

На правах рукописи



САПРЫКИН ОЛЕГ ИГОРЕВИЧ

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ МИКРОЗАПАДИН ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

03.02.13 – почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Новосибирск – 2021

Работа выполнена в лаборатории географии и генезиса почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: **Смоленцев Борис Анатольевич**, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией географии и генезиса почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук

Официальные оппоненты: **Лопатовская Ольга Геннадьевна**, доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет»

**Лойко Сергей Васильевич**, кандидат биологических наук, доцент кафедры почвоведения и экологии почв, старший научный сотрудник лаборатории биогеохимических и дистанционных методов мониторинга окружающей среды Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук

Защита состоится 24.12.2021 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета Д 003.013.01 при ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН по адресу: 630090, Новосибирск, пр-т ак. Лаврентьева, 8/2, ИПА СО РАН; тел./факс (383) 363-90-25; e-mail: [soil@issa-siberia.ru](mailto:soil@issa-siberia.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ИПА СО РАН <http://issa-siberia.ru> и на официальном сайте ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
канд. биол. наук

 Т.И. Сиромля

## Общая характеристика работы

**Актуальность.** Почвенный покров юго-восточной части Западной Сибири, особенно в лесостепной зоне, характеризуется значительной комплексностью, обусловленной влиянием различных факторов, в том числе микрорельефа. В микрозападинах суффозионного происхождения, под пологом осиново-березовых лесов формируются солоды, серые лесные поверхностно-глееватые, дерново-подзолистые почвы, подбелы и элювоземы. Эти почвы, имея морфологическое сходство профилей и относящиеся к одному отделу текстурно-дифференцированных почв (за исключением элювоземов), различаются по формирующим их процессам: выщелачиванию, осолодению, оподзоливанию, поверхностному или грунтовому оглеению.

В российской литературе, в том числе современной, из всех перечисленных выше почв большое внимание уделяется солодам, их генезису и свойствам (Гедройц, 1926; Базилевич, 1968; Зайдельман, 2010 и др.). О свойствах Западно-Сибирских подбелов, их пространственном размещении информация практически отсутствует. А.Г. Дюкаревым и Н.Н. Пологовой (2015в; 2016б) описаны свойства элювоземов. Ими предложена гипотеза генезиса и эволюции этих почв по мере роста замкнутых западин и трансформации лессовидных суглинков в бескарбонатную подстилающую породу. Гипотеза эта, на наш взгляд, дискуссионная и требует дальнейшего изучения. Из зарубежных классификаций почв, необходимо отметить канадскую (The Canadian System of Soil Classification, 1998), в которой, как и в Российской классификации, есть солоды (Solod), по морфологическому описанию очень схожие с солодами Западной Сибири.

Согласно международной Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (Word reference base for soil resources, 2014) все перечисленные почвы микрозападин относятся к двум почвенным группам: Planosols и Luvisols. Группа Planosols по развитию педогенно дифференцированного профиля (путем разрушения и/или выноса ила) с образованием сравнительно лёгкого по гранулометрическому составу, светлоокрашенного верхнего горизонта и более тяжёлого нижележащего горизонта с резким переходом между ними, а также по временно возникающим восстановительным условиям над водоупорным горизонтом, сопоставимы с солодами западин Западной Сибири. Однако, согласно географическому распространению Planosols основные их ареалы находятся в субтропических и умеренных регионах с отчётливой сменой влажных и сухих сезонов. Среди этих регионов Западная Сибирь не указана. Почвенная группа Luvisols сопоставима с почвами отдела текстурно-дифференцированных почв классификации почв России.

Изучение свойств почв микрозападин Западной Сибири, в совокупности с дифференцирующими их факторами и закономерности их распространения является актуальной проблемой почвоведения в области географии, генезиса, экологии почв, их диагностики и классификации, а также для решения задач по их использованию в существующих системах земледелия.

**Цель исследования:** показать разнообразие почв микрозападин на территории юго-восточной части Западной Сибири, на основе характеристики их

свойств и классификационной принадлежности, а также установить их влияние на структуру почвенного покрова агроландшафтов.

#### **Задачи исследования:**

1. Изучить особенности условий почвообразования и выявить основные почвенно-экологические факторы, влияющие на педогенез в микрозападинах исследуемой территории.

2. Дать морфологическую характеристику, определить физические, химические, физико-химические свойства исследуемых почв.

3. Оценить влияние почв микрозападин на структуру почвенного покрова пашни в агроландшафтах лесостепной зоны Западной Сибири.

4. Провести сравнительную характеристику агрохимических свойств почв в агроландшафтах с западинным микрорельефом.

**Научная новизна.** Впервые показано классификационное разнообразие почв микрозападин для юго-восточной части Западной Сибири и установлены экологические особенности почвообразования, обусловившие это разнообразие; проведена оценка влияния почв микрозападин на структуру почвенного покрова пашни и дана сравнительная характеристика агрохимических свойств почв в разных агроландшафтных районах с западинным микрорельефом исследуемой территории.

**Теоретическая и практическая значимость.** Детализированы данные о морфологическом строении различных типов почв микрозападин. Для исследуемой территории Западной Сибири показано разнообразие почв микрозападин на типовом и подтиповом уровне на базе типодиагностических горизонтов (Классификация почв... 2004; Полевой определитель... 2008), что будет способствовать совершенствованию диагностических принципов субстантивно-генетической классификации почв России.

Результаты работы могут быть использованы при крупномасштабном почвенном и агрохимическом картографировании, а также для почвенно-экологического мониторинга. Контрастность почв микрозападин к фоновым почвам по основным агрохимическим показателям и морфометрическая характеристика почвенного покрова с участием почв микрозападин могут применяться для усовершенствования процедуры оценки почвенного покрова агроландшафтов, а также оптимизации региональных систем земледелия.

#### **Защищаемые положения.**

1. Разнообразие почв микрозападин юго-восточной части Западной Сибири обусловлено свойствами типодиагностических гумусовых горизонтов, выраженностью процессов оглеения, степенью выщелоченности профиля от карбонатов, наличием и количеством обменного натрия в составе поглощенных оснований, глубиной залегания элювиальных горизонтов и присутствием в них железисто-марганцевых конкреций, выраженностью процессов гидрометаморфизации.

2. В лесостепных агроландшафтах с микрозападинным рельефом фоновые почвы контрастно отличаются от почв западин по основным физико-химическим и агрохимическим показателям, а комплексы этих почв с агрономической точки зрения относятся к несовместимым и неоднородным совместимым. Форма,

размеры и количество ареалов почв западин на единицу площади обуславливают неоднородность структуры почвенного покрова пашни в разных агроландшафтных районах.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации представлены и доложены на международной научной конференции «Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове» (Томск 2015); всероссийских научных конференциях «Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности» (Томск 2016) и «Почвы Сибири: вызовы XXI века» (Новосибирск 2017); на XVII, XVIII и XIX конференциях молодых ученых «Водные и экологические исследования в Западной Сибири» (Барнаул 2017-2019).

