позднякова А.Д. Оценка устойчивости торфяных почв к длительному антропогенному воздействию // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тезисы докладов Всероссийской конференции, 24-25 апреля 2002. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2002. – С.365.
186. Потапова С.С. Влияние возделывания растений на органическое вещество выработанного низинного торфяника // Геоэкологические проблемы почвоведения и оценки земель: Материалы межд. науч. конф. / Под ред. Л.И. Герасько. – Томск: Изд-во ТГУ, 2002. – С. 178-183.
187. Потапова С.С. Изменение гумусного и биохимического состояния торфяников низинного типа при первичном освоении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1997. – 17 с.

188. Потапова С.С., Дергачева М.И. Деградация органической части торфяников низинного типа при первичном освоении // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тез. докл. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. – 1998.– Т.2. – С. 86-87.
189. Потехина Л.И. Действие некоторых удобрений на микрофлору серой лесной и дерново-подзолистой почв Томской области // Труды Том. ун-та. Серия биологическая. – 1967. – Т. 172. – С.91-103.
190. Прокошев В.Н. Зеленое удобрение песчаных и супесчаных почв и его роль в связи с внедрением травопольной системы земледелия // Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – С.360.
191. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. – М.: Колос, 1965. – Т.3. – 703 с.
192. Пьявченко А.И. Торфяники Русской лесостепи. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 191 с.
193. Пьявченко Н.И. Использование заболоченных земель в сельском хозяйстве. – М., Изд-во АН СССР, 1954. – 55 с.
194. Разработать научные основы сельскохозяйственной рекультивации торфяных почв: Отчет о НИР (промежут.) // Сибирский научн. исслед. ин-т торфа (СибНИИТ) / Под рук. И.И. Инишевой. – Томск, 1997.– 38 с.
195. Разработка методов и приемов интенсивного освоения и использования выработанных торфяников и мелкозалежных торфяных месторождений: Отчет НИР (заключительный) ВНИИТП /Под рук.. П.Г. Мизгиревой. – п. Радченко, 1979. – №76035886.
196. Ракович В.А., Бамбалов Н.Н. Влияние болот на формирование парниковых газов (на примере Беларуси) // Болота и биосфера: Сборник материалов Третьей Научной Школы (13-16 сентября 2004 г.). – Томск: Издательство ЦНТИ, 2004. – С. 137 – 146.
197. Ракович В.А., Бамбалов Н.Н. Особенности функционирования выработанных торфяных месторождений в биосфере // Природопользование. – Минск, 1996. – Вып. 1. – С. 158-163.
198. Рачковская М.М. Об использовании торфа в качестве субстрата в теплицах и парниках: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 1969. – 17 с.
199. Резников А.А. и др. Методы анализа природных вод. – М.: Наука, 1970. – 488 с.
200. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. – Л., 1969. – Т.2. – 287 с.
201. Розанов Н.С., Усенко Ф.И. заготовка и применение торфяных удобрений. – М.: Сельхозгиз, 1948.
202. Романова Л.П. Многолетний люпин в условиях Томского района // Ученые записки Том. пед. ин-та. – Томск, 1955. – Т.ХI. – С. 175.
203. Рунков С.В. Ферментативная активность осушенных торфяных болотных почв в связи с их агрохимическими свойствами: Дис. ... канд. с.-х. наук - Горький, 1978. – 170 с.
204. Рутковская Н.В. География Томской области: Сезонно-агроклиматические ресурсы. – Томск: Изд-во ТГУ, 1985. – 158 с.
205. Рыдалевская М.Д., Николаева Т.А. к вопросу о потерях азота и органического вещества при компостировании торфа // Ученые записки ЛГУ. Серия биология. – Л., 1956. – Вып. 42. – С.96-98.
206. Савич-Любицкая Л.И., Фатчихина О.Е. Значение и использование торфа в сельском хозяйстве. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 85-87с.

207. Самойлов И.И., Козлова Н.В. Русинова И.П. Круглов Ю.В. Влияние бактеризации на биологическую активность органо-минеральных смесей // Труды Всес. НИИ с.-х. микробиологии, 1960 . – Т. XVI. – С.91-98.
208. Самойлов И.И., Нестерова В.И., Голиков В.Г. Повышение эффективности торфяных компостов // Труды Всес. НИИ с.-х. микробиологии, 1958 . – Т. XIV.– С.64-70.
209. Сидорчук А.С. Торф Нарыма на удобрение полей // Соц. сельское хоз-во Зап. Сибири, 1936. – №7.
210. Симакова Г.Л. Методика бактериологического и биохимического исследования почв. – М.: Биомедгиз, 1931.– 85 с.
211. Синькевич Е.И. Ресурсы азота осушаемых торфяных почв Европейского Севера // Почвоведение.– 1997. – N 2. – С. 240-246.
212. Синягин И.И. Удобрения в системе мероприятий по рекультивации земель// Агрохимические условия высокой эффективности удобрений: Сборник. – М., 1980. – С. 212-214.
213. Сиухина М.С. Окислительно-восстановительное состояние болотных почв Барабинской низменности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1972. – 22 с.
214. Скоропанов С.Г., Белковский В.И., Брезгунов В.С. Беречь и умножать плодородие торфяников. – Минск: Урожай, 1976. – 136 с.
215. Скрынникова И.Н. Почвенные процессы в окультуренных торфяных почвах. – М., 1961. – 247 с.
216. Славнина Т.П. Азот в земледелии Томского Приобья //Земельные ресурсы Сибири: Сборник. – Новосибирск, 1974. – С.12-31
217. Славнина Т.П. Влияние добавок органических и минеральных веществ на нитрификационную способность серых лесных почв // Уч. Зап. Том. ун-та, 1967. – Вып. 53. – С.220-230.
218. Славнина Т.П., Инишева Л.И. Биологическая активность почв Томской области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 216 с.
219. Смяян Н.И., Черныш А.Ф., Цытрон Г.С., Муслимова Л.М. К вопросу о классификации антропогенно-преобразованных почв Беларуси // Почвоведение и агрохимия. – 1990. – Т.26. – С. 3-11.
220. Справочник по торфу / Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. – М.: Недра, 1982. – 760 с.
221. Стадников Г.Л. Химия торфа. – М.-Л.: Гостехиздат, 1932. – 405 с.
222. Старикова В.Г. Режимы осушаемых аллювиальных торфяных почв Томь-Чулымского междуречья: Дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1985. – 215 с.
223. Степанова М.Л. Активирование микробиологических процессов при использовании торфяных компостов // Труды ЦТБОС. – М., 1940.
224. Тарарина Л.Ф. Органическое вещество как фактор окислительно-восстановительных процессов в почве: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - М., 1984. – 34 с.
225. Томин Ю.А. К вопросу интенсивности минерализации торфяных почв, используемых в культуре земледелия // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов в 2-х книгах – Новосибирск: Наука-Центр, 2004. – Кн. 2. – С.507.
226. Трускавецкий Р.С., Шматок В.М., Логунова Н.В. Эволюция мелиорируемых торфяных почв Украины и пути их рационального использования // Модернизация мелиоративных систем и пути повышения эффективности использования осушенных земель: Материалы конф. – Минск, 1998. – С. 58-67.

