

Научный отчет  
по **Березовскому лесостепному** стационару  
Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН за 2013 г.

Полевые работы проводились на Березовском лесостепном стационаре по **Приоритетному направлению Программа VIII.69.2.** «Формирование и эволюция ландшафтов Сибири в плейстоцене и голоцене».

**Проект VIII.69.2.** «Динамика и прогнозирование ландшафтно-геохимических процессов степных, лесостепных и таежных регионов Сибири».

**Этап.** Разработать методологию ландшафтно-геохимической оценки пространственно-временной динамики геосистем и тенденций их структурно-функциональных изменений; продолжение имеющихся рядов наблюдений за показателями факторов среды, мобильным органическим веществом степных и лесостепных геосистем в Минусинском Присяянье и Красноярском крае.

**Задание:** продолжить мониторинг вещественно-динамического состояния степных и лесостепных геосистем; по многолетним наблюдениям за гидротермическими условиями и метаболизмом вещества выявить ответные реакции природных компонентов на климатические флуктуации и антропогенные факторы.

**Задания:** изучение преобразования, миграции и аккумуляции вещества с формированием геохимических аномалий на территории юга Восточной Сибири.

**Проект Президиума РАН 4.13** – «Структурные и динамические изменения экосистем Южной Сибири и комплексная индикация процессов опустынивания, прогнозные модели и системы мониторинга»

**1.** Индикация процессов современного опустынивания в степных и лесостепных геосистемах юга Восточной Сибири.

**Задание.** Выявлены индикаторы процессов опустынивания степных и лесостепных геосистемах юга Восточной Сибири на основе изменений компонентов геосистем (рельеф, поверхностные, подземные воды, температуры, влажности почвы, запасов растительного вещества).

**Цель** – изучение пространственно-временных и структурно-функциональных закономерностей становления, развития естественной и антропогенной динамики островных лесостепных геосистем, регенерирующего потенциала молодых почв и почвогрунтов техногенных ландшафтов на основе биодиагностических подходов и интегральных показателей, прогнозирование развития явлений.

**Задачи исследований:**

- выявление пространственно-временных и структурно-функциональных особенностей лесостепных геосистем, отражающих внутрирегиональную дифференциацию органического вещества и динамику растительного вещества, характеризующие ландшафтно-геохимические особенности территории;

- изучение биогенных свойств формирующихся почв и почвогрунтов (выявление скорости восстановления биохимической активности почв и микробсообществ).

**Объекты исследований:**

- Назаровская лесостепь как модель изучения динамики вещества трансграничных территорий (Ключевые участки, Ашпанский экспериментальный профиль);

- формирующиеся почвы нарушенных земель после открытой добычи угля КАТЭКа.

**Основные результаты.**

Изучение черноземов, расположенных на склонах разной экспозиции, позволили получить оригинальный материал по современному состоянию природных и антропогенно измененных черноземных почв лесостепи. Определено, что черноземы островной лесостепи Назаровской котловины

характеризуются маломощным гумусовым горизонтом, слабой дифференцированностью на генетические горизонты, недостаточным развитием гумусового профиля. Установлено, что почвы имеют близкую к нейтральной или нейтральную реакцию среды, за исключением карбонатных горизонтов, где значения рН достигают величин 8.8. Сумма поглощенных оснований в верхних горизонтах равна 55.8 – 49.9 мг\*экв/100 г почвы, плавно уменьшаясь вниз по профилю. Содержание CO<sub>2</sub> карбонатов в черноземном обыкновенным карбонатным увеличивается сверху вниз (с 7.5 до 10.6 %). Содержание органического углерода уменьшается от 6.84–6.04 в верхних горизонтах до 0.40 % в нижних. Обогащенность органического вещества азотом – высокая. Гумус чернозема слабовыщелоченного среднemosного – фульватно-гуматного типа, в середине органопрофиля тип гумуса изменяется на гуматный, за счет относительно большого накопления гуминовых кислот (табл. 1). Гумус чернозема обыкновенного карбонатного характеризуется гуматным типом с переходом вниз по профилю через гуматно-фульватный в фульватный.