**Публикации.** По теме работы было опубликовано 10 статей, в том числе 4 публикации в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 168 страницах печатного текста, содержит 11 таблиц, 21 рисунок и 4 графика. Состоит из введения, 7 глав, выводов и списка литературы, который включает 232 источника, в том числе 23 – на иностранном языке.

Работа выполнена в рамках государственного задания и научной тематики лаборатории географии и генезиса почв Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук, а также при финансовой поддержке гранта РФФИ, №16-34-50189 и гранта Правительства Новосибирской области по проекту «Усовершенствование адаптивно-ландшафтных систем земледелия Новосибирской области в зависимости от микрорельефа агроландшафта» договор о предоставлении гранта № 2/221.

**Благодарности.** Автор благодарит научного руководителя – Б.А. Смоленцева, Е.Н. Смоленцеву и Е.Н. Кашинскую, за многочисленные консультации, замечания и поддержку, оказанную при выполнении и написании работы. Автор выражает признательность сотрудникам лаборатории географии и генезиса и других подразделений Института почвоведения и агрохимии СО РАН за возможность всестороннего обсуждения результатов исследования, заведующему отделом аспирантуры Института водных и экологических проблем СО РАН А.О. Ковригину.

Автор также выражает благодарность докторам биологических наук – С.П. Кулижскому, А.И. Сысо, А.В. Пузанову, В.А. Андроханову, Н.Н. Лащинскому, Д.А. Соколову, Н.И. Ермолаевой и кандидатам биологических наук – О.Э. Мерзлякову, Е.Ю. Зарубиной, за ценные советы и наставления в процессе обучения и работы над диссертацией.

## **Глава 1. Объекты и методы исследования**

Объектом исследования явились почвы микрозападных ландшафтов, формирующиеся в пределах лесостепной зоны Западной Сибири, а также на южной окраине подтаежной, и в северной части степной зон. В административном отношении, территория, на которой проводились исследования, находится в пределах Новосибирской и Томской областей.

Геоморфологически исследуемая территория подразделяется на три морфоструктурных элемента: Приобское плато (P7, P8, P15-21), Барабинская низменность (P4-6, P9, P11-13) и северная часть Кулундинской равнины (Северная Кулунда) (P1-3).

В данной работе анализируется 19 разрезов, 13 из которых расположены в микрозападинах под лесной растительностью, 1 – в микрозападине на пашне, и 5 – на равнинных участках и выступают в качестве характеристики фоновых почв. Расположение разрезов фоновых почв и почв микрозападин представлено на рисунке 1. Названия почв даны в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (2004) и дополнений к ней (Полевой определитель ..., 2008)

В работе использовались общепринятые в почвоведении методы (профильный, морфогенетический, сравнительно-географический, сравнительно-аналитический, картометрический, методы цифрового картографирования и др.) и общепринятые методики определения химических и физико-химических свойств почв.

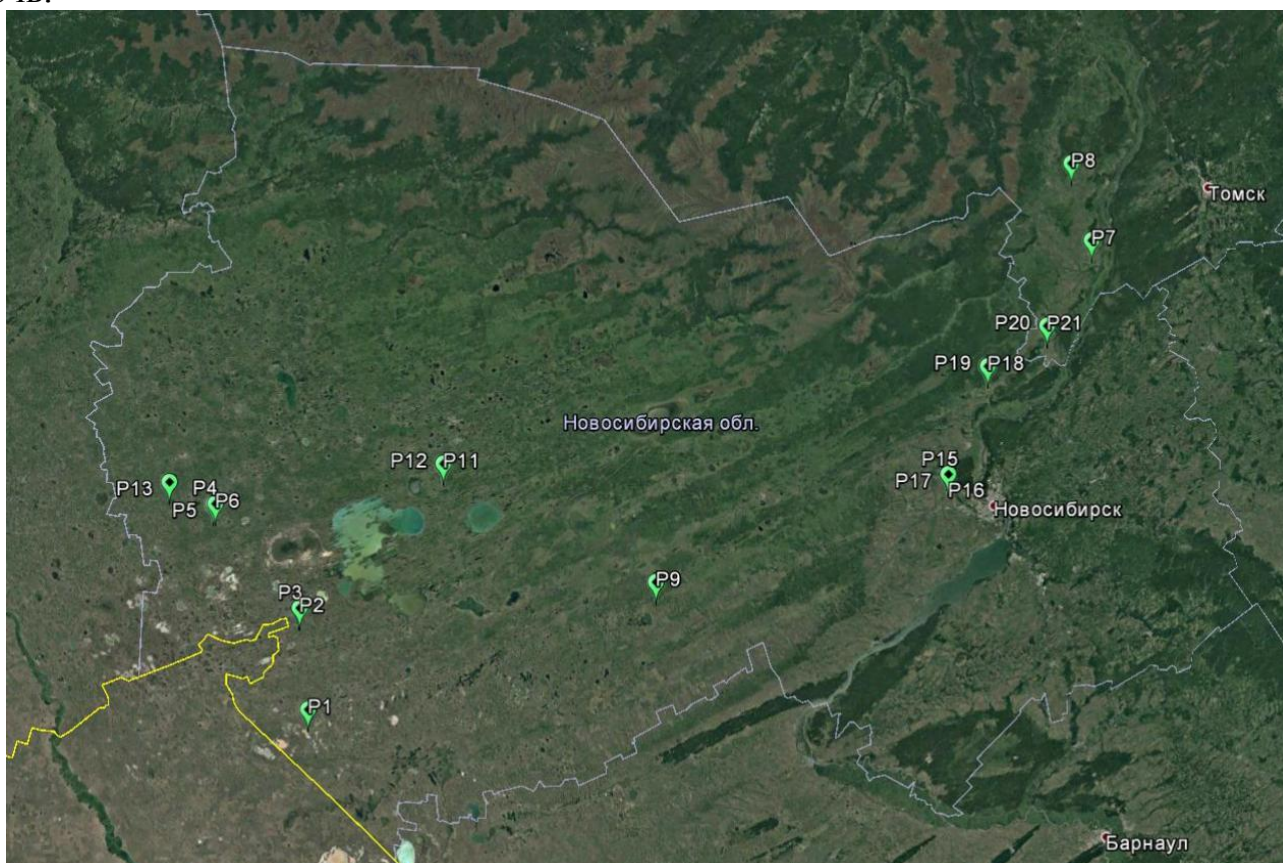


Рисунок 1. Карта-схема расположения объектов исследований.

