

На правах рукописи

Анопченко Людмила Юрьевна

**СУКЦЕССИИ ЭКОСИСТЕМ
В ПОЙМАХ ОБСЫХАЮЩИХ СОЛЕННЫХ ОЗЕР
ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

03.00.16 – Экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск – 2009

Работа выполнена на кафедре экологии и природопользования ГОУ ВПО
«Сибирская государственная геодезическая академия»

Научный руководитель: кандидат биологических наук
Якутин Михаил Владимирович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, доцент
Кирпотин Сергей Николаевич

кандидат биологических наук
Бубина Алла Борисовна

Ведущая организация: Центральный Сибирский ботанический сад
СО РАН

Защита диссертации состоится 29 апреля 2009 года в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.10 при ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ГОУ ВПО «Томский государственный университет» по адресу: г. Томск, пр. Ленина, 34 а.

Автореферат разослан « ____ » марта 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Е.Ю. Просекина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Барабинская равнина занимает значительную часть Омской и Новосибирской областей (около 117,4 тыс. км²). На ее территории насчитывается более 2500 озер, засоленных в той или иной степени, из которых 80 % не имеют стока. Тенденции изменения климата Барабы таковы, что в процессе дальнейшего обсыхания многочисленных озер будут освобождаться значительные по площади территории. При этом на обсыхающих поверхностях параллельно идет сукцессия экосистем и развитие молодых почв.

Трансформация молодых почв сопровождается изменением в них концентрации солей, запаса органического вещества и основных параметров функционирования биоты. В экологии существует устойчивый интерес к комплексному исследованию сукцессионных экосистем. В процессе сукцессии экосистем происходит изменение структуры и особенностей функционирования продукционного и деструкционного звеньев, изменение запасов органического вещества в надземном и подземном блоках.

Цель работы: изучить закономерности сукцессии экосистем в поймах обсыхающих озер юга Западной Сибири (на примере оз. Чаны).

Задачи исследования:

1. Установить тенденции изменения климата на территории Барабинской равнины.
2. Оценить особенности обсыхания озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы, площади и темпы формирования почв в обсыхающих озерных поймах в историческое время.
3. Изучить закономерности изменения в продукционных и деструкционных блоках экосистем, формирующихся на обсыхающих участках дна соленого озера (на примере оз. Чаны).
4. Оценить особенности изменения структуры запасов органического вещества в ходе сукцессий.

Научная новизна. Впервые составлена картосхема почв, сформировавшихся на обсохших территориях озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы, и оценены запасы углерода, аккумулированные в сформировавшихся почвах за время обсыхания.

В результате проведенных исследований впервые проведено комплексное изучение сукцессионных экосистем в пойме обсыхающего соленого озера, включающее в себя оценку структуры запасов растительного вещества, анализ основных характеристик молодых почв и анализ основных параметров состояния и особенностей функционирования почвенного микробоценоза.

Проведен комплексный анализ состояния и особенностей процесса формирования продукционного и деструкционного звеньев молодых экосистем, формирующихся в поймах обсыхающих озерных депрессий Барабы.

Защищаемые положения.

- Сукцессия экосистем в пойме обсыхающего соленого озера тесно связана с трансформацией почв.

- В сукцессионных экосистемах постепенно происходит увеличение общего запаса органического углерода и увеличение доли почвенного органического вещества в этом запасе.

Теоретическая и практическая значимость.

На основании составленной картосхемы оценены запасы углерода, аккумулированные в сформировавшихся почвах за время обсыхания озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы.

Полученные количественные характеристики структуры запасов органического вещества в сукцессионных экосистемах дают возможность оценить соотношения запасов углерода в продукционном и деструкционном звеньях экосистемы и характеризуют важные параметры углеродного цикла в лугах различного типа.

Результаты комплексного изучения молодых экосистем, формирующихся в обсыхающих пойме озера Чаны, могут быть рекомендованы для разработки методик комплексного мониторинга территорий пойм обсыхающих соленых озер.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на LIV научно-технической конференции, посвященной 225-летию геодезического образования в России «Современные проблемы геодезии и оптики» (Новосибирск, 2004); на IV съезде Докучаевского общества почвоведов (Новосибирск, 2004); на VII Международной конференции «Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов» (Кызыл, 2005); на III Международном научном конгрессе «ГЕО-Сибирь-2007» (Новосибирск, 2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 работ (из них 11 в соавторстве), в том числе 1 статья в ведущем научном рецензируемом журнале, входящем в Перечень изданий, рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 132 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и списка литературы, включающего 125 наименований (в том числе 9 зарубежных), содержит 2 таблицы, 45 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования выбрана серия молодых разновозрастных экосистем, сформировавшихся на участках обсыхающего дна оз. Чаны и на побережье озера. Все исследованные экосистемы расположены в Барабинском районе Новосибирской области, в окрестностях села Староярково.

Руководствуясь данными топографических и геологических карт 20, 40 и 80-х гг. XX в., оценен примерный возраст исследованных экосистем: Т. 1 (1 (0) год), Т. 2 (10 лет), Т. 3 (40 лет), Т. 4 (60 лет), Т. 5 (80 лет) (табл. 1). Для оценки особенностей изменения климата выполнен анализ метеорологических наблюдений по Здвинской метеостанции (г. Здвинск Новосибирской области), расположенной наиболее близко к району исследований.

Для определения темпов обсыхания озер за период с 1786 по 2001 гг. и оценки состояния современного почвенного покрова обсохшей поймы озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы в работе использован картографический метод: проведен сравнительный анализ данных разновозрастных карт (1786, 1813, 1824, 1930, 1987, 2001 гг. издания).

Таблица 1

Основные характеристики исследованных экосистем

Геоморфологическое положение	Экосистема	Почва	Сельхоз использование
На уровне уреза воды, недавно обсохшее дно озера	Озерный ил с песком, покрытый в некоторых местах сверху слоем матов из водных растений	Т.1 Эмбриозем инициальный	–
100 м от уреза воды	Солянковое сообщество	Т.2 Солончак луговой	–
200 м от уреза воды	Разнотравно-злаковый луг	Т.3 Луговая солончаковатая	Пастбище
Слабонаклонная поверхность. Юго-восточный склон гривы, 500 м от уреза воды	Разнотравно-полынно-ковыльный остепненный луг	Т.4 Солонец глубокий	Пастбище
Вершина гривы, 1–1,5 км от берега озера. Большая поляна в березово-осиновом колке, открытая в южном направлении	Разнотравно-злаковый луг	Т.5 Черноземно-луговая	Сенокос

Выбор места и описание почвенного разреза выполнялось в соответствии с общепринятой методикой (Добровольский, 1998). Величина рН, а также содержание в почвенных пробах ионов определялись в водной вытяжке; углерод гумуса определялся мокрым сжиганием по Тюрину (Аринушкина, 1970). Анализ запасов растительного вещества во всех экосистемах проводился 1 раз в год. Была изучена структура запасов растительного вещества в подземном (корни) и надземном (зеленая фитомасса и подстилка) ярусах экосистемы. Вся надземная и подземная фитомасса (при необходимости) отделялась от почвы методом декантации на ситах, высушивалась и взвешивалась (Титлянова, 1994). Определение дыхания почвы (выделения CO_2) проводилось газохроматографическим методом. Содержание углерода в биомассе почвенных микроорганизмов (С-биомассы) определялось кинетическим методом (Звягинцев, 1991).

Результаты исследования и их обсуждение

В Барабинской и Кулундинской степях и на прилегающих к ним территориях в течение многих десятилетий ведутся метеорологические наблюдения на метеостанциях, охватывающих как зону бассейна оз. Чаны, так и прилегающие к этой зоне районы. Для оценки тенденции изменений климата в районе оз. Чаны в XX в. выполнен анализ метеоданных с 1934 по 2006 гг. по наблюдениям на метеостанции г. Здвинска.