227. Трутнев А.Г. Возделывание сельскохозяйственных растений на выработанных торфяниках. - Л.: 1963. – 200 с.
228. Трутнев А.Г., Иванова Е.Г. Действие меди на урожай культур, возделываемых на выработанных торфяниках // Эффективность удобрений на вновь осваиваемых торфяниках: Сборник. – Л., 1963. – С.124-126
229. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования / ВАСХНИЛ. - М.: Агропромиздат, 1989.– 239 с.
230. Тюменцев А.Ф. Роль удобрений в полеводстве нечерноземной полосы в Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1963. – 124с.
231. Уланов А.М. Азотный режим выработанных торфяников при их сельскохозяйственном освоении // Гумус и азот в земледелии нечернозёмной зоны РСФСР: Сборник. – Л., 1985. – С.20-30.
232. Уланов А.Н. Почвенные режимы низинных торфяных почв и выработанных торфяников Северо-Востока Европейской части России: Дис. ... д-ра с.-х. наук.– Киров, 2005. – 421 с.
233. Уланов А.Н. Режим влажности, температуры и элементов питания в выработанных торфяниках Кировской области при их сельскохозяйственном использовании: Дис. ... канд. с.-х. наук. - Санкт-Петербург-Пушкин, 1995. – 291 с.
234. Фатчихина О.Е., Никонов М.Н., Бояркина И.С., Клюшкина Н.А., Терентьева А.А. Динамика азота, гуматов и фосфора в торфоаммиачных удобрениях и их эффективность // Труды ЦТБОС. – 1960. – №1. – С.29-34
235. Фёдоров А.С. Влияние удобрений и растений на содержание минеральных форм азота в почвах выработанных торфяников // Проблемы использования и реутилизации биофильных элементов: Сборник. – Л., 1980. – С. 97-103.
236. Федоров А.С. Нитрификационная способность торфяно-глеевых почв выработанных торфяников Ленинградской области // Вестник ЛГУ. Сер. Биология. – 1979. – № 9. – Вып. 2. – С. 29-36.
237. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии.– М.: Наука, 1990. – 189 с.
238. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 200 с.
239. Хан Н.И., Коренова Т.С., Харламова В.Д. Динамика минерального азота в почвах выработанных торфяников //Проблемы сельскохозяйственного использования ТМР: Научные труды ЦТБОС. – 1980. – Вып.4. – С.19-31.
240. Царенко В.П. Особенности формирования азотного и калийного режимов освоенных торфяных низинных почв Северо-Запада РСФСР: Дис. ... канд. с.-х. наук. – С-Пб. - Пушкин, 1976. – 251 с.
241. Чекалов К.И. Приготовление и применение органических и органо-минеральных удобрений. – М.: Сельхозгиз, 1958.
242. Ченцов Б.С. Развитие микрофлоры в торфонавозных компостах с различными формами калийных удобрений // Научн. труды Сев.-Зап. НИИ сельского хозяйства, 1960. – Вып. 1. – С.112-115
243. Чиканова В.М. Влияние удобрений на биологическую активность почвы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1966.– 21 с.
244. Чундерова А.И. Активность полифенолоксидазы и пероксидазы в дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. – 1970. – № 7. – С. 22-28.
245. Шимко Н.А., Ивлева С.Н., Щербакова Т.А. Изменение полифенолоксидазной активности торфяной почвы в процессе ее сельскохозяйственного использования // Генезис, эволюция и роль болот в биосферных процессах: Тез. докл. межд. конф. – Минск, 1994. – С. 141.

246. Широких А. А. Микробиологические аспекты естественного зарастания выработанных торфяников // Генезис, эволюция и роль болот в биосферных процессах / Тез. докл. межд. конф. - Минск, 1994. - С. 72-74.
247. Широких А.А., Вертоградская И.А. Биологические аспекты трансформации органического вещества выработанных торфяников // Торфяная промышленность. – 1992. – №2. – С. 26-27.
248. Широких А.А. Микрофлора и биологическая активность выработанных торфяников в процессе их сельскохозяйственной рекультивации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Минск, 1990.– 21 с.
249. Широкова Е.В., Поздняков А.И., Мусекаев Д.А., Позднякова А.Д. Основные принципы освоения и рационального использования торфяных почв // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: Тез. докл. Всероссийской конф., 24-25 апреля 2002. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2002. – С.269-270.
250. Щербакова Т.А. Использование ферментативных методов при изучении трансформации органического вещества в почвах естественных фитоценозов и агрофитоценозов // Биологическая диагностика почв. – М.: Наука, 1976. – С. 317-318.
251. Щербакова Т.А. К методике определения активности инвертазы и амилазы в почве // Сборник докладов симпозиума по ферментам почвы. – Минск, 1968. – С. 453-455.
252. Щербакова. Т.А. Ферментативная активность и трансформация органического вещества. – Минск: Наука и техника, 1983. – 221 с.
253. Эволюция почв мелиорируемых территорий Белоруссии / С.М. Зайко, Л.Ф. Вашкевич, Л.Я. Свирновский и др. – Минск: Изд-во Университетское, 1990. – 287 с.
254. Янсон Я.Я. К вопросу об использовании низинных болот в сельском хозяйстве Томской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Рига, 1960.– 24 с.
255. Bunnell F.J., Dorning P. ABISCO – a generalized decomposition model for comparison between tundra sites. – Zn.: Soil organisms and decomposition in tundra. Tundra Riom. Steering Committee, Stockholm, 1974.
256. Minderman J. Addition decomposition and assimilation of Organic matter in forests // S. Ecol. – 1968. – № 56.
257. Unger H. Der Zellulosetest eine Methode zur Ermittlung der zellulolytischen Aktivität des Bodens in Feldversuchen // Z. Pfl. Dung., Bodenk., 1960. – Bd. 91. – P. 44-52.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 База данных вырабатываемых торфяных месторождений Западной Сибири на 01.01.94

Область	Район	НТМ	Название	Привязка	Геоморф.	Геол.	Разведка	S ₀	S _{пром}	h _{max}	h _{ср}	Объем	Запас	Тип	A%	R, %	pH	Совр. сост.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Асиновский	3а	Новиковское	от Н.Соколы на Ю 2 км	пойма р.Итатка	глины	ТГВХ-1972 А	47	33	3.5	2.0	660	163	Н	32.5	30	4.1-7.2	не исп
Том	Асиновский	28	Большежировское	от Б-жирово на С 1.5 км	терраса р.ЯЯ	сугл	ТГВХ-1972С2	65	33	5.8	1.9	561	319	Н	12	32	5.8-6.0	не исп
Том	Асиновский	29	Чистое	от Феоктистовка на 3	терраса р.Чулым	супесь	ТГВХ-1971 А	42	27	2.2	1.4	378	94	Н	15.6	32	4.95	не исп
Том	Асиновский	838	Караколь	от Караколь на С 0.5 км	пойма р.Чулым	глины сугл	ТГВХ-1970 А	95	92	4.5	2.4	2208	669	Н	20.8	55	7.0	разр
Том	Асиновский	841	Челбак 1	от Н-кусково на ЮВ	пойма р.Чулым	глины сугл	НГПЭ-1975 А	773	703	7.0	2.3	5958	3511	Н	14.0	34	5.2-7.2	рекул часть
Том	Асиновский	839	Ишколь	от Караколь на ЮВ 0.2	пойма р.Чулым	сугл глины	ГГРЭ-1982 А	4322	3450	4.0	2.4	84429	16410	Н	14.0	35	5.1-7.8	разр
Том	Асиновский	–	Челбак П	от Асино на СЗ 0.2 км	пойма р.Чулым	сугл глины	ТГВХ-1978 А	326	316	6.0	3.0	9434	2978	Н	17.7	45	4.8-7.7	разр
Том	Бакчарский	42	Светлогривенское	от Н.Бурка на СЗ 6 км	пойма р.Парбиг	глины сугл	ТГВХ-1973 А	49	42	4.6	2.6	1087	242	Н	26.4	50	7.7	разр
Том	Бакчарский	3	Плотниковское	4 км на СЗ Плотниково	пойма р.Икса	глины	ТГВХ-1978 А	257	254	6.0	3.7	9331	2827	Н	13.4	36	6.7	разр
Том	Бакчарский	52	Моховое	от Парбиг на СЗ 1 км	терраса р.Парбиг	сугл	ТГВХ-1971 А	73	53	3.1	1.8	1139	1130	Н	14.2	50	6.6-4.6	не исп
Том	Бакчарский	1259	Галкинское	при Б.Галка	терраса р.Галка	сугл	ГГРЭ-1987 А	1014	825	6.2	2.5	20446	4394	Н	21.0	33	6.3-7.5	не исп

