



УДК 631.4  
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.37>

## Агрогенная трансформация почвенного покрова Присалаирской дренированной равнины (Западная Сибирь)

Н. А. Соколова, Е. Н. Смоленцева

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия*  
*E-mail: nsokolova@issa-siberia.ru*

**Аннотация.** На примере модельной территории изучены особенности изменения компонентного состава и структуры почвенного покрова Присалаирской дренированной равнины в лесостепной зоне Западной Сибири под длительным влиянием пахотной нагрузки. Определены особенности компонентного состава, геометрии элементарных почвенных ареалов и почвенных комбинаций вновь образованной агрогенной структуры почвенного покрова. Выявлены факторы, влияющие на разнообразие агрозёмов на типовом и подтиповом классификационных уровнях.

**Ключевые слова:** структура почвенного покрова, агропочвы, агропедогенез, чернозёмы, агрозёмы, лесостепь, Западная Сибирь.

**Для цитирования:** Соколова Н. А., Смоленцева Е. Н. Агрогенная трансформация почвенного покрова Присалаирской дренированной равнины (Западная Сибирь) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2021. Т. 36. С. 37–56. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.37>

### **Введение**

В голоценовой эволюции почв и почвенного покрова Земли особое место занимают процессы агрогенного почвообразования (агропедогенеза), которые относятся к группе процессов антропогенной трансформации почвенного покрова (ПП) [Тонконогов, Лебедева, Герасимова, 2006]. Агрогенно изменённые почвы, как и антропогенно трансформированные в целом, в последние десятилетия находятся в фокусе внимания исследователей [Караваева, 2005; Антропогенные почвы, 2020]. Показано, что характер агрогенной трансформации почв и ПП определяется типом землепользования, системой агротехники на фоне действия природных факторов почвообразования [Агрогенная и постагрогенная трансформация ..., 2016], а также особенностями трансформируемых почв [Караваева, 2005].

Агрогенная трансформация широко распространена в районах с развитым земледелием, к которым относится лесостепная зона Западной Сибири, где пахотные угодья занимают 30–50 % от общей площади [Карта ... , 2013]. При изучении этого процесса основное внимание уделялось сравнительному анализу отдельных свойств целинных и пахотных почв [Семендяева, 2011;

Агрогенная и постагрогенная трансформация ..., 2016; Козлова, Баниева, 2017; Чупрова, 2017]. Работы же по оценке агрогенного преобразования ПП и его структуры в последние годы немногочисленны как для европейской части России [Сухачева, Опарин, 2019], так и для сибирских регионов [Структура почвенного покрова ..., 2015; Черкашина, Голубцов, 2016; Черкашина, Силаев, 2016]. Вместе с тем характеристика структуры ПП позволяет получить количественные показатели для оценки влияния агрогенной трансформации на уровне не только свойств отдельных почвенных компонентов, но и его пространственной организации.

В наиболее освоенной юго-восточной части лесостепной зоны Западной Сибири примером территории, в значительной степени преобразованной хозяйственной деятельностью человека, является Присалаирская дренированная равнина. Её освоение для сельскохозяйственного использования началось в XVIII в. [Хмелев, 2009], а в настоящее время более половины сельхозугодий составляет пашня. С середины XX в. на территории равнины в границах Новосибирской области активно разрабатываются месторождения антрацита, что также сопряжено с нарушением ПП. Развитию эрозии почв равнины способствуют и природные условия.

Состояние ПП Присалаирской дренированной равнины и особенности антропогенного влияния на него были исследованы в 60–80 гг. XX в. в ходе работ по составлению крупномасштабных почвенных карт на территории большинства хозяйств Новосибирской области [Хмелев, 2009]. В настоящее время эти сведения настоятельно требуют обновления и детализации с использованием новых подходов для диагностики и классификации почв и оценки состояния ПП. В последние десятилетия изучалась агрогенная трансформация отдельных типов почв и их свойств на территории равнины [Семендяева, 2011; Смоленцева, 2018; Почвы Предалтайской ... , 2018], в том числе под влиянием водно-эрозионных процессов [Путилин, 2002; Хмелев, 2009], публикации же о структуре ПП и агрогенном влиянии на неё отсутствуют, имеются лишь некоторые сведения для сопредельных территорий с похожими условиями почвообразования [Смоленцев, Смоленцева, 2005].