На рисунке 1 приведен график изменения температуры воздуха, построенный на основании сравнения среднемесячных температур в каждом конкретном месяце со среднемесячными за весь период наблюдений (график температурных аномалий на протяжении 840 месяцев). Хорошо видна тенденция устойчивого роста температуры воздуха в районе оз. Чаны.

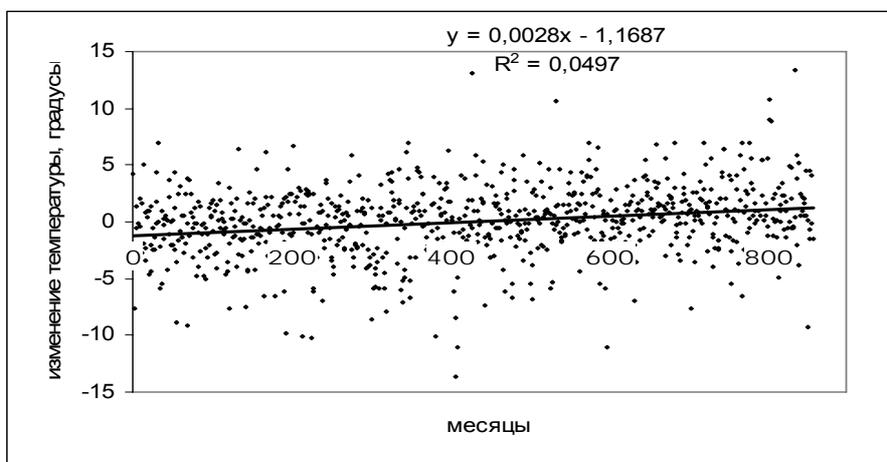


Рис. 1. Аномалии среднемесячной температуры воздуха по сравнению со среднемесячными многолетними температурами воздуха за период 1934–2006 гг.

В результате анализа аномалий месячных суммарных количеств осадков по сравнению со среднемесячными многолетними суммами количества осадков за период 1934–2006 гг. по Здвинской метеостанции была выявлена закономерность – незначительный общий рост увлажненности Причановской территории Барабы. Причем в месяцы с наибольшей испаряемостью воды (июнь и июль) количество осадков за последние 70 лет в целом снижается. Эти тенденции свидетельствуют о постепенном усилении аридности климата юга Западной Сибири и сохранении тенденции к снижению водности рек и обсыханию озер Барабинской равнины.

Изменение водности озера Чаны носило пульсирующий характер и происходило под влиянием климатических факторов. Параллельно с пульсациями в долговременной перспективе происходило постепенное усыхание озера (Пульсирующее озеро Чаны, 1982). Построенная картосхема этапов обсыхания Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклинской озерной системы с 1786 по 2001 гг. позволяет оценить темпы этого обсыхания (рис. 2).

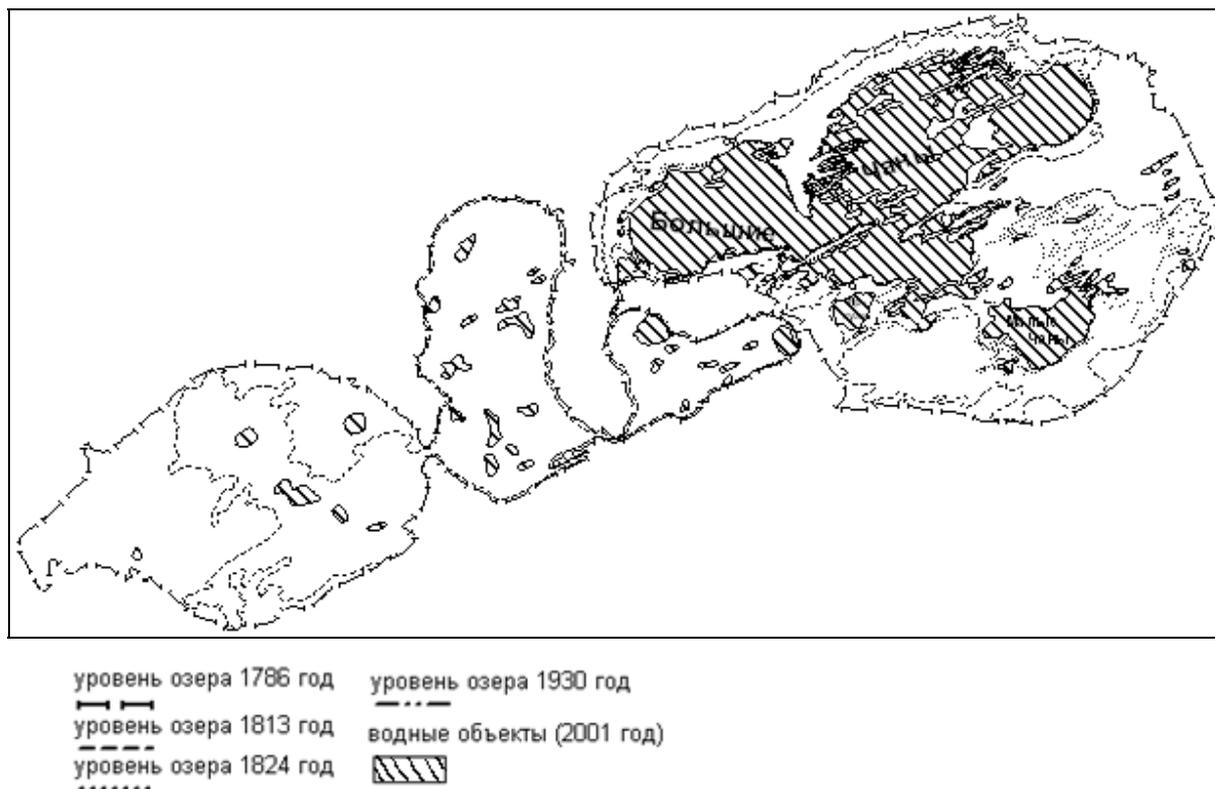


Рис. 2. Картосхема этапов обсыхания Чаны – Абышкан – Сумы– Чебаклинской озерной системы с 1786 по 2001 гг.

Максимальная площадь поймы озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы обсохла 90–157 лет назад и составила 3364,4 км². Второй по

масштабам период обсыхания произошел 157–184 года назад и составил 2022,2 км². За последние 90 лет площадь озерной системы уменьшилась на 850,0 км². Отчетливо видно, что 90 лет назад процесс обсыхания озер Чановской озерной системы замедлился, что связано с уменьшением площади озера.

Анализ динамики изменения почвенных контуров на территории обсыхающего дна Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклинской озерной системы выполнен с помощью программного продукта MapInfo. В процессе работы над картографическим материалом выделены 23 разновидности почв, которые для удобства анализа объединены в 7 групп по типам и подтипам (рис. 3).