В различных агроландшафтных районах лесостепной зоны Западной Сибири: Приобском центрально-лесостепном, Барабинском центрально-лесостепном и южно-лесостепной, а также в Томском подтаежном выбраны ключевые участки на пашне с выраженным микрорельефом для изучения структуры почвенного покрова. Площадь участков от 1 до 6 тыс. га. Пространственные характеристики ареалов почв получены при оцифровке бумажных носителей (почвенных карт М 1: 10 000) и снимков с космических



аппаратов Sentinel-2 (с разрешением 10 м) в пакете QGIS, с последующей конвертацией данных в MsExcel. Степень контрастности (классификационное различие) почв микрозападин по отношению к фоновой почве рассчитывалась по 4 показателям: увлажнению, оглеению, оподзоливанию/осолодению и pH почвенного раствора верхнего горизонта. Данные показатели характеризуют наиболее значимые процессы, обуславливающие различия в свойствах сравниваемых почв. Значения показателей фоновой почвы принимались за единицу. Коэффициент контрастности почв микрозападин определялся как суммарный балл различий по четырем показателям по отношению к фоновой почве. Коэффициент расчленения ареалов микрозападин и коэффициент внутренней расчлененности территории рассчитаны по формулам, предложенным В.М. Фридландом (Фридланд, 1972).

## **Глава 2. Краткая история изучения почв микрозападин**

В первой главе диссертации описаны этапы изучения почв микрозападин Западной Сибири. Ключевыми явились работы Краснопольского А.А. (1895), Прохорова Н.Н. (1906), Попова Т.И. (1914), в которых авторы одними из первых упоминали почвы микрозападин. Отмечены труды Гедройца К.К. (1912, 1926) и Ивановой Е.Н. (1930), а также работы Н.И. Базилевич (1941, 1947, 1959, 1965, 1967), изучавшими генезис солодей, протекающие в них процессы и характерные для почв Западной Сибири особенности. Этими авторами сформулированы основные представления о генетических особенностях почв микрозападин и предложены гипотезы их формирования. В дальнейшем полученные результаты развивались и совершенствовались в работах Б.П. Ахтырцева (1974а, 1974б, 1974в), И.М. Гаджиева с соавторами (1988) и Ф.Р. Зайдельмана (1992, 1994а, 1994б, 1998).

Современный этап охватывает последние 15-20 лет исследований и связан он с публикацией субстантивно-генетической классификацией почв (Классификация почв ..., 2004), а позже дополнениями к ней (Полевой определитель ..., 2008). Среди принципов, лежащих в основе этой классификации, главным является принцип генетичности, согласно которому почвы классифицируются на основании генетически обусловленных особенностей строения и свойств самой почвы. В связи с изменениями классификационной парадигмы возникла необходимость апробировать субстантивно-генетический подход при изучении почв микрозападин.

На современном этапе, значительный вклад в исследование почв микрозападин внесли: Зайдельман Ф.Р. с соавторами (2001а, 2001б, 2004, 2007а, 2007б, 2010а, 2010б, 2011, 2012), А.Г. Дюкарев с соавторами (2011, 2012, 2014, 2015а, 2015б, 2015в, 2016б, 2017, 2018), а также Н.И. Добротворской и С.Ю. Капустянчик (2012а, 2012б, 2013). Зайдельман Ф.Р. изучает влияние избыточного увлажнения на почвы, процессы, протекающие в почвах с осветленными горизонтами, также обозначает проблемы их классификации. Им было предложено дифференцировать солоды на две группы: грунтового и поверхностного переувлажнения. А.Г. Дюкарев с соавторами рассматривают

вопросы генезиса, диагностики и классификации почв западин подтаежной и северной части лесостепной зон Обь-Томского междуречья. Н.И. Добротворской и С.Ю. Капустянчик (2012а, 2012б, 2013) дана агроэкологическая оценка сельскохозяйственных земель с микрозападным рельефом лесостепи Новосибирского Приобья.

Обзор литературы показал отсутствие единого представления о формировании почв микрозападин и их разнообразии на исследуемой территории Западной Сибири, а также необходимость дальнейшего изучения этих почв.

### **Глава 3. Природные условия формирования почв микрозападин**

В главе описываются основные природные факторы почвообразования, такие как климат, почвообразующие породы, грунтовые воды и растительность, определяющие и отражающие специфику педогенеза и пространственную неоднородность почв микрозападин изученной территории.

Определены следующие закономерности изменения климатических условий на исследованной территории при продвижении с северо-востока на юго-запад:

- увеличение среднегодовой температура воздуха на 1,7°C;
- увеличение общей продолжительности безморозного периода;
- увеличение суммы активных температур  $\geq 10$ ;
- уменьшение среднегодового количества осадков и их доли, выпадающих в твердой форме.
- уменьшение средней максимальной мощности образующегося снежного покрова на 34 см;
- уменьшение ГТК по Селянинову с 1,3-1,5 до 0,8-0,9.

Морфоструктуры исследуемой территории, в значительной степени различаются строением поверхности, расчлененностью и дренированностью, что обуславливает неравномерное пространственное распределение тепла и влаги, а это оказывает существенное влияние на водный, тепловой, окислительно-восстановительный и солевой режимы почв. Наблюдаются следующие закономерности от Приобского плато к районам Барабы и Северной Кулунды:

- уменьшается глубина и густота расчленения рельефа;
- увеличивается опесчаненность почвообразующих пород;
- уменьшается мощность лессовидных карбонатных суглинков;
- поднимается уровень грунтовых вод и увеличивается их минерализация.

### **Глава 4. Морфологическое описание почвенных профилей**

В главе дается морфологическая характеристика профилей типичных почвенных разрезов.

Классификационное разнообразие почв микрозападин представлено в таблице 1. Оно определяется выделением одного отдела, 3 типов, 10 подтипов (без учета агрогенных аналогов). В изученных почвах родовыми признаками являются ненасыщенность почвенного поглощающего комплекса и бескарбонатность. Для характеристики разнообразия почв на уровне вида



использовались такие признаки как глубина залегания нижней границы осветленного горизонта и верхней границе карбонатов. Установлено, что в видовое разнообразие насчитывает 7 единиц, из них 5 – характеризует глубину расположения осветленного горизонта.