Целью настоящего исследования является оценка особенностей агрогенной трансформации компонентного состава и структуры почвенного покрова Присалаирской дренированной равнины.

### *Материалы и методы*

Присалаирская дренированная равнина геоморфологически представляет собой холмисто-увалистую равнину с абсолютными отметками высот 180–220 м над у. м., глубоко расчленённую сложной сетью долин мелких рек и логов [Николаев, 1978]. Согласно схеме почвенно-экологического районирования [Карта ... , 2013] она входит в состав Предалтайской лесостепной провинции чернозёмов выщелоченных и оподзоленных средне-мощных среднетумусных и серых лесных почв центральной лиственно-лесной, лесостепной и степной почвенно-биоклиматической области суббореального географического пояса.

Резко континентальный климат обуславливает значительные (до 80–85 °С) амплитуды годовых температур воздуха и глубокое (до 2 м) промерзание почв, что дополняется преобладанием осадков в тёплый период года и их ливневым характером [Научно-прикладной справочник ... , 1993]. Кроме того, высокая степень расчленённости рельефа (врез речных долин составляет 25–50 м), преобладание склоновых поверхностей (с уклоном 1–5°) [Николаев, 1978], рыхлые поверхностные отложения суглинистого состава способствуют развитию плоскостной эрозии почв [Путилин, 2002].

В 2019 г. проведено крупномасштабное (1:10 000) почвенное картографирование модельной территории (МТ), отражающей особенности ПП Присалаирской равнины. Площадь расположенной в Искитимском районе Новосибирской области МТ составила 5545,9 га (рис. 1). Для характеристики почв были заложены 70 разрезов и полуям, выполнены их морфологические описания, для дальнейшего химико-аналитического изучения из 26 разрезов отобраны образцы почв по генетическим горизонтам.

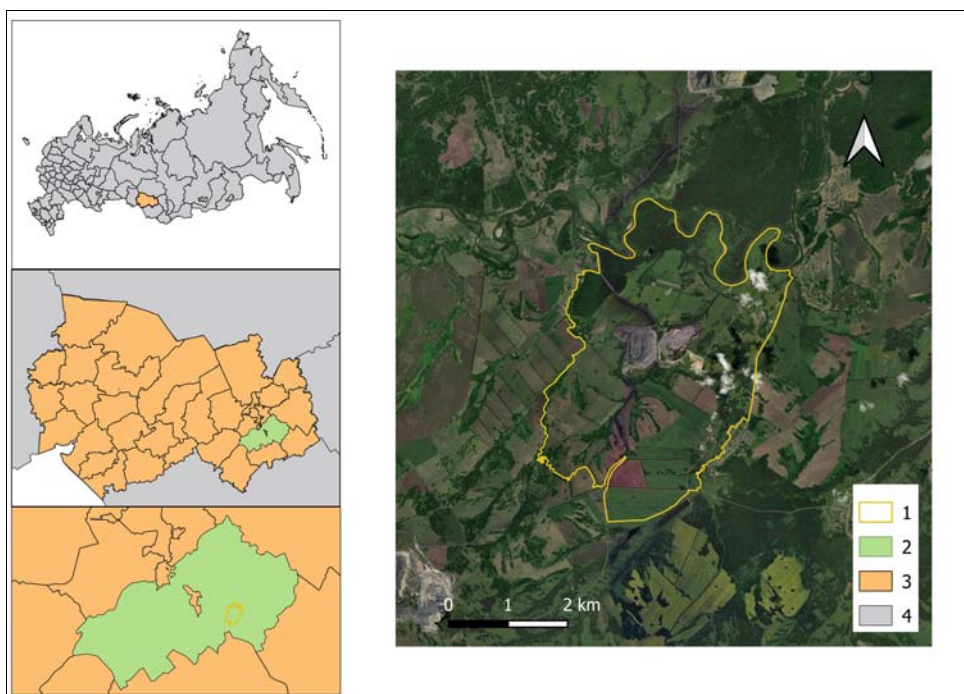


Рис. 1. Карта-схема расположения модельной территории Присалаирской равнины. 1 – границы оценочной территории; 2 – Искитимский район Новосибирской области; 3 – Новосибирская область; 4 – территория Российской Федерации

В почвенных образцах определены следующие показатели: рН – потенциметрически; углерод органических соединений ( $C_{\text{орг}}$ ) – по методу Тюрина окислением бихроматом калия; содержание карбонатов – газовольметрическим методом; обменные основания ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) – по методу Шоллен-