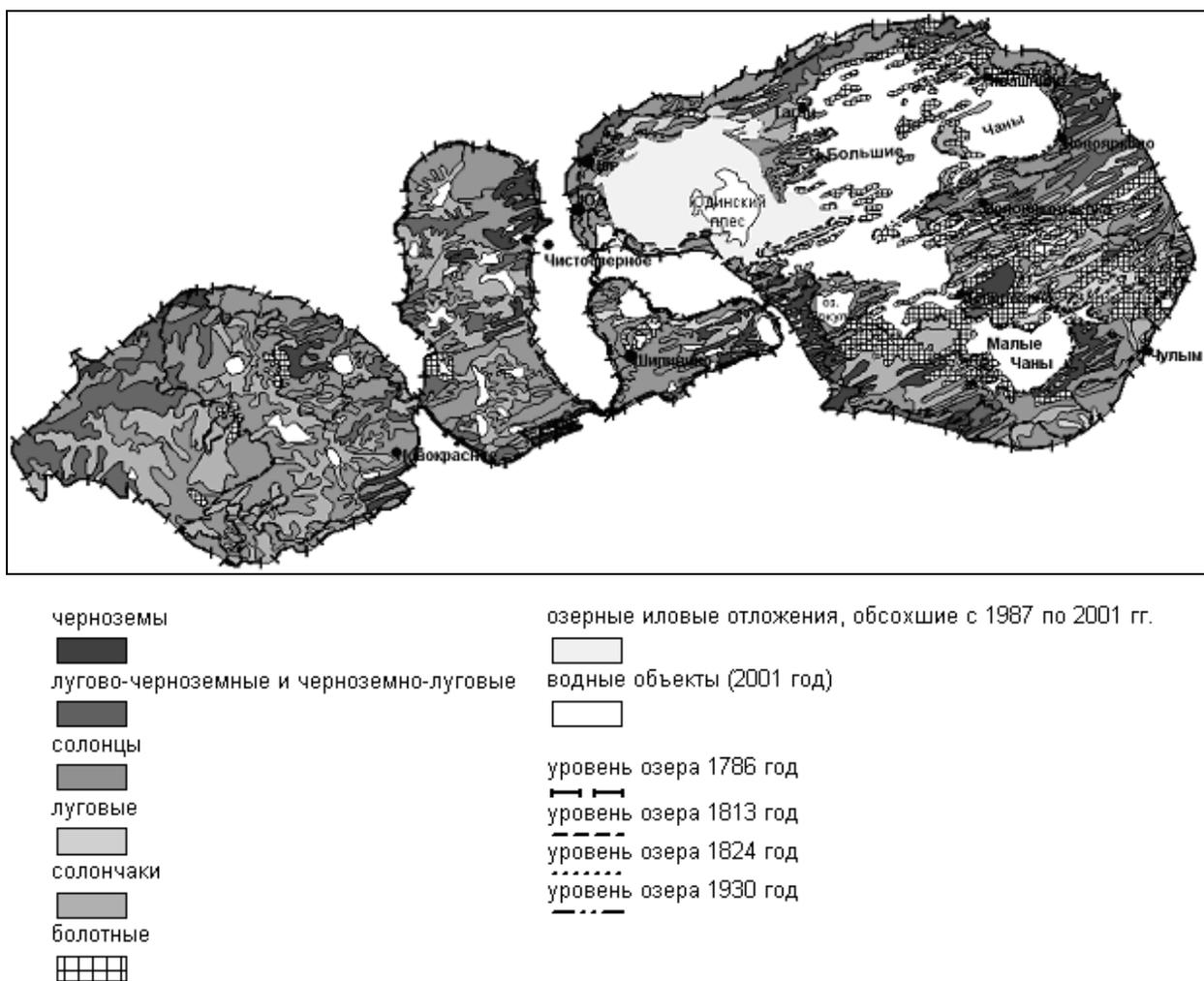


Рис. 3. Картограмма групп почв, сформировавшихся в поймах обсыхающей озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы с 1786 по 2001 гг.

На основании построенной картограммы стало возможным оценить динамику изменения площадей различных почв и динамику накопления общих запасов органического углерода в профилях молодых формирующихся почв. Для расчетов запасов углерода в почвах в работе принято, что чернозем в слое до 100 см содержит в среднем 30 кг С/м²; лугово-черноземные и черноземно-

луговые почвы – 25 кг С/м²; солонцы – 12,5 кг С/м²; солончаки – 10 кг С/м²; луговые почвы – 20 кг С/м²; болотные почвы – 32,5 кг С/м²; озерные иловые отложения и молодые солончаки – 0,5 кг С/м² (Титлянова, 1994).

График на рисунке 4 наглядно демонстрирует динамику обсыхания Причановской территории Барабы в течение длительного времени. Сукцессия экосистем начинается сразу же после выхода участка поймы из-под воды. В течение первых 40 лет после обсыхания участков озерного дна на них формируются болотные экосистемы, солонцовые луга, солянковые сообщества и соответствующие им почвы.

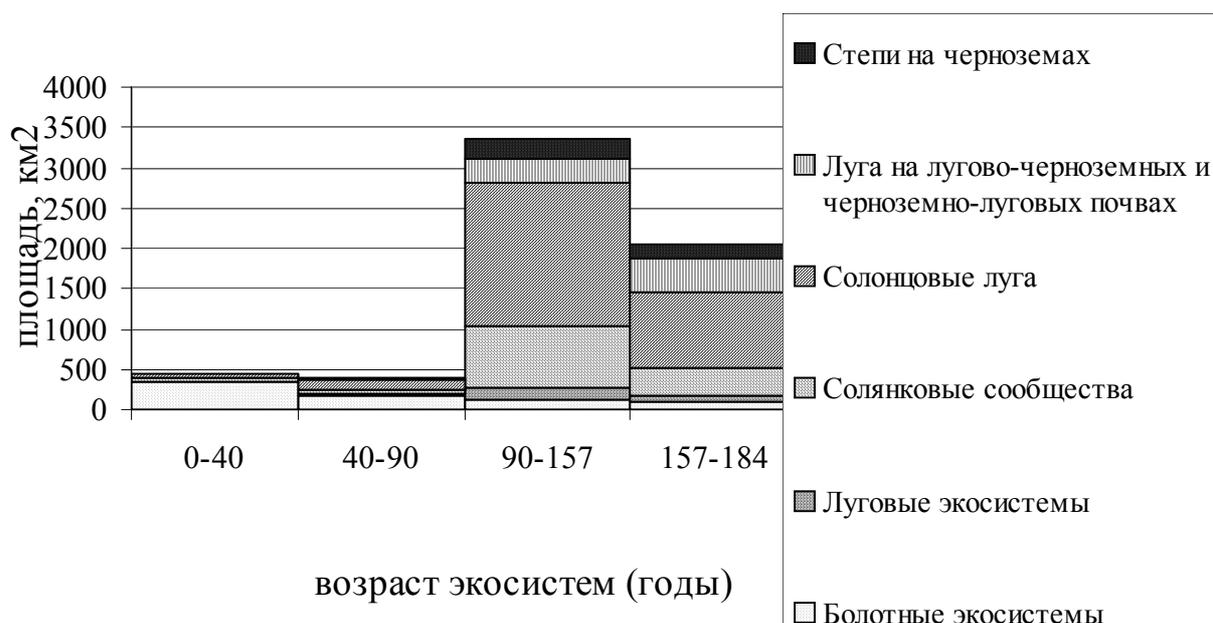


Рис. 4. Площади различных почв, сформировавшихся в обсохших поймах озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы

На следующей стадии формирования (возраст обсохших поверхностей 40–90 лет) появляются луговые и степные экосистемы и соответствующие им почвы: луговые, лугово-черноземные, черноземно-луговые и черноземы.

На поверхностях, обсохших 90–157 лет назад, наибольшие площади занимают солонцовые луга и солянковые сообщества, а также луга на лугово-черноземных и черноземно-луговых, черноземных, луговых почвах и болотные экосистемы.

Максимальный возраст имеют экосистемы, сформировавшиеся 157–184 года назад. Поверхности, обсохшие в этот период, в данный момент занимают солонцовые луга и луга на лугово-черноземных и черноземно-луговых почвах

и степи на черноземах. Доля солянковых сообществ, луговых и болотных экосистем на этих территориях невысока.