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Бакчарский	51	Поротниковское	в 2 км на З Поротниково	терраса р.Бакчар	глины сугл	ТГВХ-1978 А	230	203	3.1	2.0	4081	1104	Н	11.5	47	5.3-6.4	не исп
Том	Бакчарский	10	Сухое-Вавиловское	от Сухое на ЮЗ 0.2 км	терраса р.Галка	глины	ТГВХ-1985 А	576	452	5.0	2.8	12656	2835	Н	16.3	44	5.4-8.0	разр
Том	Бакчарский	53	Парбигское	от Кедровка на СВ 2 км	пойма р.Парбиг	глины	ТГВХ-1979С2	45	21	1.9	1.4	302	122	Н	19.0	67	5.3	не исп
Том	Бакчарский	106	Суховское	в 0.4 км СЗ с.Бакчар	терраса р.Галка	глины	ТГВХ-1982 А	284	202	6.2	3.2	15142	4191	Н	16.3	44	6.6	разр
Том	Бакчарский	–	Кедровское П	от Кедровка на СЗ 1 км	пойма р.Парбиг	– данных	ГТР-1971 Р	–	45	–	1.2	540	92	Н	–	–		разр
Том	Зырянский	33	Берлинское	2 км ЮЗ с.Берлинка	пойма р.Берла	сугл	ТГВХ-1969С2	50	30	–	1.6	686	177	Н	23.0	50	7.5	не исп
Том	Зырянский	3	Луговое	7 км ЮВ с.Дубровка	пойма р. Чигисла	глины пески	ТГВХ-1984С2	79	57	2.7	1.4	798	187	Н	19.2	65	3.6-6.8	рекул
Том	Зырянский	36	Тиринское	1.5 км ЮЗ с.Вамбалы	в логу	глины	ТГВХ-1971 А	15	10	1.8	1.1	105	27	Н	17.5	84	4.8	не исп
Том	Зырянский	–	Чедодатские лужки	2.5 км ЮВ д.Цыганово	пойма р.Чулым	глины сугл	ТГВХ-1986 А	–	36	3.3	2.0	694	250	Н	14.7	44	5.4-7.5	рекул
Том	Зырянский	32	Вершинское	0.3 км ЮЗ с.Вершинка	пойма р. Чигисла	глины	ТГВХ-1970 А	66	56	3.2	1.7	1013	261	Н	12.3	43	6.5	не исп
Том	Зырянский	35	Савакса	3 км ЮВ Беловодовка	пойма р. Савакса	сугл	ТГВХ-1978 А	62	58	–	2.4	1404	260	Н	13.0	30	6.8	не исп
Том	Зырянский	29	Полевое	4 км ЮЗ Беловодовка	пониж. рельефа	–	ГТР-1971 Р	–	20	–	1.1	280	38	Н	–	–	–	не исп
Том	Зырянский	34	Кабидатское	2.5 км СЗ д.Тавлы	пойма р. Кабидат	сугл	ТГВХ-1971 А	47	46	–	2.1	961	248	Н	22.0	52	7.6	разр

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Зырянский	–	Открытое	с.Семеновка на СВ 1 км	пойма р.Берла	сугл	НГПЭ-1967 АС2	377	320	2.5	1.6	4987	864	Н	27.2	47	6.8-7.2	разр
Том	Кожевниковский	18	Чулымовское	7.5 км З с.Елгай	в логу	сугл	ТГВХ-1975 А	60	26	3.0	2.0	500	130	Н	10.8	55	7.0	не исп
Том	Кожевниковский	27	Красноярское	0.2 км ЮЗ с.Елгай	пойма р.Бакса	сугл	ТГВХ-1982С2	487	290	3.5	1.5	4466	1072	Н	21.4	50	6.2-7.8	не исп
Том	Кожевниковский	41	Южный рукав	при с.Поперечное на С	в логу	глины	ТГВХ-1982 А	63	37	4.1	2.4	883	353	Н	8.6	70	6.2	не исп
Том	Кожевниковский	988	Чилинушка	при с.Чилино на СЗ	пойма р.Клида		НГПЭ-1962С1	65	57	5.7	2.7	1551	365	Н	28.7	34	7.0	не исп
Том	Кожевниковский	986	Аркадьёво	0.3 км В с.Аркадьёво	терраса р.Обь	сугл глины	НГПЭ-1985 А	1507	1008	5.4	1.8	17777	3531	Н	30.0	33	6.2-7.6	рекул часть
Том	Кожевниковский	997	Успенское	5 км на СЗ с.Н.Успенка	терраса р.Шегарка	сугл	НГПЭ-1969 В	312	249	4.3	1.7	4236	898	Н	12.0	38	5.4-7.0	разр
Том	Кожевниковский	1000	Осиновское	в 3.5 км на С от Чилино	2 терраса р.Обь	сугл	НГПЭ-1969 В	309	229	3.8	1.5	3365	831	Н	22.6	42	6.2-7.9	разр
Том	Кожевниковский	989	Чилинское	с.Еловка на Ю	пойма р.Обь	глины сугл	НГПЭ-1968 ВС2	3348	3009	6.0	3.6	109227	23593	Н	32.4	30	6.0-7.2	разр
Том	Колпашевский	532	Мараксинское	при с.Маракса на СВ	пойма р.Кеть	глины	НГПЭ-1968 А	449	409	3.1	1.7	6456	1400	Н	23.7	44	4.0-5.7	не исп
Том	Кривошеинский	5	Володинское	от Володино 2.5 км	терраса р.Шегарка	сугл	ТГВХ-1978 А	93	86	5.6	3.2	2783	719	Н	23.7	43	7.4	не исп

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Кривошеинский	34	Семеновское	0.5 км на С с.Семеновка	пойма р.Бровка	супесь сугл	ТГВХ-1978 А	27	25	3.6	2.5	625	178	Н	23.1	48	7.3	не исп
Том	Кривошеинский	20	Пудовское		пойма р.Бровка	–	ТГВХ-1982 А	128	113	6.5	5.4	6102	1916	Н	40.1	50	7.6-7.9	разр
Том	Кривошеинский	–	Чагинское	2 км СВ с.Чагино	терраса р.Тюй	сугл	ТГВХ-1973 А	39	34	–	3.0	–	87	Н	9.2	32	5.8	разр
Том	Молчановский	10	Придорожное	2.5 км на Ю от Майково	пониж. рельефа	–	ГТР-1971 Р	–	50	–	1.2	600	106	Н	6.4	–	–	не исп
Том	Молчановский	31а	Соколовское 1	3 км СЗ с.Соколовка	пониж. рельефа	–	ТГВХ-1971 А	10	5	2.5	1.2	66	17	Н	10.4	50	4.9	не исп
Том	Молчановский	–	Татошенское	1 км ЮВ с.Тунгусово	пойма р.М.Тато	глины ш	ТГВХ-1969 А	80	23	2.5	1.8	412	68	Н	14.1	30	7.6	рекул
Том	Первомайский	2	Березовское	5 км Ю с.Березовка	пойма р.Чулым	глины сугл	ТГВХ-1971 А	544	470	4.9	1.6	7641	2501	Н	26.2	50	5.0-7.8	разр
Том	Первомайский	4	Балагачевское	8 км СЗ с.Сергеево	пойма р.Чулым	глины сугл	ТГВХ-1974С2	120	100	4.5	2.0	2000	364	Н	30.5	40	6.3-7.0	разр
Том	Первомайский	1	Бихтулинское	при с.Бихтулино на В	пойма р.Чулым	–	ТГВХ-1971 А	51	50	3.2	2.6	1275	266	Н	23.0	50	5.2-7.0	разр
Том	Томский	972	Таган	1.5 км ЮЗ Тахтамышево	терраса р.Томь	пески	ГГРЭ-1971 А	6311	5561	3.8	3.0	165983	31571	Н С	14.0	31	5.6	рекул часть
Том	Томский	2	Бодажковское	от с.Корнилово 2 км	пойма р.Ушайка	сугл	ТГВХ-1978С2	25	23	2.6	2.3	704	203	Н	26.3	35	6	не исп
Том	Томский	1	Кусковское	при с.Кусково на В	терраса р.Томь	сугл	ТГВХ-1975С2	85	23	4.5	1.5	343	124	Н	14.3	55	6.2	не исп
			ровское	рязевский	р.Томь		1963 А											

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продрление таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Томский	994	Шубинское 1	при с.Шубино на ЮВ	пойма Басандайки	сугл	НГПЭ-1967 А	14	8	2.0	1.6	132	39	Н	20.5	56	5.8-6.4	не исп
Том	Томский	992	Спасо-Яйское	2.8 км на С от Сладкий	пойма р.Куль	сугл	НГПЭ-1967 А	65	29	1.5	1.0	273	71	Н	18.5	52	–	не исп
Том	Томский	5	Ширяевское	5-7 км от с.Малиновка	пойма р.Омутная	сугл	ТГВХ-1968С2	120	29	4.2	2.1	600	290	Н	–	–	5.8-6.0	не исп
Том	Томский	993	Кисловские луга	с.Турунтаево на В 1.5	пойма р.Ташма	глины сугл	НГПЭ-1966 А	32	21	3.0	1.6	330	91	Н	19.4	65	5.8-7.2	не исп
Том	Томский	973	Усть-Кандинское	0.5 км Ю с.Барабинка	пойма р.Ум	глины сугл	ТГВХ-1978 А	528	485	6.0	3.9	18915		Н	12.3	26	6.9	разр
Том	Томский	933	Темное	1.5 км СВ с.Орловка	терраса р.Томь	пески глины	СибГРЭ-1986 АС1	2372	1888	–	2.6	48497	8583	Н В	8.0	28	–	разр
Том	Чаинский	2	Усть-Бакчарское	в 1.5 км от с.У-Бакчар	водораздел	глины сугл	НГПЭ-1976 А	356	234	4	1.7	3903	497	В С	4.1	20	4.0	разр
Том	Чаинский	4	Мушкинское	2 км на В от д.Мушка	терраса р.Чая	сугл	ТГВХ-1985 А	–	81	6.0	3.0	2430	533	Н	29.3	52	–	разр
Том	Чаинский	764	Чемондаевское	2 км Ю д.Чемондаевка	пойма р.	глины	ТГВХ-1984 А	170	120	–	1.4	1714	368	Н	21.1	37	6.1-7.8	разр
Том	Шегарский	40	Ганькинское	7 км Ю с.Монастырка	пойма р.Шегарка	глины	ТГВХ-1971 А	112	72	4.0	1.8	1334	590	Н	15.0	65	7.4	рекул
Том	Шегарский	904	Каргалинское	6 км СВ с.Каргала	терраса р.Обь	глины	НГПЭ-1965 АС1	812	738	3.5	2.1	15719	3364	Н	21.9	32	8.0	не исп