берга; гидролитическая кислотность – по методу Каппена в модификации Центрального института агрохимического обслуживания (ЦИНАО) [Теория и практика ... , 2006]. Степень насыщенности почв основаниями  $V$  вычисляли согласно рекомендациям Л. А. Воробьевой [Теория и практика ... , 2006]. Гранулометрический состав определяли методом Качинского с пиррофосфатной пробоподготовкой; плотность сложения – объёмно-весовым методом [Теория и методы ..., 2007]. Диагностика и классификация почв проведены согласно «Классификации почв России», соответствующей классификации почв международной базы WRB [Классификация и диагностика ... , 2004] и определителю [Полевой определитель ... , 2008].

Качественно-количественные характеристики структуры ПП определены статистико-картометрическим методом по векторной почвенной карте МТ, составленной в масштабе 1:10 000 см в виде ГИС-проекта в геоинформационной системе открытого доступа Quantum GIS (QGIS). Базовым растровым слоем для создания карты послужили находящиеся в открытом доступе многоканальные снимки Sentinel-2, предоставленные Европейским космическим агентством (ESA) (сцена от 26.08.2016). Снимки с разрешением 10 м в видимой и ближней инфракрасной зоне спектра были подвержены атмосферной и орто-коррекции с помощью модуля Semi-Automatic Classification в QGIS. Дополнительно использовались космические снимки детального пространственного разрешения различных спутниковых систем, доступные в QGIS с помощью модуля QuickMapServices. Полученный композит применялся для экспертного дешифрирования почв. Также была актуализирована и представлена в векторном виде в составе ГИС-проекта карта земельных угодий. Фактическое использование угодий на МТ определяли при полевом обследовании по состоянию (залежь/пашня) земельного участка. Состав земельных угодий рассчитывали на общую площадь МТ. Площадь, занимаемая компонентами ПП, отнесена к площади почв без учёта непочвенных образований (дороги, водные поверхности, отвалы, карьеры и пр.).

Характеристика структуры ПП приводится в соответствии с концепцией В. М. Фридланда [1984] о выделении в ней семейств и разрядов. В качестве геометрических параметров рассмотрены минимальные ( $S_{\min}$ ), максимальные ( $S_{\max}$ ), средние ( $S_x$ ) и медианные ( $M$ ) площади элементарных почвенных ареалов (ЭПА) и почвенных комбинаций (ПК), а также минимальные ( $KP_{\min}$ ), максимальные ( $KP_{\max}$ ), средние ( $KP_x$ ) и медианные ( $M$ ) коэффициенты расчленения ЭПА и ПК. Расчёт коэффициента расчленения производили по формуле

$$KP = P / (3,54 \sqrt{S}),$$

где  $P$  – периметр ЭПА (ЭПС),  $S$  – площадь ЭПА (ЭПС) [Фридланд, 1972].

### **Результаты и обсуждение**

*Структура земельных угодий.* МТ, как и Присалаирская дренированная равнина в целом, характеризуется высокой степенью антропогенной трансформации почвенного покрова, обусловленной разнообразием хозяйствен-

ной деятельности человека. Более четверти площади МТ (27,9 %) занимают земли под лесами и кустарниковыми зарослями, на которых разрешена только лесозаготовительная и частично рекреационная деятельность. 12,8 % территории занято антропогенными объектами: карьерами и отвалами горнодобычи (уголь, сырьё для строительных материалов), которые относятся к категории нарушенных земель, а также землями населённых пунктов и инфраструктурными объектами (дороги и пр.). 59,3 % площади МТ используется в сельскохозяйственном производстве. Основу сельхозугодий составляет пашня (67,6 %), на долю сенокосов и пастбищ приходится 11,2 и 6,8 % соответственно, залежь занимает 14,4 % площади сельхозугодий.

Таким образом, 60,6 % от площади МТ составляют почвы, в различной степени антропогенно изменённые, в том числе распаханые (пашня и залежь) занимают 48,5 %. Эти показатели позволяют оценить ПП территории как агрогенно трансформированный в значительной степени.