Таким образом, в итоге сукцессии экосистем, идущей по зональному типу, происходит формирование остепненных лугов и степных экосистем на почвах черноземного ряда (черноземы и лугово-черноземные почвы), которые занимают высокие элементы рельефа. Но особенности процесса сукцессии на данной территории таковы, что максимальные площади в итоге оказываются занятыми экосистемами солонцово-солончаковых комплексов.

В таблице 2 приведены данные по запасам углерода, закрепившегося в органическом веществе почв на протяжении 20 лет их эволюции.

Таблица 2.

Запас органического углерода ($C_{орг}$) в 0–100 см слое почв, сформировавшихся в пойме обсыхающей озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы (т)

Почвы	Периоды обсыхания озерной системы Чаны – Абышкан – Сумы – Чебаклы, годы				
	1786–1813	1813–1880	1880–1930	1930–1970	1970–2001
Черноземы	4395 000	7467 000	894 000	–	–
Лугово-черноземные и черноземно-луговые	10220 000	7517 500	262 500	–	–
Солонцы	11920 000	22317 500	1470 000	611 250	–
Солончаки	3 440 000	7 690 000	380 000	312 000	–
Луговые	1232 000	2 582 000	1 176 000	–	–
Болотные	3500250	4 273 750	5 242 250	11 501 750	–
Иловые отложения	–	–	–	–	223 030
Σ	34 707 250	51 847 750	9 424 750	12 425 000	223 030
Σ Σ	108 627 780				

Общий запас углерода в органическом веществе почв, сформировавшихся на обсыхающих территориях Чановской озерной системы за период с 1786 по 2001 гг., составил 108 627 780 т.

Сукцессия экосистем непосредственно после выхода поймы из-под воды начинается с процесса аккумуляции в почве подвижных солей, вследствие чего происходит засоление. На засоленных почвах на первом этапе развития экосистем формируются солянковое сообщество на солончаке луговом (Т. 2) (табл. 1). По мере опускания базиса эрозии начинается и продолжается в дальнейшем вынос подвижных солей в более низко расположенные элементы

рельефа. Вследствие этого происходит распреснение формирующихся почв. Вторым этапом сукцессии является разнотравно-злаковый луг на почве луговой солончаковатой (Т. 3). Следующая стадия сукцессии экосистем – разнотравно-полынно-ковыльный остепненный луг на глубоком солонце (Т. 4). Наиболее старыми почвами на Причановской территории Барабинской равнины являются черноземные и черноземно-луговые почвы, расположенные на вершинах грив, сформировавшиеся под разнотравно-злаковыми лугами (Т. 5).

Постоянное использование разнотравно-злаковых лугов в качестве пастбища (Т. 2) и сенокоса (Т. 4) не дает возможности оценить общие запасы надземной фитомассы в этих экосистемах, поэтому действительным отражением процессов формирования экосистем являются только данные по запасам корней растений.

Динамика запасов корней в 2004–2006 гг. в исследованных экосистемах приведена на рисунке 5.

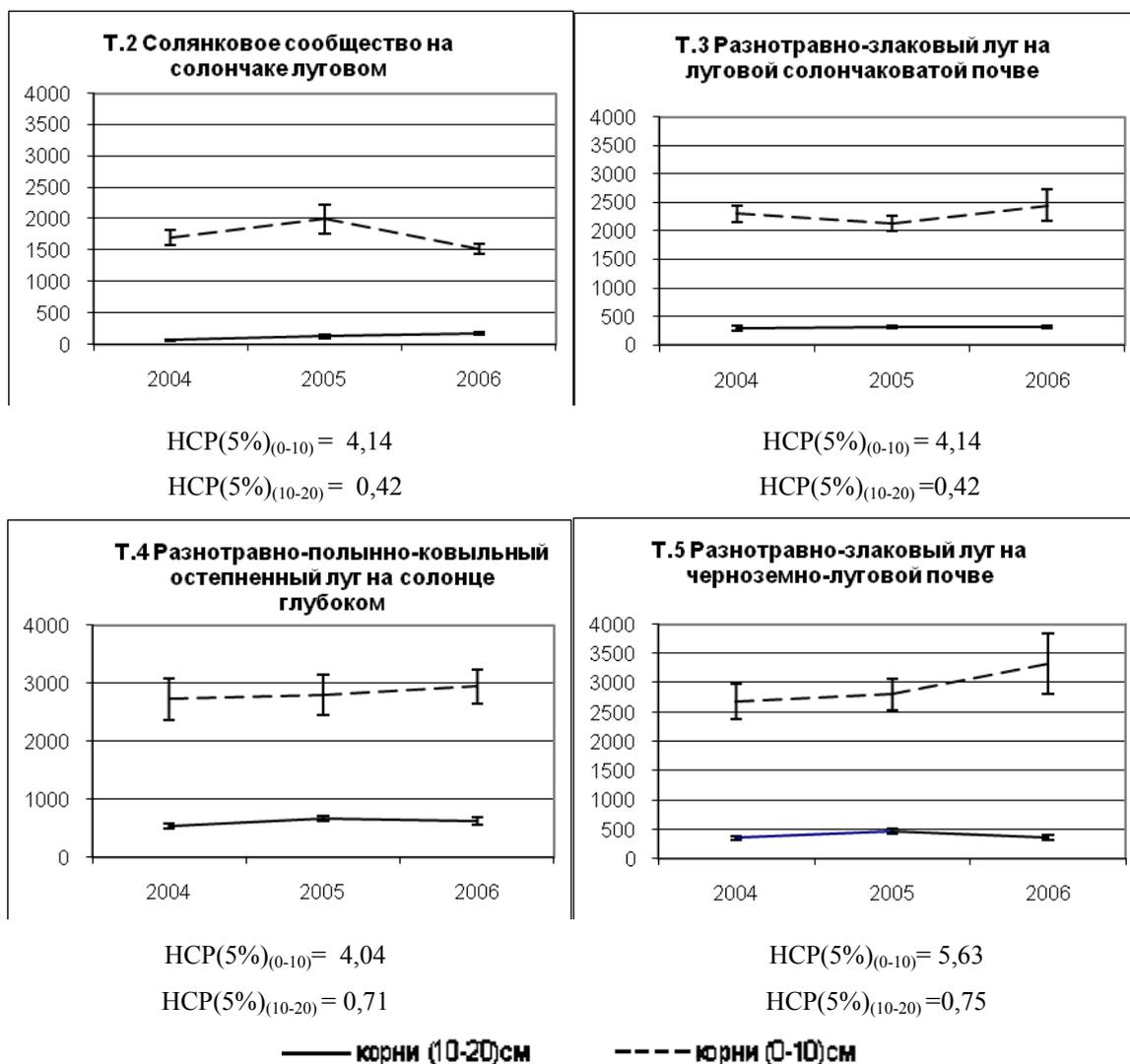


Рис. 5. Динамика запасов корней в 2004–2006 гг. в исследованных экосистемах ($г/м^2$)

В целом можно сделать вывод, что солянковое сообщество на солончаке луговом (Т. 2) характеризуется минимальными значениями запаса корней в слое (0-10 см) в 2004 году. В 2005 году происходит увеличение этого показателя в 1,9 раза, в 2006 – 2,7 раза. В слое (10-20 см) отмечено увеличение запаса корней в 1,1 раза в 2004 году и в 1,3 раза в 2005 году по сравнению с 2006 годом.

На разнотравно-злаковом лугу на почве луговой солончаковой (Т. 3) в слое (0-10 см) запас корней минимален в 2005 году, в 2004 году запас корней увеличивается здесь в 1,1 раза, в 2006 – в 1,2 раза. В слое (10-20 см) этот показатель минимален в 2004 году, в 2005 и 2006 годах он увеличивается в 1,1 раза по сравнению с запасами 2004 года.