Таблица 1. Основные типы и подтипы почв микрозападин по геоморфологическим районам

Название типа и подтипа почв	Формула профиля
<b>СТВОЛ ПОСТЛИТОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ</b>	
Отдел: Текстурно-дифференцированные почвы	
<b>Северная Кулунда</b>	
Тип: Дерново-солоди	
Дерново-солоди грубогумусированные конкреционные квазиглееватые	A <sub>Y</sub> a <sub>o</sub> -AY-EL-BEL <sub>nn</sub> -BT-Bca- Cca,q
Дерново-солоди грубогумусированные остаточно-солонцеватые квазиглееватые	A <sub>Y</sub> a <sub>o</sub> -AEL-BT <sub>sn,th</sub> -BT <sub>th</sub> -Bca- Bca,q-Cca,q
Дерново-солоди глееватые	O-AY-EL-BT-BCAg-Cca,g
<b>Барабинская низменность</b>	
Тип: Дерново-солоди	
Дерново-солоди грубогумусовые сегрегационно-отбеленные	O-AO-AEL-EL-EL <sub>nn</sub> -BEL-BI- B <sub>lnn</sub>
Дерново-солоди грубогумусовые	O-AO-AYel-EL-BEL-BT-Bca- BCA-Cca
Дерново-солоди грубогумусовые квазиглееватые	O-AO-AEL-EL <sub>1</sub> -BT-BCca,q-CCAq
Тип: Дерново-солоди глеевые	
Дерново-солоди грубогумусовые глеевые	AO-AEL-EL-BT-BCA-BCAg- CGca
<b>Приобское плато</b>	
Тип: Подбелы темногумусовые	
Подбелы темногумусовые	O-AU-AEL-EL-BEL-BT-BC-C
Подбелы темногумусовые сегрегационно-отбеленные	O-AU-AEL-EL <sub>nn</sub> -BEL-BT-BC
Подбелы темногумусовые сегрегационно-отбеленные глееватые	O-AU-AEL-EL <sub>nn</sub> -BEL <sub>nn</sub> -BTg
Тип: Агросерые	
Агротемно-серые поверхностно- глееватые	PU-BELg-BT-BC

Все исследованные почвы микрозападин Северной Кулунды относятся к дерново-солодям. По мощности серогумусового слоя они мало-среднемощные: AY+AEL колеблется от 7 до 12 см. Нижняя граница осолоделого горизонта

находится на глубине от 14 до 26 см, что соответствует мелко- и неглубокоосолоделым видам. Глубина залегания карбонатов колеблется в пределах – 59-85 см. В нижней части их профиля наблюдаются признаки оглеения в виде сизоватых пятен. В разрезе РЗ отмечены остаточные признаки почвообразования свойственные солонцам, а именно призмовидно-столбчатая структура в верхней части текстурного горизонта.

В микрозападинах Барабинской низменности развиваются дерново-солоди, дерново-солоди глеевые и дерново-солоди бескарбонатные. Мощность горизонтов АУ+АЕL – 11-27 см. По нижней границе осолоделого горизонта (18-32 см) определены мелко-, неглубоко- и глубокоосолоделые виды. Карбонаты, при их наличии, залегают на глубине 58-85 см. Фоновые почвы представлены агрочерноземами осолоделыми, с глубиной залегания карбонатов 46-59 см. Для дерново-солодей глеевых характерна сизоватая окраска в нижней части профиля.

На территории Приобского плато, в микрозападинах под лесной растительностью развиваются темногумусовые подбелы глубоко- и сверхглубокоэлювиальные. В южной части, в распаханых западинах, встречаются серые поверхностно-глееватые почвы. Профили этих почв выщелочены от карбонатов. Мощность гумусового слоя колеблется от 14 до 38 см. В северной части Приобского плато она  $\leq 23$  см, в южной – 21-38 см. По нижней границе элювиального горизонта (35-54 см) подбелы диагностированы как глубоко- и сверхглубокоэлювиальные. Фоновые почвы представлены агрочерноземами глинисто-иллювиальными, в которых карбонаты обнаруживаются на глубине 53-89 см.

Анализ морфологических свойств изученных почв показал, что в направлении с юго-запада на северо-восток в почвах микрозападин исследованной территории наблюдается рост суммарной мощности органогенных и элювиальных горизонтов, увеличение степени выщелоченности от карбонатов и соответственно снижение границы их залегания. В этом же направлении установлено увеличение средней мощности элювиальной и органогенной толщи, что свидетельствует об увеличении интенсивности и продолжительности воздействия процессов гумусообразования элювиирования, осолодения и лессиважа.

## **Глава 5. Физические, химические и физико-химические свойства почв микрозападинных ландшафтов**

На территории Северной Кулунды почвы микрозападин сильно- (КДгл=1,7-1,8) и резко дифференцированы (КДгл=6,0) по физической глине. Реакция среды в профиле варьирует от кислой и слабокислой (рН=5,0-5,9) в верхних горизонтах до щелочной и сильнощелочной (рН=8,3-8,8) – в карбонатных горизонтах и почвообразующих породах.

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах дерново-солоди глееватой и квазиглееватой составляет 4,5-5,7%. Гумус фульватно-гуматного состава (С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub>=1,00-1,18) с преобладанием 1 фракции гуминовых кислот. У дерново-солоди остаточно-солонцеватой содержание гумуса 2,3%, он гуматно-

фульватного состава (Сгк:Сфк=0,94) с преобладанием 2 фракции гуминовых кислот. Насыщенность основаниями в гумусовых горизонтах – низкая и средняя (49,3-70,7%). По всему профилю дерново-солодей Р1 и Р2, содержится 0,07-0,44 мг экв натрия, а на его долю приходится 0,8-4,4% поглощенных оснований, а основная их часть (56,2-78,2%) приходится на кальций. В дерново-солоди остаточно-солонцеватой (Р3) натрия содержится 0,33-3,90 мг-экв, или 2,6-10,5% от суммы поглощенных оснований. В нижней части профиля наблюдается увеличение доли магния (до 57,4%). Это обусловлено влиянием грунтовых вод, которые в карбонатных горизонтах имеют слабое содовое засоление, в почвообразующей породе – среднее хлоридное.

Профили почв микрозападин Барабинской низменности средне- и сильнодифференцированы (КДгл=1,4-2,0) по физической глине. Гранулометрический состав солодей, в основном, среднесуглинистый, реже легко- или тяжелосуглинистый. Преобладающими фракциями являются песчаная и пылеватая. Фоновые черноземы характеризуются средне- и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с преобладанием иловато-песчаных фракций. В грубогумусовых горизонтах одноименных солодей содержится 14,1-20,8% гумуса. В серогумусовых и гумусово-элювиальных горизонтах количество гумуса составляет 3,4-3,6% и 0,83-2,53% соответственно. Состав гумуса почв микрозападин – фульватно-гуматный (Сгк:Сфк=1,03-1,19), с преобладанием 1 фракции гуминовых кислот. В пахотных горизонтах фоновых черноземов содержится 3,2-4,8% гумуса фульватно-гуматного и гуматного состава (Сгк:Сфк=1,44-1,67), с преобладанием 2 фракцией гуминовых кислот.