*Агрогенная трансформация компонентного состава ПП.* В доаграрный период преобладающими почвами Присалаирской равнины были автоморфные почвы зонального ряда лесостепи – тёмно-серые лесные и чернозёмы оподзоленные, реже выщелоченные [Хмелев, 2009]. Идентичные названия и классификационное положение получили в XX в. и производные от них почвы пахотных угодий. В настоящее время по принципам субстантивно-генетической почвенной классификации [Классификация и диагностика ... , 2004; Полевой определитель ... , 2008] агрогенные почвы отличаются от естественных аналогов морфологически по набору типодиагностических горизонтов и классификационно на уровне типа (агрочувствы) или отдела (агророзёмы, агрообразёмы). Морфогенетические особенности агрогенно трансформированных почв определяет агрогенно преобразованный горизонт (агрораздел) [Полевой определитель ... , 2008]. На МТ среди агрогенно трансформированных преобладают почвы с поверхностным агротёмногумусовым горизонтом (табл. 1). Они являются результатом распашки тёмно-серых почв и чернозёмов глинисто-иллювиальных и криогенно-мицеллярных.

Таблица 1

Разнообразие агрогенно трансформированных и естественных почв модельной территории Присалаирской равнины

Название подтипа почвы	Строение профиля
<b>СТВОЛ ПОСТЛИТОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ</b>	
<i>Отдел: Текстурно-дифференцированные почвы</i>	
Тип: Тёмно-серые (AU-BEL-BT-Cca)	
Тёмно-серые	AU-BEL-BT-Cca
Тип: Агротёмно-серые	
Агротёмно-серые	PU-BEL-BT-Cca
<i>Отдел: Аккумулятивно-гумусовые почвы</i>	
Тип: Чернозёмы	
Чернозёмы криогенно-мицеллярные	AU-BM-BCAmc-Cca
Тип: Чернозёмы глинисто-иллювиальные	
Чернозёмы глинисто-иллювиальные	AU-BI-BM-BCA-Cca

Окончание табл. 1

Название подтипа почвы	Строение профиля
Тип: Агрочернозёмы	
Агрочернозёмы криогенно-мицеллярные	PU–AU–BM–BCAmc–Cca
Тип: Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные	
Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные типичные	PU–AU–BI–BM–BCA–Cca
Агрочернозёмы глинисто-иллювиальные постагрогенные	PU <sub>pa</sub> –AU–BI–BM–BCA–Cca
<i>Отдел: Агрообразёмы</i>	
Тип: Агрообразёмы	
Агрообразёмы глинисто-иллювиальные	PB–PBI–C
<i>Отдел: Агрозёмы</i>	
Тип: Агрозёмы текстурно-дифференцированные	
Агрозёмы текстурно-дифференцированные	P–BT–Cca
Агрозёмы текстурно-дифференцированные абрадиرو- ванные	P <sub>pb</sub> –BT–Cca
Агрозёмы текстурно-дифференцированные стратифицированные	P <sub>r</sub> –BT–Cca
Тип: Агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные	
Агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные типичные	PU–BI–BM–BCA–Cca
Агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные постагро- генные	PU <sub>pa</sub> –BI–BM–BCA–Cca
Агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные абрадиро- ванные	PU <sub>pb</sub> –BI–BM–BCA–Cca
Тип: Агрозёмы тёмные аккумулятивно-карбонатные	
Агрозёмы тёмные аккумулятивно-карбонатные мицел- лярные	PU–BM–BCAmc–Cca
Агрозёмы тёмные аккумулятивно-карбонатные мицел- лярные постагрогенные	PU <sub>pa</sub> –BM–BCAmc–Cca
<b>СТВОЛ СИНЛИТОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ</b>	
<i>Отдел: Стратозёмы</i>	
Тип: Агростратозёмы тёмногумусовые	
Агростратозёмы тёмногумусовые на агрозёме тёмном	PU–RU–[PU–BM–Cca]

Ранее было показано [Хмелев, 2009; Смоленцева, 2020], что региональной особенностью западносибирских чернозёмов является укороченная, по сравнению с европейскими аналогами, мощность гумусового профиля. Поэтому тёмногумусовый горизонт AU западносибирских чернозёмов в силу маломощности при распашке зачастую преобразуется в агротёмногумусовый горизонт PU, залегающий непосредственно на срединном горизонте. Таким образом, западносибирские чернозёмы трансформируются в агрозёмы, минуя стадию агрочернозёмов [Смоленцева, 2018]. Эта региональная особенность агрогенной трансформации чернозёмов отражается в компонентном составе ПП пахотных угодий МТ тем, что в нём преобладают агрозёмы (рис. 2). Они занимают 55,8 % пашни, что составляет 36,6 % общей площади МТ.