Разнотравно-полынно-ковыльный остепненный луг на солонце глубоком (Т. 4) характеризуется минимальными значениями запаса корней в слое (0-10) в 2004 году, в 2005 и 2006 годах отмечается незначительное увеличение этого показателя. В слое (10-20 см) минимальные величины запаса корней отмечены также в 2004 году, в 2005 году их запас увеличился в 1,2 раза, в 2006 году – в 1,1 раза по сравнению с 2004 годом.

На разнотравно-злаковом лугу на почве черноземно-луговой (Т. 5) в слое (0-10 см) отмечены минимальные значения запаса корней в 2004 году. В 2005 году происходит незначительное увеличение этого показателя. В 2006 году запас корней увеличивается в 1,2 раза по сравнению с 2004 годом. В слое (10-20 см) запас корней характеризуется практически одинаковыми значениями в 2004 и 2006 годах, в 2005 году отмечено увеличение данного показателя в 1,3 раза.

Запас органического углерода был наибольшим в верхнем (0–10 см) слое солонца глубокого (Т. 4). Для эмбриозема инициального (Т. 1) характерен наименьший из всех изученных экосистем запас органического углерода. Черноземно-луговая почва (Т. 5) характеризуется значительными запасами органического углерода, сравнимыми с солонцом глубоким (Т. 4). Для луговой солончаковой почвы (Т. 3) и солончака лугового (Т. 2) характерны средние по величине запасы органического углерода.

Биомасса почвенных микроорганизмов – важнейший показатель состояния деструкционного звена биологического круговорота в любой травяной экосистеме. На рисунке 6 приведены данные по распределению С-биомассы микроорганизмов в профилях исследованных почв.

Для первой стадии развития почв (эмбриозем инициальный) характерны относительно невысокие значения С-биомассы. При переходе ко второй стадии – наблюдается снижение С-биомассы. Для третьей стадии развития

характерен рост С-биомассы по сравнению с луговым солончаком. Максимальные значения С-биомассы отмечены на четвертой и пятой стадиях развития почв (в солонце глубоком и черноземно-луговой почве).

Влияние факторов, определяемых типом почвы, на концентрацию С-биомассы в слое 0-10 см оказалось сильным при переходе от эмбриозема инициального к солончаку луговому, от солончака лугового к почве луговой солончаковатой, от почвы луговой солончаковатой к солонцу глубокому.

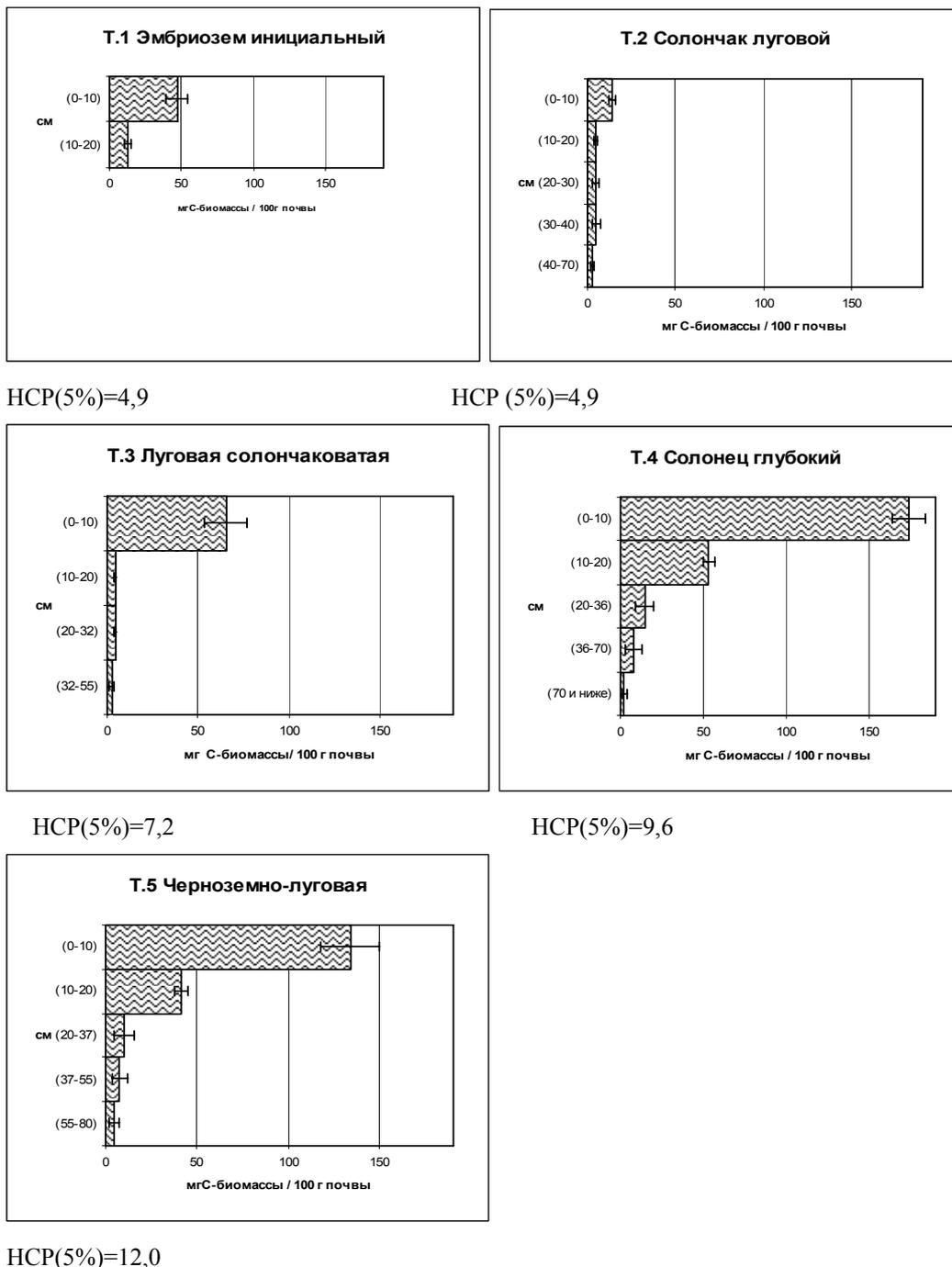


Рис. 6. Профильное распределение концентрации С-биомассы микроорганизмов в исследованных почвах (мг С-биомассы/100 г почвы) (усредненные данные за 2004-2006 гг.)

На рисунке 7 приведены данные дисперсионного анализа для различных факторов, влияющих на концентрацию С-биомассы в слое 0-10 см в исследованных почвах.

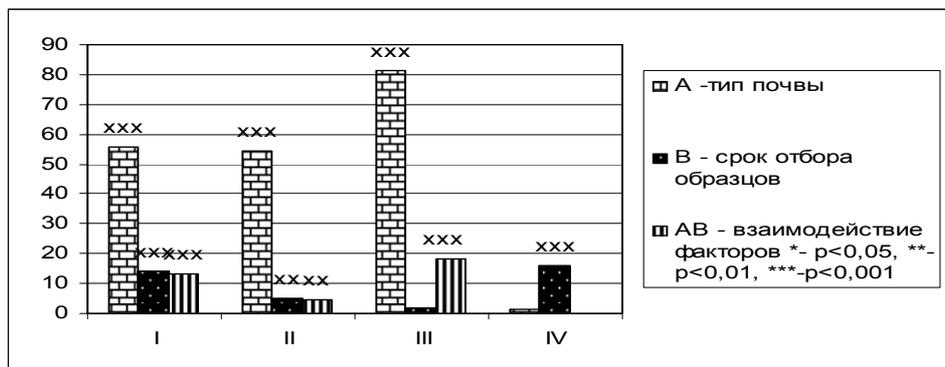


Рис. 7. Значения F-критерия для различных факторов, влияющих на концентрацию С-биомассы в слое 0-10 см (I – переход от эмбриозема инициального к солончаку, II – переход от солончака к почве луговой солончаковатой, III – переход от почвы луговой солончаковатой к солонцу глубокому, IV – переход от солонца глубокого к черноземно-луговой почве)

На рисунке 8 приведены данные дисперсионного анализа для различных факторов, влияющих на концентрацию С-биомассы в слое 10–20 см в исследованных почвах. Влияние факторов, определяемых типом почвы, на концентрацию С-биомассы в слое 10-20 см оказалось определяющим только при переходе от почвы луговой солончаковатой к солонцу глубокому.