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Том	Шегарский	31	Придорожное	0.3 км Ю с.Каргала	терраса	сугл	ТГВХ-1871С2	88	66	5.7	3.0	1980	614	Н	40.0	65	7.6-7.9	разр
Том	Шегарский	5	Астальцевское	1.5 км ЮЗ Астальцево	пойма р.Обь	сугл	ТГВХ-1978 А	225	146	4.0	2.3	3346	1016	Н	24.7	42	7.0	не исп
Том	Шегарский	902	Гусевское	при с.Гусево на Ю	терраса р.Обь	глины сугл	ТГВХ-1974 А	–	500	5.5	2.0	10000	2500	Н	13.0	35	5.8-7.6	разр
Кем	Гурьевский	31	Малосалаирское	с.М-Салаир-ка СЗ 0.5км	котловина	глины	НГПЭ-1963 А	154	122	3.6	1.9	2372	493	Н	17	29	7.0	–
Кем	Кемеровский	–	Моховое	п.Ленингр. на СВ 4.5	пойма р. Удельная	сугл глина	СибГРЭ-1984 А	41	31	5.9	2.6	809	144	Н	15	35		–
Кем	Кемеровский	–	Камышинское	с.Камышино 3 км на В	– данных	–	НГПЭ-1974 А	13	10	4.3	1.8	178	46	Н	32	41	–	–
Кем	Крапивинский	30	Клюквенное 1	с.Мунгат на СЗ в 0.1 км	пойма р.Томь	–	НГПЭ-1976 А	884	769	4.1	2.3	16027	2691	Н	14	31		–
Кем	Мариинский	3	Малоантибесское	с.М.Антибес 0.5 км ЮВ	пойма р. Антибес	–	НОЗО-1941	40	10	1.2	0.6	60	10	Н	–	–	–	–
Кем	Мариинский	11	Раевское П	0.5 км на Ю от с.Раевка	пойма р.Кия	–	НОЗО-1941С2	70	51	–	1.7	875	151	Н	38	44	–	–
Кем	Новокузнецкий	35	Бортоново озеро	1 км на Ю с.Атаманово	пойма р.Томь	–	РТР-1950 Р	364	89	4.2	2.0	1789	308	Н	32.1	49		застроено
Кем	Новокузнецкий	38	Соснов-	при с.Сос-	пойма р.	глина	НГПЭ-	82	58	3.2	1.4	831	139	Н	29.3	24	5.4	–
Кем	Новокузнецкий	34	Глухое	0.5 км СВ д.Терехино	пойма р.Томь	сугл	НГПЭ-1981 А	486	323	5.1	1.3	4209	866	Н	35.0	29	6.2	–
Кем	Новокузнецкий	37	Атамановское	с.Атаманово на В 0.3 км	терраса р.Томь	глина	СвГТР-1959В	73	62	2.6	1.3	801	–	Н	24.0	32	6.8	

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Кем	Прокопьевский	--	Моховое	4 км на 3 Прокопьевск	в балке	сугл	НТФ-1959 А	33	28	4.5	2.9	805	--	Н	14.4	32	6.0	--
Кем	Промышленный	49	Журавлинское	с.Лебеди на Ю 1.2 км	терраса р.Иня	сугл	НГПЭ-1967 А	202	152	3.4	1.3	1970	591	Н	38	53	5.8	--
Кем	Тисульский	--	Колба	д.Флора на В в 0.3 км	пойма р.Колба	сугл глина	НГПЭ-1969 А	248	157	3.4	1.5	2366	595	Н	32	38	4.8-7.2	--
Кем	Юргинский	30	Таскаевское	с.Лебяжье-Асаново 0.3	пойма р. Лебяжья	глина	НГПЭ-1963 А	38	25	2.5	1.2	307	71	Н	21.0	39	6.2	--
Кем	Юргинский	15	Кандереп	с.Прскоково на 3 1.5 км	в логу	глина	НГПЭ-1963 В	76	61	2.9	1.3	784	199	Н	26.6	40	7.0	--
Кем	Юргинский	14	Чубур	д.Чутовка на Ю 0.3 км	пойма р.Чубур	сугл	НГПЭ-1974 А	691	530	6.0	2.9	15636	2182	Н	21	39	7.5-6.2	--
Алт	Бийский	144	Комаровская Согра	с.Комарово 1.5 км С	пойма р.Уткуль	глины супеси	НГПЭ-1989 А	318	263	7.5	3.2	8303	1855	Н	25	35	5.8-7.1	--
Алт	Егорьевский	156	Грязи	с.Мельниково ЮВ 2 км	ложбина стока	пески	СибГРЭ-1985 А	1135	694	6.2	1.5	10747	2375	Н	22	34	--	--
Алт	Зональный	143	Поперечное	0.2 км на Ю с.Н-Мих-кий	терраса р.Уткуль	глины	СибГРЭ-1989 А	240	210	3.4	3.2	7226	1465	Н	17	27	--	--
Алт	Косихинский	74	Клюквенное	1 км на Ю с.Косиха	склон к р.Лосиха	--	Алт.ГВХ-1983А	107	93	6.2	2.4	--	--	Н	26	62	--	--
Алт	Первомайский	60	Сорочий Лог	с.Черемшанки ЮВ 0.2км	пойма р. Б.Черемш	супеси .глины	НГПЭ-1973 А	1428	227	3.0	1.3	11007	1904	Н	30	38	7.3-5.8	--
Алт	Первомайский	--	Рогульки	с.Благодатное	пойма р. Повалиха	сугл	СибГРЭ-1985А	211	175	4.2	1.9	3282	786	Н	22	35	--	--
Алт	Тальменский	19	Шадринское	с.Шадринцево СВ 2 км	терраса р.Чумыш	супеси пески	СибГРЭ-1984 А	806	776	7.0	2.6	20186	3490	Н	15	45	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Алт	Тогульский	83	Березовая Согра	с.Бураново на В 3.5 км	терраса р.Чумыш	глины сугл	СибГРЭ-1987 А	47	34	–	1.4	468	135	Н	34	41	–	–
Нов		416	Толмачево Криводановское	д.Криводановка на Ю 1.4 км	терраса р.Обь	–	НГПЭ-1974 А	2612	1787	4.7	1.8	31442	7800		23.0	34	7.2-5.2	–
Омс	Большереченский	-	Кайлы	д.Кирсаново на СЗ 4 км	склон в-разд.	–	ООМВС-1939	1002	425	2.9	1.2	5116	–	ВН	11	29	-	–
Омс	Называевский	349	Арканское	4 км ЮЗ с. Черняевка	–	–	ООЗО-1941 Р	453	143	1.4	0.9	1315	228	Н	20.1	43	–	
Омс	Тевризский	31	Артево-Утичье	0.3 км Ю с. Бобровка	терраса р.Иртыш	сугл	НГПЭ-1990 А	105807	73098	6.1	2.5	1855584	279547	Н	7.0	21	–	–
Омс	Тарский	71	Ермолаевское	1.3 км СЗ с.Солдатово	терраса р.Иртыш	глины	НТПЭ-1971 Р	1428	911	2.7	1.2	10571	2279	Н	10	30	7.0-4.0	–
Омс	Тарский	72	Степановское	с.Лоскутово ЮВ 0.8 км	водораздел	глины	ГГРЭ-1984 А	17400	11502	6.6	2.3	261045	39512	ВСН	6	21	–	–
Омс	Тарский	80	Кубейское	д.Любимова на В 0.3 км	пойма р.Оша	глина	ГГРЭ-1990 А	3125	1778	3.1	1.4	24654	5181	Н	10	30	–	–

Примечания:

№ тм – кадастровый номер;
 Геоморф.– геоморфологическое положение;
 Геол. – состав подстилающих пород;
 So – площадь в нулевых границах;
 Спром. – площадь в промышленных границах;
 hmax – максимальная мощность торфа, м;
 hcp – средняя мощность торфа, м;
 А,% – зольность, %;

R,% – степень разложения, %;
 рН – кислотность.
 Том – Томская обл.
 Омс – Омская обл.
 Алт – Алтайский край
 Нов – Новосибирская обл.
 Кем – Кемеровская обл.
 Н – низинный тип

В – верховой тип
 «–» – нет данных
 разр – разрабатывается
 рекул – рекультивировано
 не исп – не используется

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Данные опытов с многолетними травами

Таблица 1 Характеристика выработанных торфяных месторождений

Торфяное месторождение, район	Площадь в промышленной границе, га	Исходная сред- няя мощность торфяной залежи, см	Характеристика выработанного участка	
			мощность слоя торфа, см	вид торфяной залежи
Каргалинское, Щегарский	738	–	25-160	древесно-осоковая низинная
Ганькинское, Щегарский	72	400	0-75	лесо-топяная низинная
Володинское, Кривошеинский	86	324	0	лесо-топяная низинная
Усть-Бакчарское, Чаинский	234	167	80-100	лесо-топяная переходная
Мушкинское, Чаинский	81	300	120-180	осоково-гипсовая низинная
Чемондаевское, Чаинский	120	142	100-120	многослойная лесо-топяная низинная
Маракса, Колпашевский	409	173	240-300	топяно-лесная низинная
Суховское, Бакчарский	452	280	190-250	осоково-гипсовая низинная
Сухое-Вавиловское, Бакчарский	10790	291	30-300	топяно-лесная низинная, осоковая, низинная
Плотниковское, Бакчарский	254	367	160-270	осоково-гипсовая низинная
Поротниковское, Бакчарский	48+91	–	0	осоково-гипсовая низинная
Чедодатские лужки, Зырянский	36	196	150-260	древесно-осоковая низинная
Берлинское, Зырянский	30	157	50-110	древесно-осоковая низинная
Луговое, Зырянский	57	140	75-120	древесно-осоковая низинная
Вершининское, Зырянский	56	165	90-120	осоковая низинная
Тириновское, Зырянский	8	90	0	осоковая низинная
Кабидатское, Зырянский	46	–	160-270	топяно-лесная низинная
Савакса, Зырянский	58	170	120-200	многослойная лесо-топяная низинная
Кисловские луга, Томский	29	93	10-50	травяная
Ширяевское, Томский	29	209	40-50	вид не определялся
Большежировское, Асиновский	36	167	0-200	осоково-гипсовая низинная
Чистое, Асиновский	27	140	20-50	осоково-гипсовая низинная

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1 Вынос питательных веществ с выработанного торфяника по 2-м магистральным каналам, кг с га

Место	Дата отбора	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	HCO ₃ ⁻
1 общий сток	7.05	109,6	158,3	12,2	1827,3	743,1	–	91,4	542,1	353,3	103,5	30,4	8917,1
	24.05	1745,6	491,7	245,9	13276,6	885,1	–	–	2188,2	1622,7	418,0	–	44992,8
	4.06	219,8	157,0	55,0	4553,2	376,8	–	–	698,7	125,6	133,4	Сл	15324,0
	21.06	610,4	137,6	171,9	4814,6	627,6	–	43,0	610,4	137,6	240,7	–	18880,1
	4.07	40,7	87,2	116,3	3141,1	424,6	–	29,1	517,7	93,1	162,9	–	11354,4
	16.07	62,0	57,7	88,7	3105,6	–	88,7	110,9	315,0	146,4	75,4	–	9742,9
	2.08	–	60,3	92,8	3340,6	227,3	46,4	92,8	329,4	74,2	78,9	–	11320,8
	15.08	101,8	88,5	88,6	2743,0	106,2	44,2	22,1	469,0	181,4	75,2	22,1	8636,0
	5.09	112,4	80,3	160,6	3532,8	390,8	–	–	380,0	883,2	203,4	–	11754,6
	17.09	–	59,3	148,2	1581,4	59,3	–	12,4	261,9	326,2	51,9	–	4823,3
2 общий сток	7.05	24,0	52,2	32,7	653,5	132,9	–	–	115,4	34,8	–	10,9	2657,5
	24.05	692,1	163,9	91,1	5282,1	774,1	–	–	482,7	1129,3	154,8	Сл	19999,1
	4.06	63,0	22,9	28,6	916,0	104,5	–	–	127,4	22,9	48,7	–	3317,6
	4.07	105,1	42,6	56,8	2102,7	102,3	–	19,9	252,9	93,8	28,4	–	6933,1
	16.07	0,8	–	0,7	28,6	0,4	0,7	1,4	2,5	2,1	0,6	–	91,6
	2.08	1,9	–	0,5	47,2	–	0,8	–	3,6	1,7	0,9	–	144,0
	15.08	1,5	3,1	13,8	178,3	–	2,2	0,9	16,3	10,1	5,2	0,6	562,6
	5.09	12,7	9,1	163,4	562,8	43,6	–	–	80,8	135,2	19,1	–	2214,8
	17.09	2,0	1,7	15,3	81,7	4,6	–	–	11,4	24,2	1,3	–	280,2

Примечание: “–” – не определен, «Сл» – след

Таблица 1 Урожайность многолетних трав

Вариант опыта	Первый укос			Второй укос			Всего		
	урожай ц/га	прибавка		уро- жайц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1986 г.									
Контроль	26,8	-	-	10,1	-	-	36,9	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	49,0	22,2	82,8	26,6	16,5	163,4	75,5	38,6	104,6
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	52,3	25,5	95,1	25,7	15,6	154,4	78,0	41,1	11,4
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	50,0	23,2	86,6	27,5	17,4	172,3	77,5	40,6	110,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	53,2	26,4	98,5	26,0	15,9	157,4	79,2	42,3	114,6
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	49,0	22,2	82,8	30,4	20,3	201,0	79,4	42,5	115,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	51,5	24,7	92,2	28,4	18,3	181,2	79,9	43,0	116,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	52,0	25,2	94,0	24,6	14,5	143,6	76,6	39,7	107,6
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	58,0	31,7	118,3	26,8	16,7	165,3	85,3	48,4	131,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	62,7	35,9	134,0	30,4	20,3	201,0	93,1	56,2	152,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Cu	50,0	23,2	86,6	23,4	13,3	131,7	73,4	36,5	98,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B	33,0	6,2	23,1	21,3	11,2	110,9	54,6	17,7	48,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Zn	47,1	20,3	75,7	24,8	14,7	145,5	71,9	35,0	94,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Cu+B+Zn	52,2	25,4	94,8	23,2	13,1	129,7	75,4	38,5	104,3
НСП ₀₅	12,4	-	-	8,4	-	-	27,2	-	-
1987 г.									
Контроль	13,3	-	-	20,2	-	-	43,5	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,2	3,9	29,3	41,8	11,6	38,4	59,0	15,5	35,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	17,4	4,1	30,8	42,4	12,2	40,4	59,8	16,3	37,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 2 Химический состав кормов первого укоса

Вариант опыта	В процентах первоначального вещества					В одном кг корма				
	протеин	сахар	клетчатка	безазотистые вещества	зола	кальций, г	P ₂ O ₅ , г	каротин, г	кормовых единиц	переварив-ый пртеин, г
Контроль	13,1	2,4	31,4	33,7	7,8	3,4	2,0	18,0	0,40	67,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,3	4,3	33,0	32,0	8,7	4,5	2,2	23,0	0,38	62,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	13,4	3,1	31,4	33,0	8,2	4,1	2,3	16,8	0,40	68,5
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	11,6	4,0	31,8	35,0	7,3	3,4	1,7	11,2	0,41	58,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	10,5	2,9	32,2	36,8	7,4	3,5	1,8	9,8	0,41	53,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,1	6,6	30,4	37,0	7,4	3,9	1,8	8,8	0,42	56,7
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	12,3	3,2	32,6	34,5	6,7	4,0	1,7	13,8	0,42	62,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	11,7	2,1	30,9	36,2	7,2	4,6	1,9	18,3	0,42	59,7
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	11,2	3,4	30,2	36,7	7,8	3,5	1,8	9,2	0,40	57,3
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	10,7	3,2	32,8	36,3	6,1	4,1	1,7	13,8	0,41	53,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Cu	13,0	2,4	30,1	35,2	7,8	4,3	2,0	12,2	0,42	66,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B	11,9	2,8	31,8	34,7	7,6	3,8	1,8	10,0	0,40	60,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Zn	11,8	2,0	31,8	34,4	8,0	3,9	2,1	12,0	0,40	60,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Cu+B+Zn	11,0	2,6	32,0	35,6	7,4	3,8	1,7	21,5	0,40	56,2