Общая площадь агрогенно преобразованных почв составляет 55,6 % от площади ПП модельной территории. Агрочернозёмы, суммарная площадь которых составляет 18,7 %, представлены агрочернозёмами глинисто-иллювиальными и криогенно-мицеллярными и агротёмно-серыми. Агрообразёмы и агростратозёмы занимают в сумме 0,2 %.

Наибольшим классификационным разнообразием на типовом и подтиповом уровнях характеризуется отдел агрозёмы. На МТ выделено три типа агрозёмов. Они являются результатом агрогенной трансформации основных зональных почв: тёмно-серых (агрозёмы текстурно-дифференцированные), чернозёмов глинисто-иллювиальных (агрозёмы тёмные глинисто-иллювиальные) и чернозёмов криогенно-мицеллярных (агрозёмы тёмные криогенно-мицеллярные). Подтиповое разнообразие агрозёмов обусловлено постагрогенной трансформацией пахотного горизонта (постагрогенный подтип), а также процессами смыва-намыва почвенного материала (абрадированный и стратифицированный подтипы). В каждом из выделенных типов агрозёмов преобладает по площади типичный подтип.

Помимо ЭПА, выделены также четыре почвенные комбинации (ПК), связанные с влиянием микрорельефа, распашки и водной эрозии на ПП. ПК1 представляет собой сочетание [Фридланд, 1984], в котором доминируют в верхних частях склона тёмно-серые почвы, серые квазиглееватые залегают в нижних частях и составляют до 25 %. Это топогенная лесная ПК, приуроченная к глубоким ложбинам стока и логам. Она занимает 8,9 % общей площади МТ.

ПК2 образована сочетаниями чернозёмов глинисто-иллювиальных с чернозёмами глинисто-иллювиальными квазиглееватыми до 25 %. Это также топогенная почвенная комбинация, но в отличие от «лесной» ПК1 она формируется под травянистой растительностью и приурочена к ложбинам и логам, имеющим меньшую глубину и площадь водосбора. Её площадь составляет 1,9 %.

ПК3 представлена пятнистостями агрочернозёмов глинисто-иллювиальных и агрозёмов тёмных глинисто-иллювиальных до 25 %. Её доля в ПП велика – 13,1 %. Эта агрогенная ПК образуется из-за варьирования мощности гумусового горизонта, в результате чего среди агрочернозёмов встречаются агрозёмы. Так как эта комбинация приурочена к пахотным угодьям, расположенным на выровненных водораздельных участках, влияние водно-эрозионных процессов исключается. Вероятно, варьирование мощности гумусового горизонта обусловлено естественными причинами в доаграрный период.

ПК4 представляет собой сочетания агрозёмов тёмных глинисто-иллювиальных с агрозёмами тёмными глинисто-иллювиальными, абрадированными до 25 %. Это агроптопогенная эрозионная ПК, которая образуется в результате неравномерного плоскостного смыва пахотных почв склоновых местоположений. Она представляет собой нерегулярное чередование слабосмытых и несмытых участков и, соответственно, по современной терминологии, абрадированных и неабрадированных почв. Площадь её составляет 6,8 %.