#### Показатели гумусного состояния черноземов

Таблица 1

Почва	Горизонт	Глубина, см	C <sub>общ.</sub> , %	C <sub>гк</sub> /C <sub>фк</sub>	Степень гумификации, C <sub>гк</sub> /C <sub>общ.</sub> *100 %	Негидролизуемый остаток, % от C <sub>общ.</sub>
Чернозем обыкновенный карбонатный	A <sub>к</sub>	0–19	3.19	3.30	24	69
	B <sub>к</sub>	19–28	2.84	0.58	10	73
	BC <sub>к</sub>	28–65	0.97	0.46	27	46
Чернозем слабовыщелоченный	A <sub>d</sub>	0–7	4.23	1.16	28	48
	A <sub>1</sub>	7–21	4.17	2.28	32	54
	AB	21–47	3.53	1.45	36	33
Пашня	A <sub>пах</sub>	0–22	3.90	2.00	19	71
	AB	22–34	1.40	0.31	8	67
	B	34–50	1.00	0.35	12	54

Сельскохозяйственное использование почв приводит к кардинальным изменениям в ее гумусовом режиме. Обнаружено, что антропогенная

модификация чернозема слабовыщелоченного – пашня за период наблюдений заседалась пшеницей, кормовой смесью. В результате распашки произошло уплотнение в верхних слоях почвы и изменения в составе почвенного поглощающего комплекса. В пахотном слое магний в обменной форме присутствует в незначительных количествах, увеличиваясь вниз по профилю почти в 3 раза. Кислотно-основные свойства пашни изменялись от слабокислой – в пахотном горизонте – до нейтральной в иллювиальном. Содержание органического вещества невысокое и снижается вниз по профилю. Обогащенность азотом – высокая. Гумус антропогенной модификации чернозема слабовыщелоченного гуматного типа с переходом в нижних слоях в фульватный. Степень гумификации – слабая.

Для оценки интенсивности гумусообразования немаловажен учет климатических условий, которые оказывают как прямое действие, так и опосредованное. Установлено, что в середине вегетационного периода температурный режим в слое почв 0-20 см формируется однотипно. Об этом свидетельствуют идентичные кривые температурного отклика почв на солнечную радиацию. Измерения температуры чернозема обыкновенного карбонатного на глубине 20 см с июля 2009 по июль 2011 гг. с использованием датчиков «Термохрон» показали, что минимальные температуры выявлены с середины февраля до середины марта, тогда как минимальные температуры воздуха зафиксированы с середины января до середины февраля, что является следствием инерционных свойств почвы (Рис. 1). По данным метеостанции среднемесячные значения температуры на поверхности почвы с сентября по апрель отрицательные, с мая по август – положительные. Максимум температуры на поверхности почвы наблюдается в июле, а минимум – в феврале. На глубине 20 см среднемесячные значения температуры с декабря по апрель отрицательные, а с мая по декабрь – положительные.

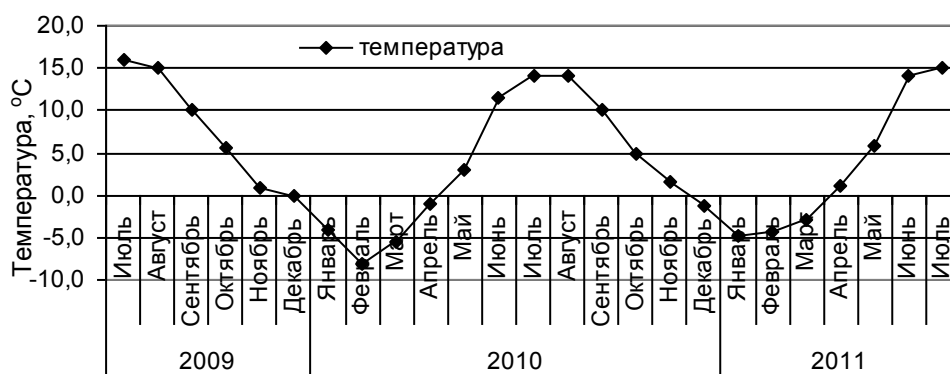


Рис. 1. Изменения температуры в черноземе обыкновенном карбонатном на глубине 20 см.