Таблица 3 Химический состав кормов второго укоса

Вариант опыта	В процентах первоначального вещества					В одном кг корма				
	протеин	сахар	клетчатка	безазотистые вещества	зола	кальций, г	P ₂ O ₅ , г	каротин, г	кормовые единицы	перевариваемый протеин, г
Контроль	10,3	6,0	28,1	38,8	8,6	8,0	2,0	16,0	0,36	54,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,7	5,5	24,4	42,4	9,1	5,9	2,0	26,0	0,40	50,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	9,6	5,9	25,2	41,3	9,1	5,6	2,3	19,0	0,39	49,0
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	13,1	6,0	26,4	35,1	11,4	5,6	3,5	21,0	0,34	68,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	10,3	5,6	27,2	38,1	9,2	5,7	2,5	22,0	0,36	53,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	12,5	5,8	27,4	36,4	9,1	5,6	2,2	18,0	0,37	65,0
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	16,6	6,4	24,6	33,7	11,1	5,6	3,4	17,0	0,33	86,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	17,5	5,3	26,2	30,1	12,0	5,9	3,8	21,0	0,32	91,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	11,9	2,9	25,9	39,3	8,9	5,0	2,1	19,0	0,37	62,0
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	13,1	5,2	27,7	35,1	9,5	5,9	2,4	15,0	0,34	68,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Cu	12,8	5,2	26,2	38,2	8,8	5,0	2,2	13,0	0,36	67,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B	12,5	5,5	27,9	34,7	9,9	6,4	2,2	17,0	0,33	65,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Zn	12,2	5,0	24,7	39,0	8,9	5,2	2,4	15,0	0,37	63,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Cu+B+Zn	12,5	5,0	25,9	38,0	9,6	5,6	2,5	13,0	0,36	65,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица 4 Расчет экономической эффективности применения удобрений

Показатели	Варианты опыта								
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{90}P_{60}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{60}$	$N_{60}P_{60}K_{90}$	$N_{90}P_{60}K_{90}$	$N_{120}P_{60}K_{90}$	$N_{60}P_{60}K_{120}$	$N_{90}P_{60}K_{120}$	$N_{120}P_{60}K_{120}$
Прибавка урожая (сено), ц/га	38,6	41,1	40,6	42,3	42,5	43,0	39,7	48,4	56,2
Прибавка урожая в зерновых единицах, ц/га	16,6	17,7	17,4	18,2	18,3	18,5	17,1	20,8	24,2
Стоимость прибавки, руб.	200,9	214,2	210,5	220,2	221,4	223,8	206,9	251,7	292,8
Затраты (руб): а) всего б) на внесение удобрений; в) доработка и реализация дополнительной продукции	37,0	44,1	50,5	40,0	44,8	43,0	41,0	49,5	58,1
	27,7	34,2	40,8	29,8	34,6	42,6	31,4	37,9	44,7
	9,3	9,9	9,7	10,2	10,2	10,4	9,6	11,6	13,6
Условно чистый доход, руб.	163,9	170,1	160,0	180,2	176,6	180,8	165,9	202,2	234,7
Окупаемость на 1 руб. затрат, руб.	5,43	4,86	4,17	5,50	4,94	5,20	5,05	5,08	5,04
Рентабельность, %	443	386	317	450	394	420	405	408	404
Окупаемость урожаем 1 кг. д.в.:									
	а) по селу б) по зерну	21,4 9,2	19,6 8,4	16,9 8,2	20,1 8,7	17,7 7,6	15,9 6,8	16,5 7,1	17,9 7,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица 1 Ботанический состав остаточного слоя торфа рекультивированного торфяника «Таган»

Глубина, см	Ботанический состав - процент участия	Вид торфа	Степень разложения
деляна 1			
0 - 20	древесина К*, Б - 40, вахта-40, о. волосистоплодная – 10, о. вздутая-5, неопределенные травы -5	древесно-травяной (вахтовый) низинный	60
20 – 40	древесина Б, К, С -30, вахта -45, о. волосистоплодная-5, о. вздутая -5, тростник-55	древесно-травяной (вахтовый) низинный	45
40 – 60	древесина Б, С, К -15, вахта-30, о. волосистоплодная -40, о. вздутая – 10, тростник-5, мезизия-ед.	травяной низинный (вахтово-осоковый)	40
60 – 80	древесина Б, С, К -15, вахта 10, о. волосистоплодная 55, тростник-10, папоротник10	травяной низинный (лазнокarpa вариант)	45
80 – 100	древесина -15, вахта-30, о. волосистоплодная -30, папоротник -25, о. дернистая-ед., тростник-ед.	травяной низинный (лазнокarpa вахтово-папоротник)	50
деляна 7			
0 - 20	древесина Е, К, Б-60, вахта-15, о. волосистоплодная - 10, папоротник-10, дренапокладус-5	древесный низинный (согровый)	60
20 – 40	древесина Е, К, Б-75, вахта-15, о. волосистоплодная - 15, папоротник-5	древесный низинный (согровый)	55
40 – 60	древесина Б, К, Е-80, вахта-10, папоротник-5, хвощ-5	древесный (согровый)	50
60 – 80	древесина Б, С, К, Е-85, вахта-5, папоротник-5, хвощ-5	древесный (согровый)	40
80 – 100	древесина -25, вахта-25, о. волосистоплодная -25, хвощ-10, мезизия-5, папоротник 10	древесно-травяной	45

Примечания: * К – кедр, Б– берёза, С – сосна, Е – ель, о. – осока, ед. – единичное

Динамика элементов питания торфяного месторождения «Таган»

Таблица 1 Динамика подвижных соединений азота торфяного месторождения «Таган» в 1986 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата							
		30.05	11.06	24.06	10.07	29.07	13.08	9.09	23.09
Аммонийный азот									
Целина	0-20	-	-	20,0	65,0	-	-	76,8	73,3
	20-40	-	-	22,2	137,0	-	-	169,3	50,6
	40-60	-	-	13,7	53,9	-	-	87,8	54,3
	60-80	-	-	12,6	62,1	-	-	225,2	62,6
	80-100	-	-	40,6	72,5	-	-	204,9	-
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	26,2	36,8	52,8	29,4	49,8	56,0	68,8	59,1
	20-40	33,7	23,3	41,6	18,8	44,4	40,8	203,8	50,6
	40-60	30,7	26,6	23,8	13,9	43,3	48,8	79,7	42,0
	60-80	31,8	36,5	24,5	16,3	44,5	57,9	78,5	49,9
	80-100	38,5	38,6	16,6	10,3	51,0	53,3	107,2	54,8
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	50,8	46,4	41,0	9,8	61,7	67,2	174,7	49,3
	20-40	31,9	36,8	35,8	22,5	53,3	77,2	244,6	60,7
	40-60	36,3	36,7	16,7	13,1	53,0	80,1	81,0	82,3
	60-80	35,1	37,1	15,2	68,1	45,8	43,0	189,0	83,5
	80-100	25,0	37,2	5,6	6,4	76,0	53,7	142,4	100,2
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	50,9	41,2	24,5	15,3	44,0	62,6	68,6	62,5
	20-40	26,5	45,4	39,1	28,7	51,0	64,5	120,8	52,3
	40-60	36,4	36,9	15,7	16,9	54,8	61,2	101,6	74,3
	60-80	26,4	36,3	16,2	14,1	45,0	80,6	92,3	57,6
	80-100	21,2	40,8	17,1	10,6	34,2	73,5	83,6	38,8
Нитратный азот									
Целина	0-20	-	-	6,7	3,8	-	-	2,7	-
	20-40	-	-	5,4	5,0	-	-	3,7	-
	40-60	-	-	3,2	4,8	-	-	3,1	-
	60-80	-	-	3,5	3,6	-	-	2,5	-
	80-100	-	-	-	-	-	-	-	-
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	2,2	23,4	5,7	4,6	3,5	13,7	2,5	5,0
	20-40	1,2	5,0	8,6	6,6	3,2	8,8	2,1	18,5
	40-60	1,0	4,4	5,8	4,4	3,1	1,0	4,2	5,7
	60-80	1,7	2,1	5,7	4,2	1,4	1,4	2,4	5,7
	80-100	1,9	2,2	4,0	7,1	2,9	7,0	3,5	1,1
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	21,3	48,8	5,2	16,8	36,1	13,3	2,9	4,2
	20-40	1,8	2,8	4,8	9,9	4,0	9,4	9,5	3,2
	40-60	1,4	3,3	3,3	11,6	16,7	0,0	3,0	0,0
	60-80	0,8	2,1	2,1	6,7	2,9	0,0	15,5	0,0
	80-100	0,5	1,0	2,0	18,1	1,6	4,8	2,0	3,8
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	40,9	12,7	9,4	8,2	14,7	0,0	3,3	8,8
	20-40	6,6	5,9	8,2	11,3	9,6	11,2	8,0	3,2
	40-60	1,1	4,1	4,4	11,5	3,4	0,0	3,6	2,5
	60-80	1,5	0,7	3,1	12,4	3,6	0,0	2,1	2,0
	80-100	0,9	1,1	3,8	7,6	3,8	0,0	1,1	0,9