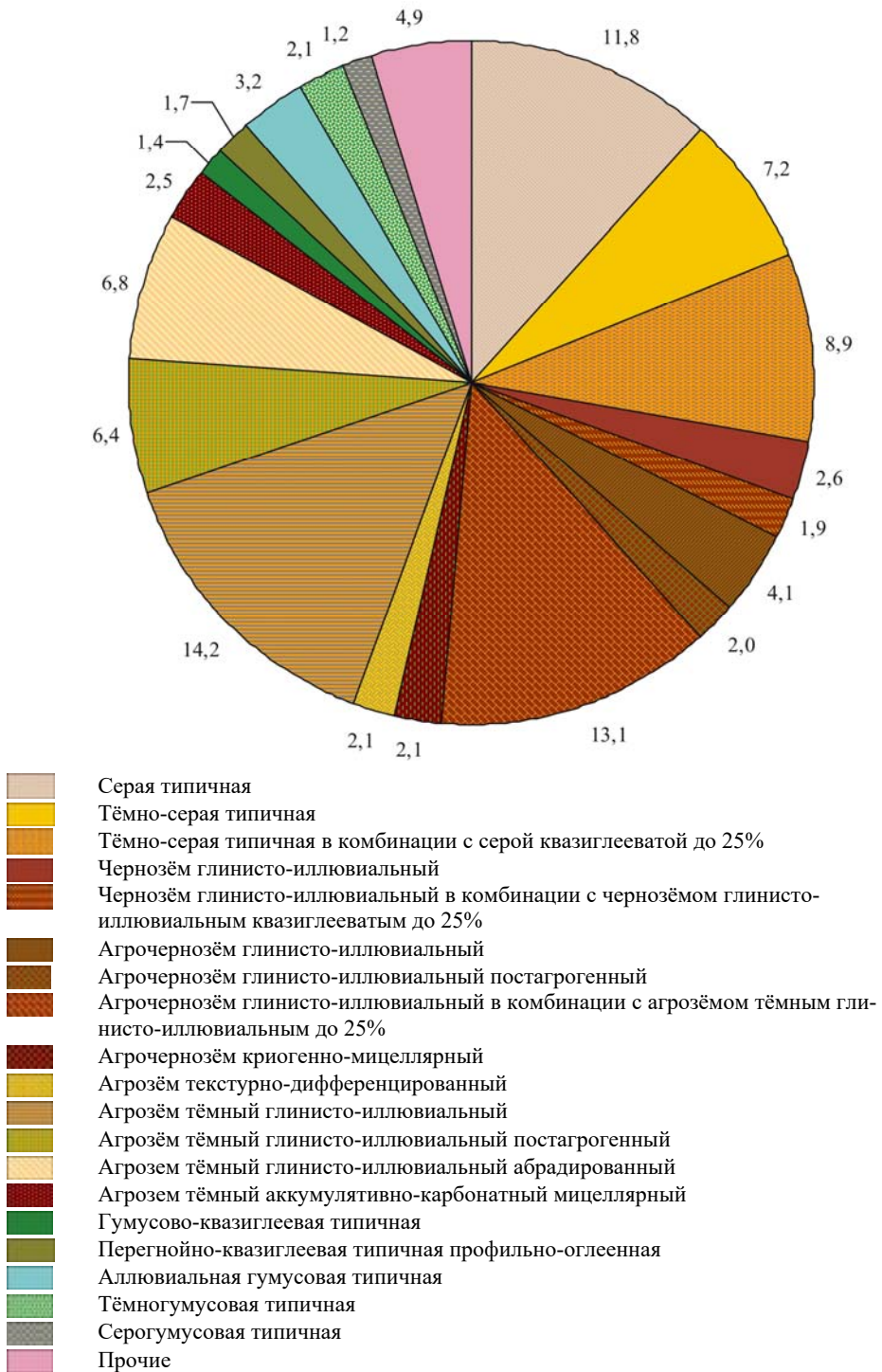


Рис. 2. Компонентный состав почвенного покрова модельной территории Присалаирской равнины



Как уже отмечалось выше, на МТ относительно велика доля залежей. Соответственно был выделен постагрогенный подтип в агрочернозёмах и агрозёмах. Диагностическим признаком для его выделения послужил дерновый горизонт, сформировавшийся в верхней части пахотного горизонта, с мелкозернистой структурой, отличающейся от структуры агрогоризонта. Постагрогенные почвы занимают 8,6 % от площади МТ и увеличивают разнообразие компонентов ПП на подтиповом уровне, а также отражают проградационный тренд в трансформации её ПП.

Влияние водной эрозии и проявление абразионного педогенеза фиксируется по присутствию абрадированных подтипов агрозёмов и почв отделов агрообразёмов, площадь которых составляет 6,1 и 0,1 % соответственно. Результатом синлитогенного агропедогенеза [Тонконогов, Лебедева, Герасимова, 2006] являются намытые почвы: стратифицированные подтипы агрозёмов текстурно-дифференцированных и агростратозёмы, их площадь не превышает 1 %.