Переход температуры через ноль осуществляется для воздуха осенью в октябре, а весной – в первой декаде апреля, тогда как в почве осенний переход – в середине декабря, а весенний – на рубеже апреля и мая (2010 г.) и марта – апреля (2011 г.). Обнаружено, что минимальные температуры в 2010 г. фиксировались в феврале и более низкие значения, а в 2011 г. – в январе–марте и более высокие.

### **Выводы.**

В результате проведенных исследований получены данные, отражающие физико-химические свойства и показатели гумусного состояния черноземных почв островной Назаровской лесостепи юга Средней Сибири.

Определен температурный режим чернозема обыкновенного карбонатного на глубине 20 см с июля 2009 по июль 2011 гг. с использованием датчиков «Термохрон».

Выявлено, что черноземные почвы Назаровской лесостепи характеризуются слабой дифференцированностью на генетические горизонты, недостаточным развитием гумусового профиля и, как следствие, маломощным гумусовым горизонтом.

Обнаружено, что при интенсивном сельскохозяйственном использовании (распашке) произошло уплотнение в верхних слоях почвы и изменения в составе почвенного поглощающего комплекса: количество

магния, в нижних слоях, увеличиваясь почти в 3 раза. Содержание органического вещества меньше, чем в природном аналоге. Основными причинами потерь гумуса при освоении почв под пашню являются: изменение состава источников гумуса и уменьшение количества растительных остатков, поступающих в почву при смене естественного биоценоза агроценозом; нарушение структуры поверхностного горизонта почвы и изменение водного режима.

Установлено, что минимальные температуры в черноземе обыкновенном карбонатном на глубине 20 см в одни годы фиксировались в феврале (с более низкими значениями), а в другие – в январе–марте (с более высокими температурами).

Определено, что в осеннее время переход через ноль осуществлялся в один год на рубеже второй и третьей декады декабря, а на следующий год – в первых числах декабря. Весной переход через ноль – в последней декаде апреля, на следующий год – на рубеже первой и второй декады апреля. Обнаружена прямая зависимость климата почвы от общего климата.

Таким образом, исследования показывают, что гумусовая система черноземных почв островной Назаровской лесостепи юга Средней Сибири является изменяемым образованием, качество и количество которого зависит от гидротермических условий.

Продолжены изучения количественных характеристик динамики фитомассы растительных сообществ. Установлено, что запасы фитомассы разнотравно-злаково луговой степи, показали высокий урожай зеленой массы в 2001, 2003, 2004, 2005, 2011 и 2012 гг. Засушливые условия в 2000, 2002 г. снизили продуктивность зеленой массы в этих годах, а мортмассы в следующем – 2003 г. до  $116 \text{ г/м}^2$ . Максимальные запасы мортмассы были отмечены 2001 и 2010 гг. В то время как запасы фитомассы разнотравно-ковыльной степи, обнаружили высокий урожай зеленой массы в 2003, 2004, 2010. Засушливые условия 2005 г. снизили продуктивность зеленой массы и мортмассы. В результате иссушения и весеннего пожара снижается процесс фотосинтеза, увеличивается непродуктивные затраты энергии на транспирацию, наблюдается увядание и частичное выгорание некоторых

растений, образуется сухостой, что отрицательно сказывается на продукционном процессе фитомассы.

Выявлено, что значительную часть зеленой массы разнотравно-злаковой луговой степи занимает разнотравье до 48 % (рис. 2а). Характерной чертой является преобладание дерновинных и рыхлодерновинных злаков, которые составляют 27 %, бобовые – 22 %, а осока стоповидная – 3 %. В разнотравно-ковыльной степи в составе зеленой массы обнаружено преобладание злаков до 66 % (рис. 1б). Возрос удельный вес осок до 7 %, зато уменьшилось доленое участие видов бобовых и разнотравья от 15 до 12 %.