Примечание. " - " - не определялось

Таблица 2 Динамика подвижных соединений фосфора и калия торфяного месторождения «Таган» в 1986 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата							
		30.05	11.06	24.06	10.07	29.07	13.08	9.09	23.09
Подвижный фосфор									
Целина	0-20	-	-	57,3	5,7	-	-	411,6	172,5
	20-40	-	-	29,7	3,2	-	-	115,7	64,5
	40-60	-	-	8,1	0,8	-	-	90,4	115,6
	60-80	-	-	0,0	0,0	-	-	231,2	23,0
	80-100	-	-	0,0	0,0	-	-	115,4	-
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	90,0	201,0	61,0	29,0	124,0	86,0	137,0	329,0
	20-40	101,0	120,0	47,0	20,0	90,0	43,0	22,0	218,0
	40-60	72,0	92,0	18,0	11,0	88,0	17,0	17,0	61,0
	60-80	70,0	64,0	0,0	10,0	178,0	15,0	29,0	50,0
	80-100	42,0	284,0	198,8	4,0	124,0	17,0	38,0	50,0
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	282,5	208,0	148,0	101,0	352,0	393,0	178,0	106,0
	20-40	79,0	148,0	52,0	49,0	188,0	111,0	34,0	177,0
	40-60	80,0	34,0	121,0	12,0	70,0	39,0	25,0	44,0
	60-80	13,0	51,0	9,0	4,0	90,0	25,0	12,0	52,0
	80-100	7,0	102,0	24,0	6,0	82,0	25,0	29,0	60,0
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	268,0	180,0	126,0	292,0	325,0	319,0	112,0	1153,0
	20-40	280,0	458,0	86,0	326,0	256,0	485,0	581,0	901,0
	40-60	68,0	196,0	3,0	302,0	872,0	310,0	185,0	1264,0
	60-80	59,0	218,0	21,0	183,0	260,0	94,0	31,0	1159,0
	80-100	71,0	351,0	13,0	204,0	856,0	92,0	12,0	230,0
Подвижный калий									
Целина	0-20	-	-	121,3	70,1	-	-	36,8	414,7
	20-40	-	-	72,3	68,1	-	-	18,6	258,9
	40-60	-	-	32,8	67,8	-	-	0,0	103,3
	60-80	-	-	17,6	53,8	-	-	0,0	79,0
	80-100	-	-	32,5	57,4	-	-	0,0	-
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	1180,4	3122,2	2243,6	3528,4	3171,1	-	2615,8	3003,0
	20-40	644,1	2342,7	2067,9	2811,9	2933,7	-	3202,8	2927,4
	40-60	603,6	2734,8	2413,5	3359,7	3090,0	-	3250,2	2972,4
	60-80	646,0	3287,5	2436,6	2506,8	3183,0	-	2363,8	2094,4
	80-100	630,5	1687,8	2546,3	1987,7	2232,4	-	1657,6	1850,0
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	499,8	459,8	412,4	468,7	558,6	-	541,4	1130,6
	20-40	359,6	452,9	474,8	491,8	402,5	-	291,6	630,7
	40-60	270,5	353,9	266,2	353,6	285,9	-	273,0	426,0
	60-80	189,5	106,3	160,2	165,9	126,4	-	146,1	393,4
	80-100	98,1	102,1	112,0	119,7	120,8	-	79,4	396,9
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	307,3	221,7	134,8	110,4	210,7	-	49,8	445,3
	20-40	304,5	45,1	142,1	150,9	64,4	-	92,8	330,7
	40-60	94,1	105,9	91,8	132,5	101,8	-	65,9	273,0
	60-80	90,0	84,6	80,1	127,5	74,7	-	41,1	239,4
	80-100	41,7	61,6	66,6	76,4	87,4	-	42,6	272,7

Примечание. " - " - не определялось

Таблица 3 Динамика подвижных соединений азота торфяного месторождения «Таган» в 1987 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата								
		5.05	20.05	2.06	24.06	7.07	21.07	4.08	24.08	9.09
Аммонийный азот										
Целина	0-20	-	114,6	108,5	51,1	167,2	55,0	-	107,5	571,5
	20-40	-	115,1	84,2	15,8	166,6	78,0	-	150,4	534,4
	40-60	-	72,4	77,1	70,4	147,6	52,3	-	150,8	455,4
	60-80	-	18,6	64,6	109,7	147,3	65,3	-	166,8	574,4
	80-100	-	89,7	62,9	14,1	148,0	105,8	-	157,0	502,1
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	79,4	79,2	94,2	166,0	301,9	146,2	177,5	135,0	639,4
	20-40	42,5	144,0	49,4	100,1	123,5	65,3	80,8	97,8	736,7
	40-60	41,4	70,8	54,9	72,2	85,5	117,1	62,2	113,4	593,3
	60-80	48,9	86,2	93,7	104,6	126,3	119,3	75,1	87,3	539,5
	80-100	41,0	59,4	32,9	86,4	106,8	5,8	43,2	98,9	561,5
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	98,6	113,8	36,7	64,1	194,8	26,2	71,1	108,3	481,2
	20-40	83,9	125,0	54,0	105,9	138,8	88,1	86,2	111,3	526,7
	40-60	106,2	173,7	2,0	143,6	35,0	47,4	70,8	152,2	897,6
	60-80	40,2	97,0	1,4	100,5	24,5	33,2	49,6	106,5	628,3
	80-100	53,7	98,4	16,4	92,7	129,6	17,9	66,6	56,7	502,2
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	68,4	102,0	8,6	73,2	62,1	5,9	88,7	101,6	365,9
	20-40	116,8	139,4	34,5	19,1	112,1	19,4	71,4	99,8	485,5
	40-60	224,2	88,5	24,8	99,6	89,9	59,8	59,0	73,4	524,5
	60-80	94,6	82,3	12,3	62,2	85,2	59,2	140,4	81,7	485,6
	80-100	213,3	124,7	29,7	99,8	68,2	65,5	150,0	82,9	655,8
Нитратный азот										
Целина	0-20	-	1,4	1,6	0,0	0,4	0,1	-	10,3	0,6
	20-40	-	1,6	1,7	0,0	0,4	0,4	-	13,2	0,6
	40-60	-	1,3	1,6	0,0	0,0	0,2	-	13,3	1,0
	60-80	-	0,8	0,9	0,0	0,0	0,9	-	12,7	1,3
	80-100	-	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	2,2	14,0	0,7
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	7,6	22,4	1,3	14,7	2,6	3,4	1,1	9,5	1,1
	20-40	12,4	19,5	1,0	0,0	1,8	1,1	2,0	7,8	0,8
	40-60	5,9	5,7	0,8	0,0	0,3	0,8	0,4	10,0	0,6
	60-80	1,5	6,7	0,5	0,0	0,3	0,3	0,9	9,7	0,5
	80-100	0,0	4,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4	10,2	0,4
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	1,2	28,2	1,8	0,0	118,5	0,5	1,7	9,8	0,3
	20-40	0,4	3,9	1,5	0,0	3,6	0,2	1,6	9,6	0,8
	40-60	0,0	1,8	1,1	0,0	0,8	0,0	0,9	11,2	1,8
	60-80	0,0	1,1	0,5	0,0	0,2	0,3	0,9	9,9	0,7
	80-100	0,0	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	1,3	8,7	0,0
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	3,0	60,6	15,4	0,0	103,6	4,0	30,9	11,3	0,4
	20-40	1,0	2,4	3,2	0,0	3,6	0,3	3,5	9,7	1,2
	40-60	0,2	5,3	1,3	0,0	1,0	0,0	1,3	7,8	0,5
	60-80	0,2	0,7	0,9	0,0	0,7	0,0	1,6	10,3	0,3
	80-100	0,3	1,1	1,0	0,0	2,1	0,1	1,8	10,4	1,6