В соответствии со строением профиля нами выделены ряды агрогенной трансформации почв, включающие следующие стадии: 1-я стадия – естественное состояние (целинная почва); 2-я стадия – пашня, квазистабильное состояние (агропочва); 3-я стадия – пашня, нестабильное состояние (агрозём). Например, для чернозёмов глинисто-иллювиальных ряд агрогенной трансформации представлен следующими типами почв: чернозём глинисто-иллювиальный → агрочернозём глинисто-иллювиальный → агрозём тёмный глинисто-иллювиальный. Агрогенно-деградационная трансформация почв связана с развитием на МТ водной эрозии почв, что обусловлено особенностью рельефа – наличием крутых и длинных склонов различной экспозиции. Смыв верхней части гумусового профиля пахотных почв приводит сначала к изменению их подтиповой классификационной принадлежности: агрозём тёмный глинисто-иллювиальный → агрозём тёмный глинисто-иллювиальный абрадированный. Затем при полной потере гумусового горизонта классификационное положение почвы меняется на уровне отдела: агрозёмы → агрообразёмы. Таким образом, эрозионный ряд включает две дополнительные стадии трансформации (на примере чернозёмов глинисто-иллювиальных): агрочернозём глинисто-иллювиальный → агрозём тёмный глинисто-иллювиальный → агрозём тёмный глинисто-иллювиальный абрадированный (4-я стадия) → агрообразём глинисто-иллювиальный (5-я стадия). В случае подчинённых позиций и аккумуляции смываемого почвенного материала агрогенная трансформация заключается в образовании агростратозёмов.

Ненарушенные почвы на МТ приурочены к лесным угольям, сенокосам и пастбищам, их площадь составляет 44,4 % от общей площади ПП. Большая часть лесных почв относится к отделу текстурно-дифференцированных – это серые, тёмно-серые, серые квазиглееватые почвы. Они занимают 27,9 %. Под сенокосами и пастбищами встречаются чернозёмы, их общая площадь (с учётом ПК2) составляет 5,7 %, в том числе: глинисто-иллювиальные – 4,0 %, криогенно-мицеллярные – 0,4 % и квазиглееватые – 1,3 %. Кроме того, почвы лесов, сенокосов и пастбищ представлены гидроморфными, аллю-

виальными, слаборазвитыми почвами, а также почвами, входящими в состав органо-аккумулятивного отдела (табл. 3, № 21–27). Они занимают 10,8 % от площади ПП.

Полученный результат свидетельствует, что ПП модельной территории обладает чертами, типичными для Присалаирской равнины. Компонентный состав ПП характеризуется преобладанием автоморфного почвообразования и почв с поверхностными тёмногумусовым и агротёмногумусовым горизонтами, а также отражает высокую степень его агрогенной трансформации.

Химические свойства почв соответствуют степени агрогенного преобразования морфологического строения профилей. Так, в верхних горизонтах пахотных почв наблюдается снижение содержания органического углерода (табл. 2) в связи с его ускоренной минерализацией, что отмечается и в других регионах [Козлова, Баниева, 2017; Чупрова, 2017; Почвы предалтайской ... , 2018].

Таблица 2

Физические и химические свойства почв агрогенно трансформированного ряда на модельной территории Присалаирской равнины (на примере чернозёма глинисто-иллювиального)

Горизонт	Глубина образца, см	pH <sub>водн</sub>	C <sub>орг</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Обменные основания		H	V, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	ФГ, %
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>				
					%					
Разрез 7–19. Чернозём глинисто-иллювиальный маломощный										
Ad	0–4	6,3	6,42	1,3	24,2	2,6	5,7	82	1,25	28,7
AU	4–14	6,6	4,30	1,3	32,0	3,8	5,7	86	1,04	30,2
	14–24	6,8	4,55	1,7	21,5	2,6	2,9	89	1,23	31,4
	24–34	7,1	1,81	2,1	18,3	2,3	2,4	89	1,36	44,2
AUB	34–42	7,0	1,28	1,3	16,2	2,4	1,9	90	1,41	44,7
Bt	42–52	7,3	0,51	1,3	13,1	1,4	1,7	89	1,33	44,2
	60–70	7,3	0,27	1,3	7,3	0,8	–	–	1,30	32,0
BM	80–90	7,2	0,28	1,7	11,4	0,9	–	–	1,36	26,2
	100–110	7,3	0,24	2,1	19,3	4,3	–	–	1,49	27,6
BCA	120–130	8,5	0,22	5,0	–	–	–	–	1,25	32,6
Cca	140–150	8,6	0,18	6,6	–	–	–	–	1,04	31,2
Разрез 12–19. Агрочернозём глинисто-иллювиальный маломощный										
PU'	0–15	6,4	4,56	1,7	31,7	3,2	5,1	87	1,25	38,1
PU''	15–30	6,5	4,53	1,2	25,2	2,7	4,4	86	1,10	35,3
AU	30–40	6,8	2,14	1,2	15,3	1,6	2,9	85	1,21	42,5
Bt	40–55	7,1	0,58	1,2	23,7	5,5	1,8	96	1,38	44,2
BM	70–80	7,3	0,30	1,7	–	–	–	–	1,27	39,9
BCA	100–110	8,5	0,20	11,6	–	–	–	–	1,40	44,3
Cca	140–150	8,6	0,17	9,6	–	–	–	–	1,37	41,1
Разрез 9–19. Агротёмный глинисто-иллювиальный среднепахотный										
PU'	0–15	6,6	3,08	1,2	23,4	2,8	2,6	90	1,20	38,0
PU''	15–28	7,1	2,39	1,7	13,3	1,1	1,7	89	1,17	36,4
BM	40–50	7,4	0,24	2,1	27,6	3,3	0,2	99	1,29	39,1
BCA	65–75	8,5	0,20	12,4	–	–	–	–	–	–
	85–95	8,5	0,12	9,5	–	–	–	–	–	–
BCca	110–120	8,5	0,12	9,1	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 2