Реакция среды в верхней части дерново-солодей варьирует от сильно- до слабокислой (рН=4,1-6,0), сменяясь на слабощелочную и щелочную (рН=7,9-8,6) в карбонатных горизонтах. В дерново-солодях безкарбонатных реакция среды в нижней части профиля изменяется только до слабокислой (рН=5,9-6,2). Насыщенность основаниями – средняя. Основная часть поглощенных оснований приходится на кальций, доля которого по всему профилю составляет 58,5-83,0%. Содержание натрия в профиле дерново-солодей колеблется от 0,07 до 0,47 мг-экв, а наибольшая его доля наблюдается в элювиальных горизонтах, где она составляет 2,1-4,2% от суммы поглощенных оснований.

Определенные особенности наблюдаются в нижней части профиля Р6, в составе поглощенных оснований начинает преобладать магний, доля которого достигает 52,9% в оглеенном горизонте. Здесь же отмечается увеличение содержания натрия до 1,83 мг-экв, что составляет 8,9% от суммы поглощенных оснований. В профиле Р4, расположенном в непосредственной близости от Р6, также наблюдается увеличение содержание магния до 9,8 мг-экв и его доли в поглощенных основаниях до 60,1%. Содержание натрия также увеличивается до 1,1 мг-экв, а его доля до 6,6%. В водной вытяжке почвообразующих пород этих разрезов отмечается слабое содовое засоление, при этом в Р6 оно объясняется непосредственной близостью залегания грунтовых вод, в то время как засоление в Р4, возможно, имеет реликтовое происхождение, так как грунтовые воды залегают здесь глубоко.

В пределах Приобского плато, почвы микрозападин характеризуются средней дифференциацией по физической глине ( $K_{Дгг} = 1,4-1,6$ ). При продвижении на север наблюдается утяжеление гранулометрического состава в нижней части профиля от среднесуглинистого в P15 до легкоглинистого в P7-P8. В грубогумусовых и тёмногумусовых горизонтах почв микрозападин содержится 10,0-10,4% углерода и 4,0-6,3% гумуса соответственно. Состав гумуса гуматный ( $C_{гк}:C_{фк} = 1,57-1,64$ ) и фульватно-гуматный ( $C_{гк}:C_{фк} = 1,04-1,41$ ), с преобладанием 1 фракции гуминовых кислот. В пахотных горизонтах фоновых почв содержание гумуса колеблется в пределах 4,3-5,3%, при этом доля гуминовых кислот значительно больше ( $C_{гк}:C_{фк} = 1,82-2,16$ ), а преобладающей является 2 фракция гуминовых кислот.

В южной части Приобского плато, при продвижении на север, увеличивается кислотность верхней части профиля почв микрозападин, от нейтральной в P15; P16 (6,8-7,2) до слабокислой в P19 ( $pH = 5,6$ ) и кислой в P21 ( $pH = 4,9$ ). В нижней же части профиля реакция среды сменяется нейтральными значениями ( $pH = 6,9-7,1$ ). В северной части Приобского плато кислотность почв микрозападин изменяется с глубиной от кислой ( $pH = 5,1-5,2$ ) до слабокислой ( $pH = 5,7-6,0$ ).

Распределение поглощенных оснований в почвах микрозападин имеет элювиально-иллювиальный характер. Степень насыщенности основаниями тёмногумусовых подбелов – очень низкая и низкая (29,1-48,8%), агротёмно-серых – повышенная (68,5-71,2%), фоновых почв – повышенная и высокая (84,4-94,2%). Среди поглощенных оснований на кальций приходится 62,5-88,1%. Наибольшая доля магния наблюдается в элювиальных и текстурных горизонтах (26,2-37,5%). На долю натрия в верхней части профиля тёмногумусовых подбелов приходится не больше 1,1%. По данным водной вытяжки засоления в исследуемых почвах Приобского плато не обнаружено.

Полученные данные свидетельствуют, что все почвы микрозападин имеют средне-, сильно- и резкодифференцированные профили по физическим и физико-химическим свойствам. Наименьшей дифференциацией по физической глине и илу характеризуются профили подбелов Приобского плато. Сильно- и резкодифференцированные профили имеют солоды Северной Кулунды и Барабинской низменности. Также дифференциация профиля проявляется в реакции среды (по данным  $pH$  водной суспензии). Дерново-солоды Северной Кулунды и Барабинской низменности сильно дифференцированы по актуальной кислотности, сменяющейся сверху вниз от кислой до щелочной. Исключение составляют дерново-солоды бескарбонатные, в которых реакция среды вниз по профилю изменяется незначительно. Характер изменения реакции среды в подбелах Приобского плато, в целом, имеет сходства с дерново-солодами бескарбонатными, при этом при продвижении на север отмечается увеличение актуальной кислотности профиля подбелов в целом.

По значениям суммы поглощенных оснований все профили почв микрозападин характеризуются как резкодифференцированные. Во всех почвах Северной Кулунды и Барабинской низменности в составе поглощенных катионов присутствует  $Na^+$ . В некоторых почвах на его долю приходится до 10% от суммы.

В почвах Приобского плато содержание поглощенного натрия в несколько раз ниже, на его долю приходится до 1,1% от суммы поглощенных оснований.

По результатам водной вытяжки засоление слабой и средней степени было обнаружено в нижней части почв микрозападин Северной Кулунды и Барабинской низменности, что связано с влиянием грунтовых вод, в изученных почвах Приобского плато засоления не обнаружено.

## **Глава 6. Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири**

Оценка влияния почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири проводилась на 4 ключевых участках, расположенных в разных агроландшафтных районах и имеющих различные климатические условия (рис. 2).

Была определена контрастность почв микрозападин по отношению к фоновым почвам. Степень контрастности определялась по 4-м показателям: увлажнение, оглеение, оподзоливание/осолодение и рН почвенного раствора верхнего горизонта.

Все типы почв микрозападин характеризуются резким классификационным различием с фоновыми почвами. Результаты исследований показали, что наиболее контрастными почвами микрозападин по отношению к фоновым черноземам являются солоды Барабинской низменности. С позиции агрономической совместимости (Карманов И.И., Савинова Е.Н. 1985) комплексы, образуемые этими почвами, относятся к несовместимым. Участки с такими почвенными комбинациями требуют различных агротехнических и мелиоративных мероприятий и сроков проведения полевых работ. Серые поверхностно-глееватые почвы Приобья менее контрастны по отношению к черноземам и серым почвам. Такие почвенные комбинации относятся к агрономически неоднородным совместимым. Почвы требуют небольших различий в системах агротехнических и мелиоративных мероприятий при общей их однотипности и близких сроках их проведения.