Известно, что в каждый конкретный момент времени только от 15 до 40 % биомассы микроорганизмов является метаболически активной (Тейт, 1991). В данной работе для характеристики «активности» микроорганизмов был выбран показатель дыхания почвы – выделение CO_2 из почвы.

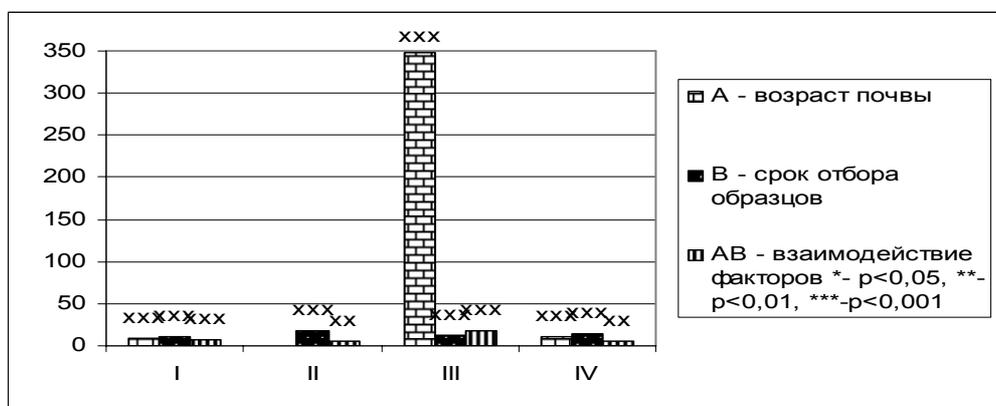


Рис. 8. Значения F-критерия для различных факторов, влияющих на концентрацию С-биомассы в слое 10-20 см (обозначения см. рис. 7)

Для первой стадии развития молодых почв (эмбриозем инициальный (Т. 1)) характерна высокая дыхательная активность (рис. 9). Это объясняется высоким содержанием и интенсивным разложением органического вещества озерного ила в только что вышедшей из-под воды молодой почве.

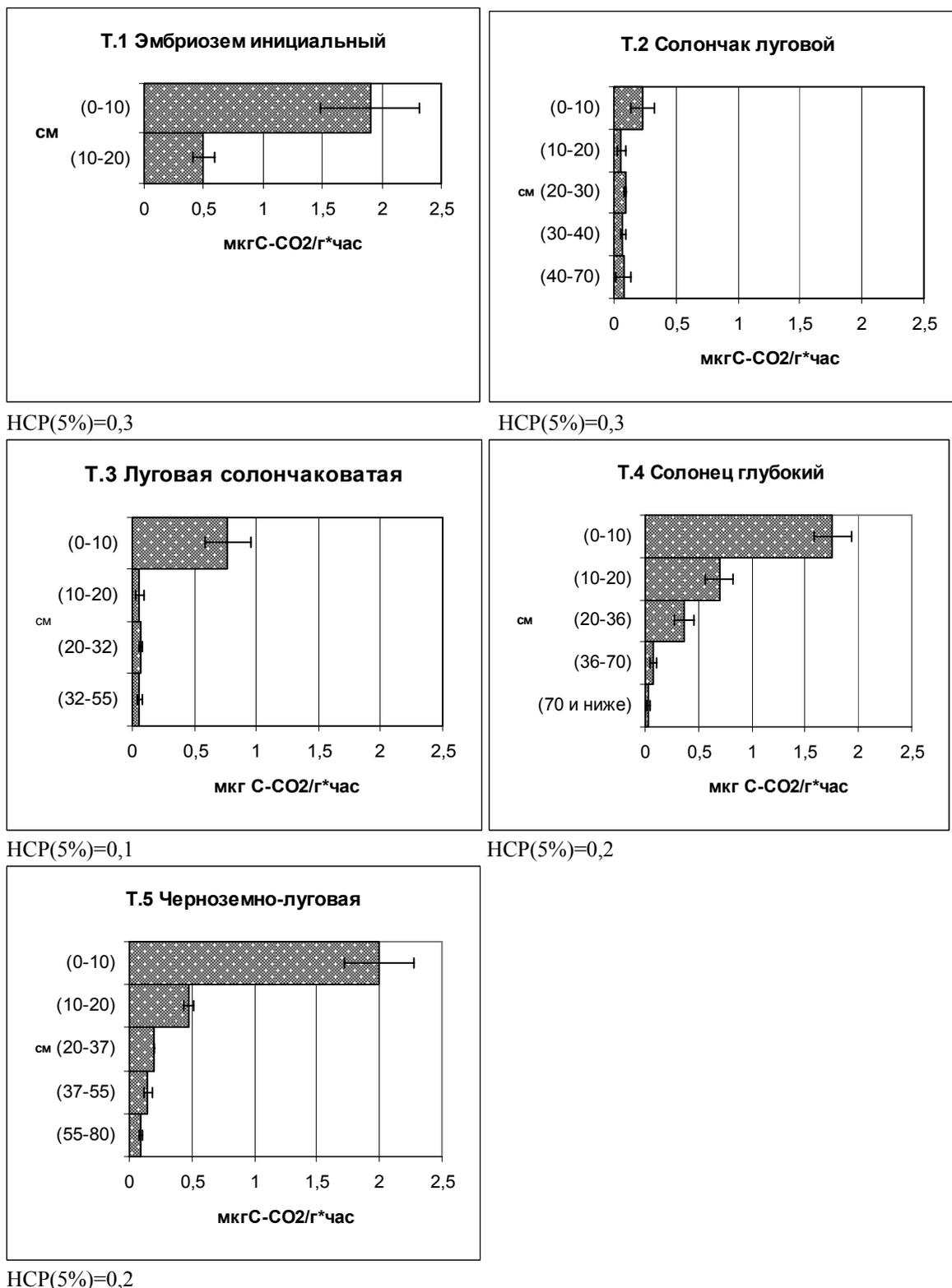


Рис. 9. Дыхательная активность в профилях исследованных почв (мкг С-СО₂/г*час) (усредненные данные за 2004–2006 гг.)

На второй (луговой солончак (Т. 2)) и третьей (почва луговая солончаковатая (Т. 3)) стадиях развития почв дыхательная активность снижается.

На четвертой (солонец глубокий (Т. 4)) и пятой (черноземно-луговая почва (Т. 5)) стадиях развития почв наблюдается резкое увеличение дыхательной активности.

Значения F-критерия для различных факторов, влияющих на дыхательную активность в слое 0–10 см, приведено на рисунке 10. Влияние факторов, определяемых типом почвы, на дыхательную активность в слое 0-10 см оказалось определяющим при переходе от эмбриозема инициального к солончаку, от солончака к почве луговой солончаковатой и от почвы луговой солончаковатой к солонцу глубокому.