Примечание. " - " - не определялось

Таблица 4 Динамика подвижных соединений фосфора и калия торфяного месторождения «Таган» в 1987 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата								
		5.05	20.05	2.06	24.06	7.07	21.07	4.08	24.08	9.09
Подвижный фосфор										
Целина	0-20	-	86,7	-	415,9	-	240,0	-	412,9	543,8
	20-40	-	24,2	-	137,4	-	88,0	-	364,8	216,0
	40-60	-	12,0	-	225,9	-	247,8	-	290,4	147,9
	60-80	-	4,8	-	73,1	-	290,8	-	89,7	126,1
	80-100	-	4,7	-	74,6	-	366,7	-	90,8	180,2
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	25,7	35,2	411,3	304,4	1035	405,5	158,6	245,6	534,4
	20-40	25,2	19,0	366,4	47,0	313,3	71,4	175,1	117,1	195,6
	40-60	26,1	16,6	235,1	52,1	203,5	47,0	95,3	49,5	231,6
	60-80	26,8	12,2	267,4	48,5	124,4	149,1	60,8	30,6	122,4
	80-100	15,4	35,3	94,7	74,2	113,5	76,5	96,9	37,7	226,2
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	67,4	87,8	1235	501,3	698,7	811,3	1766	1796	418,2
	20-40	18,7	26,7	1116	1313,6	278,4	1059	1623	961,9	1019
	40-60	8,8	18,7	372,5	199,0	797,1	99,8	445,4	451,0	230,5
	60-80	11,6	6,6	134,7	109,6	217,3	70,9	149,7	74,0	237,5
	80-100	23,4	9,1	228,4	89,5	90,4	177,2	100,8	61,0	98,3
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	131,6	217,0	562,1	413,1	639,3	372,6	462,5	460,2	274,5
	20-40	146,2	30,1	635,1	210,3	30,8	1731	305,4	527,4	982,3
	40-60	19,1	17,7	870,1	235,7	469,4	444,6	591,8	498,8	177,9
	60-80	38,9	15,6	248,3	76,4	234,4	1016	353,4	229,5	280,1
	80-100	47,6	28,5	420,5	108,4	341,1	2,6	236,4	115,5	286,7
Подвижный калий										
Целина	0-20	-	76,8	100,7	50,8	101,1	130,1	-	116,2	50,8
	20-40	-	26,1	0,0	0,0	0,0	104,3	-	96,0	0,0
	40-60	-	50,5	0,0	0,0	0,0	50,5	-	0,0	50,5
	60-80	-	24,0	0,0	0,0	0,0	96,1	-	24,0	24,0
	80-100	-	76,6	0,0	0,0	0,0	78,0	-	0,0	26,0
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	82,2	163,0	324,8	880,7	663,4	482,6	615,0	538,9	413,7
	20-40	40,4	51,4	345,6	237,6	474,9	321,6	403,7	248,2	242,4
	40-60	30,8	37,9	224,9	128,1	359,6	246,3	211,2	160,4	194,2
	60-80	62,1	67,4	139,7	141,7	154,2	170,9	116,1	117,7	148,4
	80-100	70,4	69,3	107,3	46,1	84,2	157,0	29,5	66,9	48,8
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	382,7	479,0	267,0	136,7	499,7	294,0	447,6	464,1	170,1
	20-40	259,2	286,6	265,6	198,8	457,4	265,8	386,2	411,4	144,8
	40-60	209,7	128,4	163,2	102,5	344,2	237,6	386,5	445,4	102,7
	60-80	313,1	180,5	79,8	46,6	173,2	145,5	198,0	206,3	51,2
	80-100	44,6	66,6	98,1	47,2	86,1	108,0	102,9	106,3	0,0
Рекультивированный участок, N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0-20	140,7	479,0	164,6	36,7	238,0	47,5	173,7	156,2	0,0
	20-40	66,7	64,1	68,4	43,1	124,9	113,9	104,8	211,1	0,0
	40-60	55,2	48,7	75,9	91,6	133,9	83,4	53,9	112,0	50,1
	60-80	22,0	42,8	34,4	47,5	116,9	67,5	102,7	112,4	46,1
	80-100	40,9	40,9	81,8	81,8	81,8	138,8	122,0	75,0	0,0

Примечание: " - " - не определялось

Таблица 5 Динамика подвижных соединений азота торфяного месторождения «Таган» в 1988 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата				
		5.05	14.06	1.07	9.08	6.09
Аммонийный азот						
Целина	0-20	221,9	127,7	155,5	365,9	188,6
	20-40	215,5	130,4	182,6	315,6	184,9
	40-60	128,1	105,4	207,6	206,7	160,8
	60-80	40,2	98,1	139,4	189,0	148,2
	80-100	21,1	42,0	121,7	163,3	194,6
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	244,1	86,6	146,4	384,4	94,5
	20-40	188,8	68,6	396,2	1114,7	103,5
	40-60	67,3	113,3	98,4	402,9	173,3
	60-80	106,7	110,6	908,9	309,2	87,6
	80-100	95,5	106,9	97,4	314,4	163,4
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	212,6	117,5	63,9	393,9	134,3
	20-40	181,6	137,3	82,5	185,6	129,2
	40-60	102,0	137,4	54,8	643,4	201,8
	60-80	15,7	106,4	97,9	205,4	150,8
	80-100	23,0	98,5	97,0	228,8	38,0
Нитратный азот						
Целина	0-20	0,0	0,0	10,2	2,8	1,3
	20-40	0,0	0,0	0,0	3,7	0,6
	40-60	1,2	0,0	0,0	0,3	0,0
	60-80	0,6	0,0	0,0	0,6	0,1
	80-100	2,3	0,0	0,0	1,4	1,0
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	0,0	3,3	1,7	1,9	1,8
	20-40	0,0	0,0	0,0	0,9	0,5
	40-60	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2
	60-80	0,0	2,2	0,0	0,6	0,2
	80-100	0,0	0,0	0,0	0,5	0,7
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	0,0	1,7	0,7	1,3	0,2
	20-40	0,0	0,0	0,0	1,7	0,3
	40-60	0,0	0,0	0,0	0,7	0,002
	60-80	0,0	0,0	0,0	1,2	0,2
	80-100	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 6 Динамика подвижных соединений фосфора и калия торфяного месторождения «Таган» в 1988 году, кг/га

Варианты	Глубина, см	Дата				
		5.05	14.06	1.07	9.08	6.09
Подвижный фосфор						
Целина	0-20	320,3	166,4	274,8	103,6	228,4
	20-40	73,1	40,2	102,9	0,0	70,9
	40-60	73,4	0,0	17,0	0,0	72,0
	60-80	560,7	0,0	26,6	0,0	73,3
	80-100	3626,5	0,0	23,6	3,9	90,7
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	209,7	839,8	302,7	269,4	276,7
	20-40	117,7	141,5	60,5	59,6	49,7
	40-60	39,0	30,4	154,9	0,0	54,2
	60-80	31,3	15,3	25,4	0,0	55,0
	80-100	26,9	42,5	22,2	0,0	39,9
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	417,1	2267,2	199,8	527,1	517,3
	20-40	1489,6	1833,1	1226,3	1772,2	647,4
	40-60	111,0	163,0	86,9	64,4	112,5
	60-80	108,8	77,9	24,8	0,0	82,9
	80-100	85,9	45,1	27,3	0,0	70,6
Подвижный калий						
Целина	0-20	189,5	125,6	114,7	88,7	50,3
	20-40	51,5	63,6	77,4	61,4	26,4
	40-60	46,7	52,6	53,0	30,9	10,2
	60-80	30,8	40,0	15,6	90,4	0,0
	80-100	43,4	45,0	30,7	85,9	62,6
Рекультивированный участок, контроль, без удобрений	0-20	651,5	1084,7	515,9	570,8	346,0
	20-40	300,1	456,6	309,0	556,7	178,7
	40-60	188,4	307,6	195,2	406,1	141,5
	60-80	81,5	171,8	133,4	217,3	124,8
	80-100	53,3	159,4	93,4	169,8	97,5
Рекультивированный участок, N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	360,0	1649,0	225,7	333,4	335,0
	20-40	410,5	8026,2	326,4	288,0	187,2
	40-60	202,8	304,0	148,8	202,8	146,4
	60-80	202,8	122,1	71,8	8614,1	74,6
	80-100	165,4	51,0	64,2	172,3	29,4