Наибольшая площадь, занимаемая микрозападинами, наблюдается в самой северной части исследуемой территории. В южном направлении этот показатель уменьшается, достигая минимальных значений (участок Г). Эта закономерность напрямую связана с изменением условий почвообразования (усиление аридности климата). На всех исследованных участках большинство западин имеет округлую нерасчлененную форму, и только на Приобском плато больше трети из них имеют вытянутую разветвленную форму. Это связано с процессами водной эрозии, интенсивно протекающими на Приобском плато.

подавляющее большинство западин исследованной территории имеют малую площадь, и только на самом юге (участок Г) наблюдается варьирование их размеров до средних, при этом количество мелких и крупных западин сопоставимо. Агрономическое использование микрозападин на исследуемых участках напрямую зависит от их размеров: наиболее мелкие (до 1 га) оказываются вовлеченными в пашню без применения специальных

агротехнических мероприятий. Западины размером 1-5 га могут быть также вовлеченными в пашню, однако чаще они заняты лесными насаждениями. Все западины размером более 5 га заняты лесной растительностью.

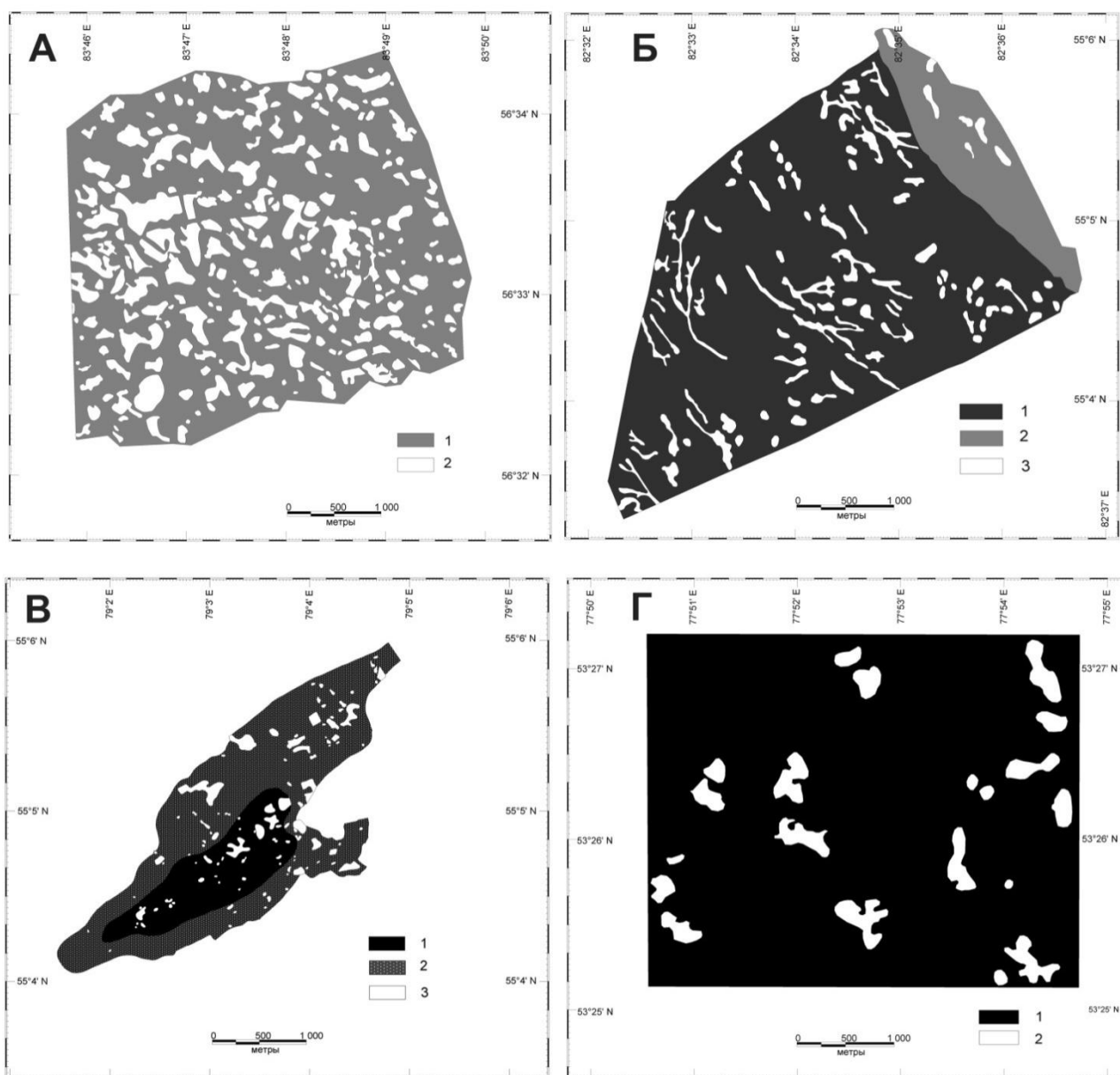


Рисунок 2. Фрагменты почвенных карт пахотных угодий ключевых участков: **А** – Томский подтаежный, почвы: 1 – агросерые, 2 – подбелы и агроподбелы; **Б** – Приобский центрально-лесостепной, почвы: 1 – агрочерноземы, 2 – агросерые, 3 – агросерые поверхностно-глееватые и агроподбелы; **В** – Барабинский центрально-лесостепной, почвы: 1 – агрочерноземы миграционно-мицелярные осолоделые, 2 – агрочерноземы квазиглеевые осолоделые, 3 – дерново-солоди и агро-солоди; **Г** – Барабинский южно-лесостепной, почвы: 1 – агрочерноземы осолоделые, 2 – дерново-солоди и агро-солоди