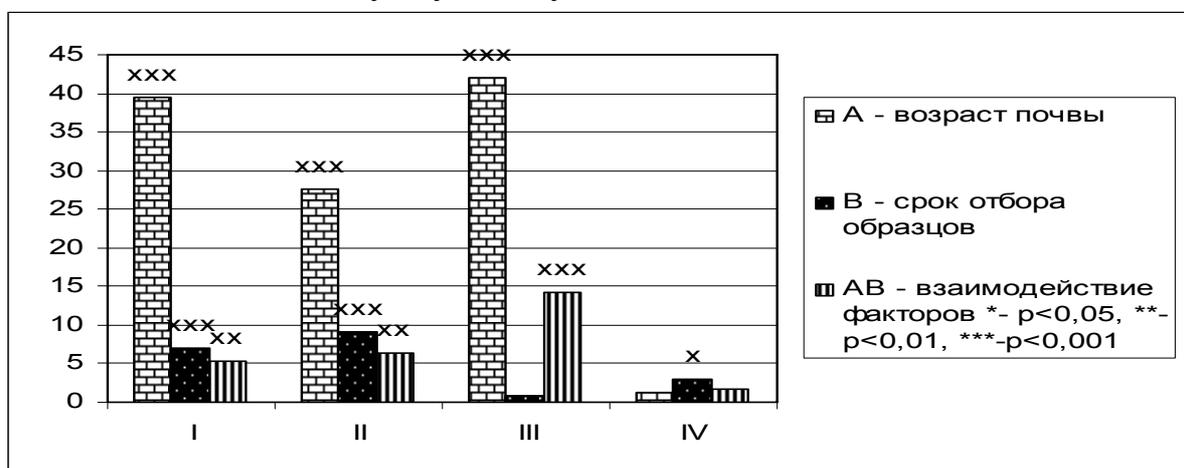


Рис. 10. Значения F-критерия для различных факторов, влияющих на базальное дыхание в слое 0–10 см (обозначения см. рис. 7)

Анализируя структуру запасов органического углерода в формирующихся молодых экосистемах можно сделать следующие выводы. На первой стадии сукцессии экосистем (стадия инициального сообщества) растения в экосистеме отсутствуют, и весь запас органического углерода в почве формируется из озерного ила (рис. 11, 12).

На второй стадии (солянковое сообщество на солончаке луговом) появляются растения-галофиты и общий запас органического углерода в экосистеме увеличивается, снижается доля углерода почвенного органического вещества и доля углерода микробной биомассы.

На третьей стадии сукцессии (стадия разнотравно-злакового луга на луговой солончаковатой почве) общий запас органического углерода в экосистеме снижается по сравнению с солянковым сообществом. При этом

снижается доля углерода почвенного органического вещества в общем запасе, а доля углерода в корнях, надземной фитомассе и микробной биомассе увеличивается.

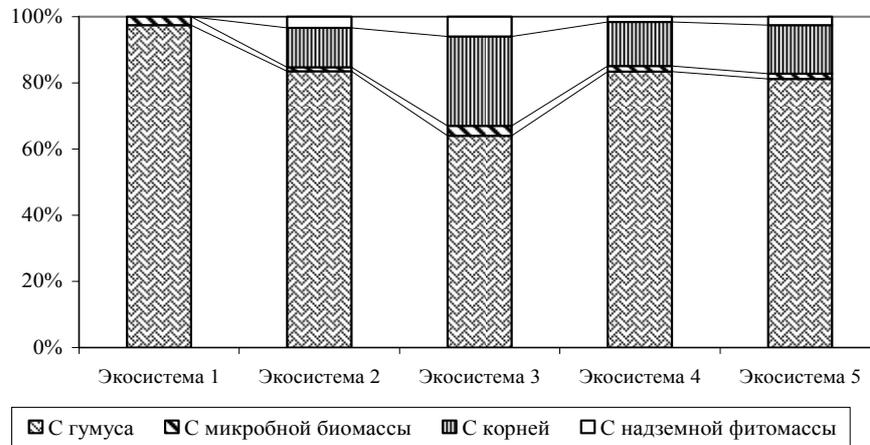


Рис. 11. Доля различных компонентов в структуре запасов органического углерода в исследованных экосистемах (в процентном соотношении)

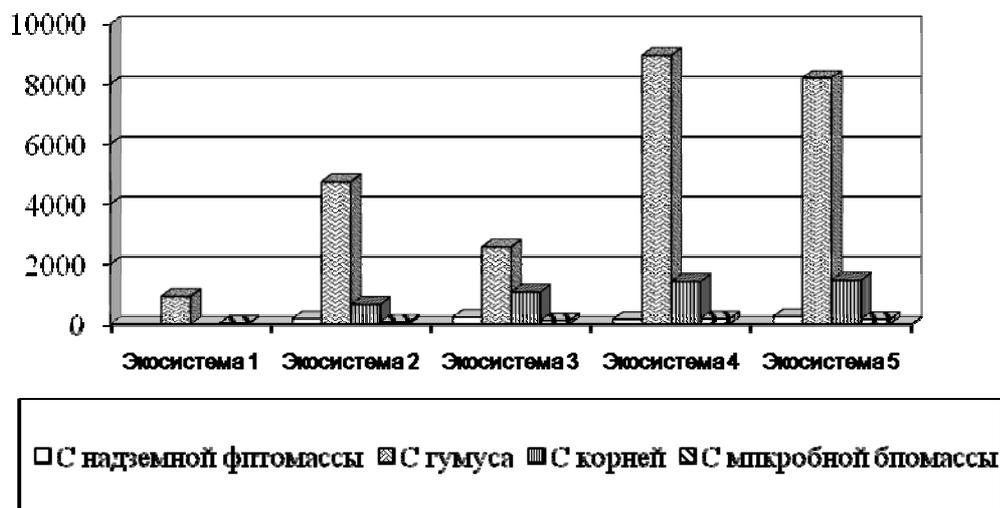


Рис. 12. Запасы органического углерода в исследованных экосистемах (г С / м²)

На третьей стадии сукцессии запас органического углерода, заключенного в продукционном звене биологического круговорота, увеличивается в 1,5 раза, а в деструкционном звене – в 2,5 раза по сравнению со второй стадией (солянковое сообщество). Таким образом, только на третьей стадии сукцессии

деструкционный блок экосистемы окончательно формируется и минерализует органическое вещество озерного происхождения.

На четвертой и пятой стадиях сукцессии (солонцовый и остепненный луг) запас органического углерода в экосистеме увеличивается. При этом увеличивается доля углерода в почвенном органическом веществе, а в корнях, надземной фитомассе и микробной биомассе – снижается. Следовательно, на четвертой и пятой стадиях сукцессии запас органического углерода в продукционном и деструкционном блоках экосистемы стабилизируется и система максимально приближается к терминальной стадии своего развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении последних 70 лет наблюдается устойчивая тенденция к увеличению среднемесячных температур воздуха в течение всего года на Причановской территории Барабы. Отмечается также незначительное общее увеличение суммарного количества осадков, но в месяцы с наибольшей испаряемостью (июнь, июль) количество осадков здесь в целом снижается. Все эти тенденции свидетельствуют о постепенном усилении аридности климата юга Западной Сибири и сохранению тенденции к снижению водности рек и обсыханию озер Барабинской равнины.

На первой, инициальной, стадии сукцессии в поймах обсыхающих соленых озер растения в экосистеме отсутствуют, и весь запас органического углерода в почве сформировался из озерного ила. Для этой стадии сукцессии характерны относительно невысокие значения С-биомассы микроорганизмов, высокие значения дыхательной активности и высокий уровень удельной активности.