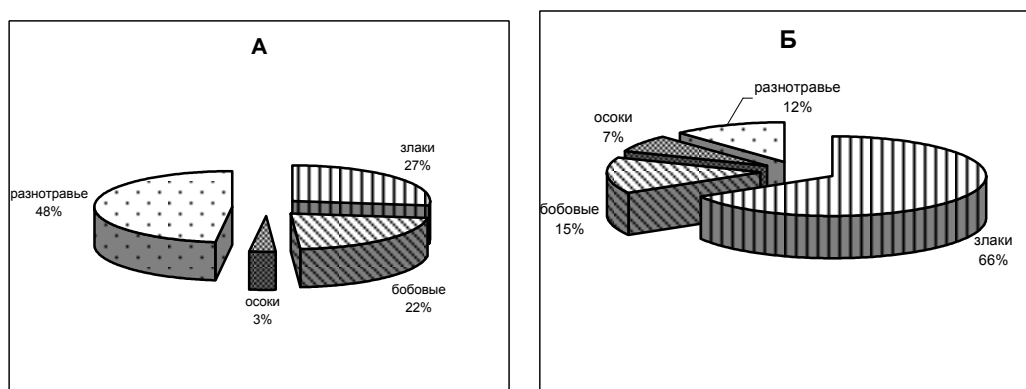


Рис. 2. Долевое участие жизненных форм зеленой массы: А – разнотравно-злаковая луговая степь; Б – разнотравно-ковыльная степь.

Таким образом, современное состояние лесостепных экосистем на основе стационарных режимных наблюдений и изменений запасов растительного вещества в связи с изменениями климата показывают достаточную стабильность и сопротивляемость. Преодолевая резкие антропогенные нагрузки, показывают общую устойчивость и выживаемость экосистем.

Продолжена экспериментальная работа по изучению скорости восстановления биогенных свойств формирующихся почв под влиянием фитомелиорации.

Было установлено, что через 10 лет численность основных групп микроорганизмов возрастает в 3-7, а биомасса бактерий и микроскопических грибов в 6 раз, на фоне накопления подвижных форм фосфора, калия, общего

азота. По мере старения отвалов уровень ферментативной активности почв повышается в 3-8 раз. Высокие показатели активности ферментов зарегистрированы для класса гидролаз.

Далее была проведена работа по изучению влияния фитомелиоративных работ на формирование биогенных свойств почв.

Отметим, что культуры сосны высаживались на технически спланированные отвалы без нанесения гумусового слоя 2-3-летними сеянцами машиной СЛН1 в борозды, нарезанные плугом. Хорошо известно, что применение метода выявления микробных пейзажей путем экспозиции капиллярных педоскопов (Аристовская, 1965) дает возможность наиболее полно познать состояние микробценозов в условиях естественной среды обитания. На рисунке 3 представлены наиболее характерные фрагменты обрастания капилляров педоскопов, экспонированных в вегетационный период на рекультивированных отвалах под насаждениями сосны.