## Глава 7. Сравнительная характеристика агрохимических свойств почв в агроландшафтах с западным микрорельефом.

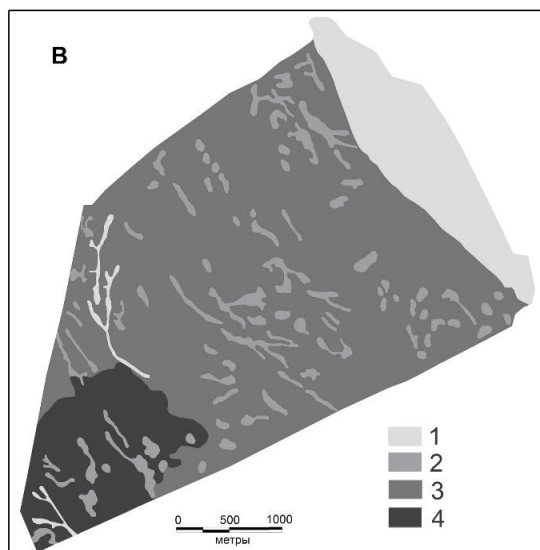
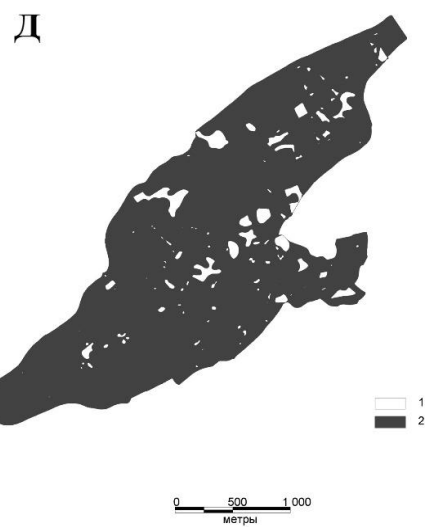
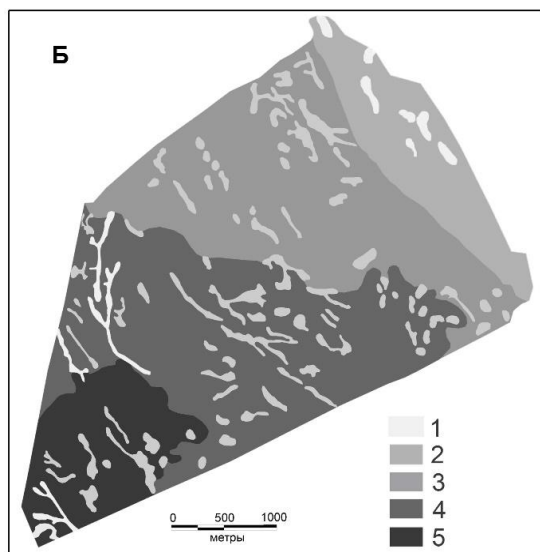
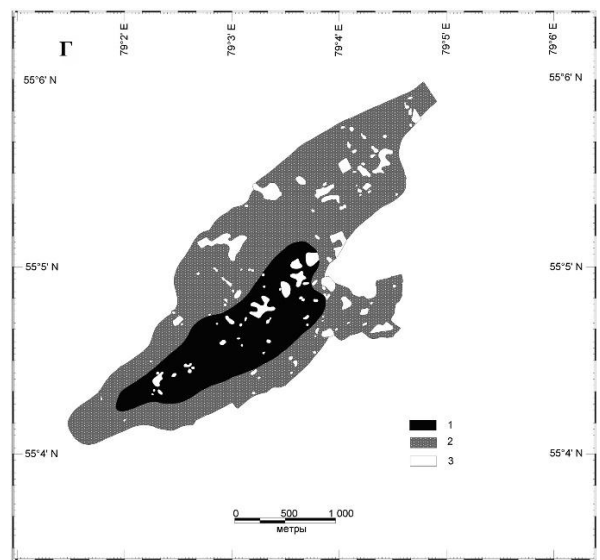
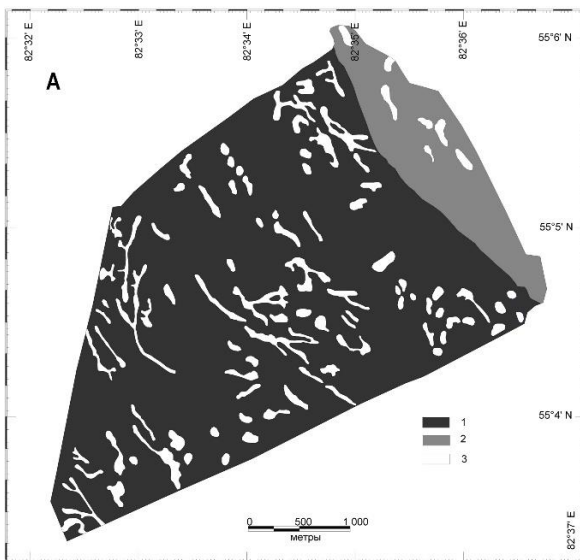
В лесостепных агроландшафтах с микрозападным рельефом фоновые почвы контрастно отличаются от почв западин по основным агрохимическим показателям: содержанию и запасам гумуса, реакцией среды, степенью насыщенности основаниями, содержанием подвижных форм фосфора и калия.

По агрохимическим показателям агропочвы западин намного беднее фоновых почв. Содержание гумуса в почвах микрозападин в 2-4 раза меньше, чем в фоновых почвах, разница в запасах гумуса составляет 62-200 т/га (рис. 3). Пахотный горизонт почв западин по сравнению с подобным фоновых почв имеет более кислую реакцию среды, он менее насыщен основаниями и менее обеспечен подвижным фосфором (табл. 2). Несмотря на неравномерное распределение подвижных форм калия по элементам рельефа, обеспеченность почв подвижным калием обоих районов высокая и очень высокая. Таким образом, по агрохимическим показателям почвы микрозападин относятся к низко плодородным, а фоновые почвы – к плодородным и высоко плодородным.

Таблица 2. Содержание подвижных форм фосфора и калия в целинном и пахотном горизонтах

Агроландшафтный район	Горизонт	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
		Вытяжка по Чирикову	
Приобский центрально- лесостепной	Серые поверхностно-глееватые под лесом (n=7)		
	AУ	71	202
	AEL	32	83
	Агросерые поверхностно-глееватые в микрозападине (n=18)		
	P	247	205
	Агросерые (n=5)		
	P	284	124
	Агрочерноземы глинисто-иллювиальные (n=17)		
PU	383	152	
Барабинский центрально- лесостепной	Агросолоди поверхностно-глееватые в микрозападине (n=3)		
	P	37	156
	Агрочерноземы осолоделые (n=18)		
	PU	153	217
n – количество проанализированных образцов			





Условные обозначения:

**А** – 1 – агрочерноземы глинисто-иллювиальные, 2 – агросерые, 3 – агросерые поверхностно-глееватые

**Б** – содержание гумуса (%): 1 – < 2,5; 2 – 2,6-3,4; 3 – 3,5-4,4; 4 – 4,5-5,4; 5 – > 5,4

**В** – запасы гумуса (т/га): 1 – < 80; 2 – 81-140; 3 – 141-200; 4 – > 200

**Г** – 1 – агрочерноземы осолоделые, 2 – агрочерноземы квазиглеевые осолоделые, 3 – Дерново-солоди и агросолоди

**Д** – запасы гумуса (т/га): 1 – < 60; 2 – > 200

Рис. 3. Почвенные карты и картограммы содержания и запасов гумуса в почвах Приобского (А, Б, В) и Барабинского (Г, Д) центрально-лесостепных агроландшафтных районов;

## Выводы.

1. В пределах юго-восточной части Западной Сибири в направлении северо-востока на юго-запад наблюдается изменения условий почвообразования: усиление аридности климата (уменьшение количества выпадающих осадков, увеличение суммы активных температур, уменьшение гидротермического коэффициента); уменьшение расчлененности рельефа и мощности покровных четвертичных отложений; увеличение засоленности грунтовых вод и повышение уровня их залегания. Изменение именно этих факторов обуславливает региональную специфику педогенеза почв микрозападин на исследуемой территории.