При переходе ко второй стадии (солянковое сообщество на солончаке луговом) появляются растения-галофиты. Для этой стадии сукцессии характерен низкий запас растительного вещества и минимальное количество подстилки и корней в слое 10–20 см. Общий запас органического углерода в экосистеме увеличивается. Наблюдается увеличение запасов С-биомассы микроорганизмов, но снижается доля углерода почвенного органического вещества и доля углерода микробной биомассы в общем запасе органического углерода. Уровень дыхательной активности и величина удельной активности также снижаются.

На третьей стадии сукцессии (стадия разнотравно-злаковых лугов на луговой солончаковатой почве) наблюдается рост и общего запаса

растительного вещества, и доли корней и подстилки в этом запасе. Общий запас органического углерода в экосистеме снижается по сравнению с солянковым сообществом. Т.е. на третьей стадии сукцессии деструкционный блок экосистемы окончательно формируется и минерализует органическое вещество озерного происхождения. Происходит снижение доли углерода почвенного органического вещества в общем запасе органического углерода экосистемы. А доля общего углерода, заключенного в корнях, надземной фитомассе и микробной биомассе увеличивается. Наблюдается рост С-биомассы по сравнению со второй стадией, а уровень дыхательной активности и величина удельной активности микроббиомассы остаются низкими.

Для четвертой стадии сукцессии – стадии лугов на глубоких солонцах – характерен максимальный запас корней и максимальный процент корней в слое 10-20 см от их общего запаса в слое 0–20 см. Запас органического углерода в экосистеме увеличивается. При этом увеличивается доля углерода в почвенном органическом веществе, а в корнях, надземной фитомассе и микробной биомассе – снижается. Для этой стадии характерны максимальные значения С-биомассы микроорганизмов и дыхательной активности. Величина удельной активности остается невысокой.

На пятой стадии сукцессии – стадии остепненных лугов на черноземно-луговых почвах – происходит некоторое снижение общего запаса растительного вещества по сравнению с солонцовыми лугами за счет снижения массы корней, но отмечается увеличение массы подстилки и ее доли в общем запасе растительного вещества. Запасы органического углерода, С-биомассы и дыхательной активности сравнимы со значениями четвертого этапа сукцессии, и так же достигают максимальных величин. Удельная активность микроббиомассы увеличивается по сравнению с четвертой стадией.

Следовательно, на 4 и 5 стадиях сукцессии запас органического углерода в продукционном и деструкционном блоках экосистемы стабилизируется.

Итогом сукцессии экосистем в поймах обсыхающих озер является формирование остепненных лугов и степей на почвах черноземного ряда (черноземы и лугово-черноземные почвы), которые занимают высокие элементы рельефа. Но максимальные площади обсыхающих пойм соленых озер оказываются занятыми экосистемами на почвах солонцово-солончакового комплекса.

Общий запас углерода гумуса почв, сформировавшихся на обсыхающих территориях Чановской озерной системы за период с 1786 по 2001 гг., составил 108 627 780 тонн.

ВЫВОДЫ

1) На протяжении последних 70 лет наблюдается устойчивые тенденции к постепенному усилению аридности климата юга Западной Сибири, к снижению водности рек и обсыханию озер Барабинской равнины;

2) Существует тесная взаимосвязь структуры запасов органического углерода и уровня метаболической активности почвенной микробной биомассы со стадией сукцессии экосистемы;

3) Окончательное формирование деструкционного блока экосистемы происходит на стадии разнотравно-злаковых лугов на луговой солончаковой почве, а стабилизация запасов органического углерода в продукционном и деструкционном блоках экосистемы происходит на стадиях лугов на глубоких солонцах и остепненных лугов на черноземно-луговых почвах;

4) Итогом сукцессии экосистем в поймах обсыхающих озер является формирование остепненных лугов и степей на почвах черноземного ряда, занимающих высокие элементы рельефа, но максимальные площади обсыхающих пойм соленых озер оказываются занятыми экосистемами на почвах солонцово-солончакового комплекса;

5) Общий запас углерода гумуса почв, сформировавшихся на обсыхающих территориях Чановской озерной системы за период с 1786 по 2001 гг., составил 108 627 780 тонн.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Биомасса микроорганизмов в почвах, формирующихся в обсыхающих поймах соленых озер Барабы // Сибирский экологический журнал. – 2007. – № 5. – С. 817-822.

2. Скутина (Анопченко) Л.Ю., Якутин М.В. Особенности почвообразования и формирования запасов микроббиомассы в пойме обсыхающего озера Чаны // География: новые методы и перспективы развития : материалы XV конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока (Иркутск, 16–19 апреля 2003 г.). – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2003. – С. 28–30.

3. Анопченко Л.Ю., Якутин М.В. Картографические методы в мониторинге почв, формирующихся в поймах обсыхающих соленых озер Барабы // Почвы – национальное достояние России : материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов : в 2 кн. – Новосибирск : Наука-Центр, 2004. – Кн. 2. – С. 448.

4. Анопченко Л.Ю. Сравнительный анализ вековой динамики озер Чаны и Арал: проблемы и перспективы // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2005. – Вып. 10. – С. 20–24.

5. Анопченко Л.Ю., Якутин М.В. Геоэкологические методы в мониторинге пойм обсыхающих соленых озер Барабы // Современные проблемы геодезии и оптики : сборник научных статей по материалам LIV научно-технической конференции (Новосибирск, 19-23 апреля 2005 г.) / СГГА. – Новосибирск, 2005. – С. 70–74.

6. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Современные микробиологические методы в геоэкологическом мониторинге молодых почв озерных депрессий Барабы // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования земли : сборник материалов научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2005» (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.) / СГГА. – Новосибирск, 2005. – Т. 5. – С. 114–118.

7. Анопченко Л.Ю. Климат в XX веке и обсыхание озер Барабинской равнины // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования земли: сборник материалов научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2005» (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск: СГГА, 2005. – Т. 5. – С. 124–128.

8. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Биомасса и активность микроорганизмов в почвах обсыхающих пойм соленых озер Барабинской равнины // Вестник Томского государственного университета. Материалы III Всероссийской научной конференции «Современные проблемы почвоведения и оценки земель Сибири». – 2005. – Приложение № 15. – С. 98–100.

9. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Биомасса микроорганизмов в поймах обсыхающих соленых озер Внутренней Азии // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов : материалы VII международной конференции (Кызыл, 19–23 сентября 2005 г.) : в 2 т. – Кызыл : ТуВИКОПР СО РАН, 2005. – Т. 1. – С. 328–331.

10. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Структура запасов растительного вещества в мониторинге экосистем, формирующихся в обсыхающих поймах

соленых озер Барабы // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2006. – Вып. 11. – С. 172–177.

11. Якутин М.В., Самойлов К.А., Анопченко Л.Ю. Закономерности формирования биомассы микроорганизмов в процессе развития молодых почв озерных депрессий Барабы // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия : сборник материалов международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2006» (Новосибирск, 24–28 апреля 2006 г.) / СГГА. – Новосибирск, 2006. – Ч. 1, т. 3. – С. 177–182.

12. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю. Картографические методы в мониторинге запасов органического углерода в почвах Причановской территории Барабы // Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология : сборник материалов III международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2007» (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.) / СГГА. – Новосибирск, 2007. – Т. 3. – С. 134–139.

13. Якутин М.В., Анопченко Л.Ю., Проскурникова И.И., Шувалов С.Н. Структура запасов органического углерода в экологическом мониторинге молодых экосистем Барабы // Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология : сборник материалов III международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2007» (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.) / СГГА. – Новосибирск, 2007. – Т. 3. – С. 152–156.