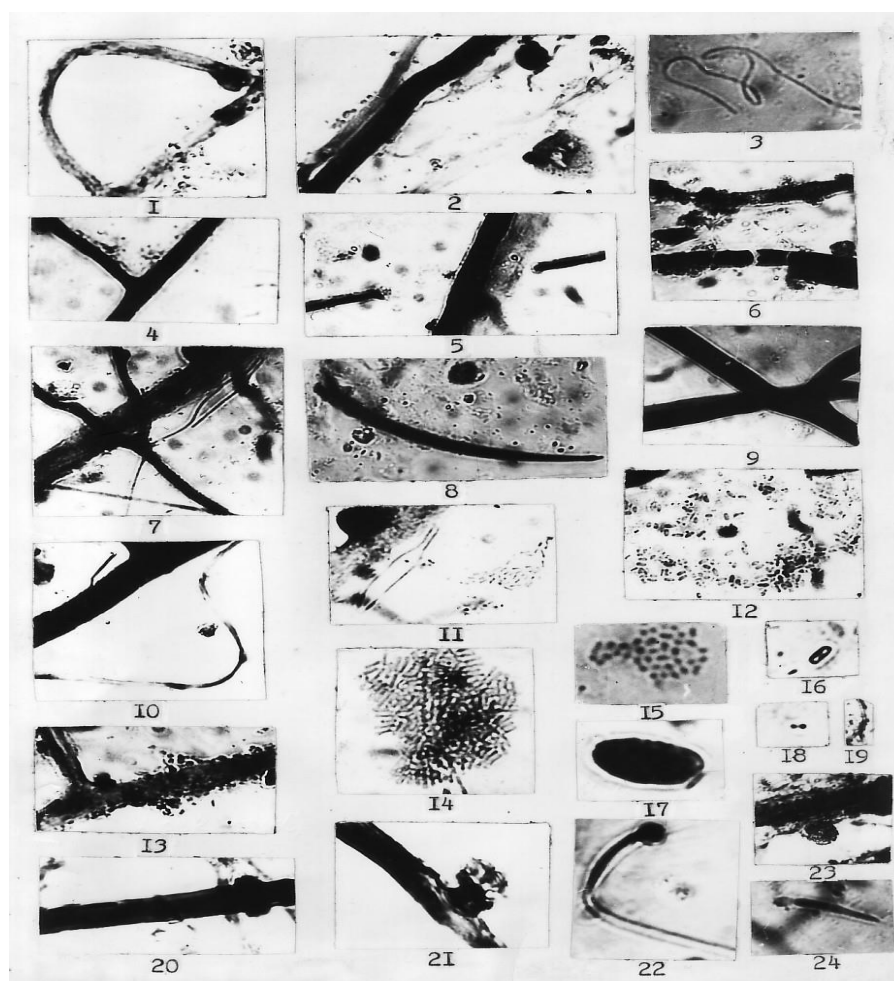


Рис. 3. Компоненты микробных пейзажей молодых почв под искусственными насаждениями сосны (Увел.  $\times 1000$ ).



### ***Выводы.***

Впервые, оригинальным методом прямого микроскопирования, был исследован незаменимый и неотъемлемый компонент любой почвы – микробный комплекс в процессе формирования.

Показано, что «микробные пейзажи» молодых почв под насаждениями сосны явились ярким доказательством достаточно разнообразной и богатой микрофлоры, приближающейся к почвам контрольного ряда.

В условиях фитомелиорации скорость восстановления микробоценозов молодых почв происходит почти в два раза быстрее, чем при естественном зарастании без вмешательства человека.

Установлено, что приведенный экспериментальный материал убедительно представляет его диагностические возможности и результативность.

### ***Публикации :***

1. Воробьева И.Б. Особенности гидротермических условий и органическое вещество почв островной лесостепи (Назаровская котловина) // Аридные экосистемы. – 2013, Т.19. - № 2 (55). - С. 32-42.

2. Vorob'eva I.B. Features of Hydrothermal Conditions and Organic Matter of Soils in Island Forest Steppe (Nazarovskaya Depression) Arid Ecosystems. - 2013, Vol. 3, No. 2. - P. 77–84.

3. Дубынина С.С. Парагенетические растительные сообщества природных и нарушенных геосистем Назаровской котловины // Наукові записки. Серія: Географія. Випуск 25. Вінниця, 2013. – С. 71-81.

4. Воробьева И.Б., Дубынина С.С. Устойчивость геосистем Средней Сибири и изменение климата // Вестник Тамбовского Университета. Серія: Естественные и технические науки. – 2013, Т. 18, № 2, - С. 577-582.

### ***Материалы международных конференций:***

1. Воробьева И.Б. Гумусное состояние черноземных почв Назаровской лесостепи (юг Средней Сибири) // Материалы международной научной

конференции «Современное состояние черноземов». Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. – 2013 г. С. 68-70.

2. Дубынина С.С. Биологический мониторинг природных и антропогенных экосистемах Красноярского края (в зоне КАТЭКа) // Проблемы природоохранной организации ландшафтов. Сборник мат. межд. научно-практической конф. - Новочеркасск, 2013. – Часть 1. – С. 153-158.

3. Напрасникова Е.В. Влияние насаждений сосны на формирование микробоценозов нарушенных земель // Ресурсосберегающие технологии лесопользования. Мат. научно-практической конф. с межд. участием. – Иркутск, Сибирская академия права, экономики и управления, октябрь, 2013. – С. 56-59.

***Доклады (лично зачитанные):***

1. Березовский лесостепной стационар. Научная сессия, посвященная дню науки, Иркутск, 2013 г.

Научный руководитель, к.г.н.

И.Б. Воробьева