2. Разнообразие почв западин на типовом уровне обусловлено формированием в них разных гумусовых типодиагностических горизонтов: тёмногумусового (AU) и серогумусового (AY). Они различаются окраской, реакцией среды, составом гумуса. Региональной особенностью дерново-солодей Барабы и Северной Кулунды является образование на их поверхности грубогумусового горизонта AO или модифицированного серогумусового горизонта AYao.

3. В направлении с юго-запада на северо-восток в почвах микрозападин растёт степень выщелоченности профиля от карбонатов. Почвы микрозападин Северной Кулунды слабо выщелочены от карбонатов, в Барабинской низменности встречаются сильно выщелоченные, в подбелах Приобского плато карбонаты выщелочены за пределы почвенного профиля. В этом же направлении установлено увеличение средней мощности элювиальной и органогенной толщи, что свидетельствует об увеличении интенсивности и продолжительности воздействия процессов гумусообразования элювиирования, осолодения и лессиважа.

4. Все почвы микрозападин имеют средне-, сильно- и резкодифференцированные профили как по морфологическим показателям (окраска, плотность, структура), так и по физическим и физико-химическим свойствам: гранулометрическому составу, актуальной кислотности и поглощенным основаниям. Наименьшей дифференциацией по физической глине и илу характеризуются профили подбелов Приобского плато. Сильно- и резкодифференцированные профили имеют солоды Северной Кулунды и Барабинской низменности.

5. По характеру изменения актуальной кислотности в профиле изученные почвы разделяются на 2 группы: резко- (дерново-солоды Северной Кулунды и Барабы) и среднедифференцированные (дерново-солоды безкарбонатные Барабы и подбелы Приобского плато). По значениям суммы поглощенных оснований все профили почв микрозападин характеризуются как резкодифференцированные. Во всех почвах Северной Кулунды и Барабинской низменности в составе поглощенных катионов присутствует  $N^{a+}$ . В текстурном горизонте на его долю приходится до 10% от суммы. В почвах Приобского плато содержание поглощенного натрия в несколько раз ниже. На его долю приходится до 1% от суммы поглощенных оснований.

6. Площадь, занимаемая микрозападинами, уменьшается при продвижении с северо-востока на юго-запад, в связи с усилением аридности климата. Соответственно уменьшается их влияние на структуру почвенного покрова агроландшафта, сложность которого зависит от формы и количества микрозападин.

7. Контрастность почв микрозападин относительно фоновых почв обусловлена их морфологическим различием, степенью дифференцированности профиля, наличием оглеения. Самая высокая контрастность наблюдается на Барабинской низменности, наименее контрастны почвы Приобского плато.

8. Агрочерноземы осолоделые, составляющие основу почвенного покрова пашни Барабинской низменности, и дерново-солоди, в том числе агросолоди, характеризуются как агрономически несовместимые. Агрочерноземы глинисто-иллювиальные, агросерые, и агросерые поверхностно-глееватые почвы Приобского плато с агрономической точки зрения характеризуются как неоднородные совместимые.

9. По агрохимическим показателям агропочвы микрозападин намного беднее фоновых почв. Содержание гумуса в них в 2-4 раза меньше, чем в фоновых почвах, разница в запасах гумуса составляет 62-200 т/га. Пахотный горизонт почв западин по сравнению с таковым же фоновых почв имеет более кислую реакцию среды, менее насыщен основаниями и менее обеспечен подвижным фосфором.

#### **Список работ, опубликованных автором по теме диссертации**

*Статьи в журналах входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук:*

1. Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А., Сапрыкин О.И. Влияние физико-химических свойств солодей Кулундинской равнины на содержание в них йода // Агрохимия. 2015. № 3. С. 72-80.

2. Смоленцев Б.А., Соколова Н.А., Сапрыкин О.И. Оценка неоднородности почвенного покрова разных гипсометрических уровней Барабинской низменности / Вестник НГАУ. 2017. №1. С. 122-129.

3. Смоленцев Б.А., Сапрыкин О.И., Соколова Н.А., Елизаров Н.В. Влияние почв микрозападин на структуру агроландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственных наук. – 2017, Том 47, №5, с 11-18.

4. Сапрыкин О.И., Конарбаева Г.А., Смоленцев Б.А. Сравнительная характеристика агрохимических свойств почв в агроландшафтах с западинным микрорельефом // Агрохимия. 2020. № 10. С. 15-19.

*Публикации в прочих научных изданиях:*

5. Сапрыкин О.И. Почвы микрозападин юго-восточной части Западной Сибири / Старт в науку: материалы LXIV научной студенческой конференции

Биологического института. Томск, 21-27 апреля 2015 г. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. – С. 69-70;

6. Сапрыкин О.И., Смоленцев Б.А., Свойства почв микрозападин юго-восточной части Западной Сибири / Отражение био-, гео-, антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: сборник материалов V Международной научной конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ (7-11 сентября 2015 г., г. Томск, Россия). - Томск: Издательский Дом Томского государственного университета. 2015. С. 94-97;

7. Сапрыкин О.И., Смоленцев Б.А., Мерзляков О.Э. Экологическое разнообразие почв микрозападин юго-восточной части Западной Сибири / III Ковалевские молодежные чтения «Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности», материалы всероссийской научной конференции, Новосибирск, 26-30 сентября 2016 г. – Томск: издательство Томского государственного университета, 2016. – С. 102-108.

8. Сапрыкин О.И. Экологическое разнообразие почв микрозападин юго-восточной части Западной Сибири / Материалы XVII конференции молодых ученых ИВЭП СО РАН. (7-8 февраля 2017г., г. Барнаул, Россия). – Барнаул: Изд-во: ООО «Пять плюс». 2017. – С. 115-122.

9. Сапрыкин О.И., Смоленцев Б.А., Соколова Н.А. Микрозападины в структуре почвенного покрова лесостепной зоны юго-восточной части Западной Сибири // материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Почвы Сибири: вызовы XXI века». 4-8 декабря 2017г., г. Новосибирск. – Томск: Изд-во ТГУ, 2017. – Ч.2 – С. 125-129.

10. Сапрыкин О.И. Агрохимические свойства почв микрозападин в некоторых агроландшафтах лесостепной зоны Западной Сибири // XIX конференция молодых ученых «Водные и экологические исследования в Западной Сибири» посвященной дню Российской науки и международному дню Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева, сборник тезисов, Барнаул, 07 февраля 2019 г. С. 29.