Горизонт	Глубина образца, см	pH <sub>водн</sub>	C <sub>орг</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Обменные основания		H	V, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	ФГ, %
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>				
					%					
Разрез 15–19. Агрозём тёмный абрадируемый среднепахотный										
PU	0–10	7,4	4,19	1,2	26,7	4,5	1,6	95	н.о.	50,6
PUab	12–22	6,8	4,00	1,2	18,4	4,9	4,1	85	н.о.	52,3
CD	25–35	6,6	0,97	1,7	21,2	2,3	3,6	86	н.о.	н.о.

Примечание: H – гидролитическая кислотность; V – степень насыщенности основаниями; ФГ – содержание физической глины; «–» – не определено.

Реакция среды в пахотном горизонте агрочернозёма становится более кислой в сравнении с целинной почвой, но в пахотном горизонте агрозёма тёмного и агрозёма абрадируемого, напротив, подщелачивается. Это связано с подпахиванием нижележащего минерального горизонта с более высоким содержанием карбоната кальция. Изменение насыщенности верхнего горизонта основаниями дополняет эту картину. Также отмечены изменения карбонатного профиля: укорачивание миграционной зоны и приближение к поверхности карбонатно-аккумулятивного горизонта.

Агрофизические свойства почв также демонстрируют определённый тренд. Так, утяжеление гранулометрического состава (особенно верхних горизонтов) в пределах сопряжённого ряда свидетельствует о преимущественном переносе тонких частиц по катене (см. табл. 2).

*Структура почвенного покрова.* Природные условия района исследований накладывают собственный отпечаток на структуру почвенного покрова. Естественные предпосылки для развития эрозийных процессов обуславливают формирование структур ПП, основу которых составляют классические для лесостепи Приобья сочетания автоморфных и полугидроморфных почв. Традиционно плакорные участки и склоны южной и юго-западной экспозиций заняты ареалами чернозёмов, склоны северных и восточных экспозиций – серых почв.

Полугидроморфные и гидроморфные почвы развиваются в нижних частях склонов и по днищам балок и речных долин. Картографически рисунок структур ПП отражает характер экзогенных процессов, образуя специфические древовидные эрозийные контуры. Согласно концепции В. М. Фриланда [1984], такие структуры почвенного покрова относятся к категории с преобладанием мезоструктур и подчинённо-гидроморфному разряду.

В соответствии с вышесказанным, среди ненарушенных наименее расчленённые изометричные контуры имеют почвы, развитые на плакорах и пологих склонах, под лесными массивами, в замкнутых понижениях (рис. 3): серые типичные, тёмно-серые типичные, перегнойно-квасиглеевые. Вытянутые, реже разветвлённые контуры имеют полугидроморфные почвы – чернозёмы глинисто-иллювиальные квазиглееватые, тёмно-серые в комбинации с серыми глееватыми. Кроме того, вытянутые линейные контуры свойственны целинным чернозёмам, поскольку они представляют собой

краевые части естественных элементарных почвенных ареалов (ЭПА) чернозёмов, основные массивы которых трансформированы в агропочвы. Наиболее вытянутые и разветвлённые ареалы имеют гидроморфные (слоисто-аллювиальные гумусовые, аллювиальные гумусовые) почвы, которые формируются в ложбинах стока и долинах рек. Особенности их ЭПА обусловлены морфологией и морфометрией этих форм рельефа.

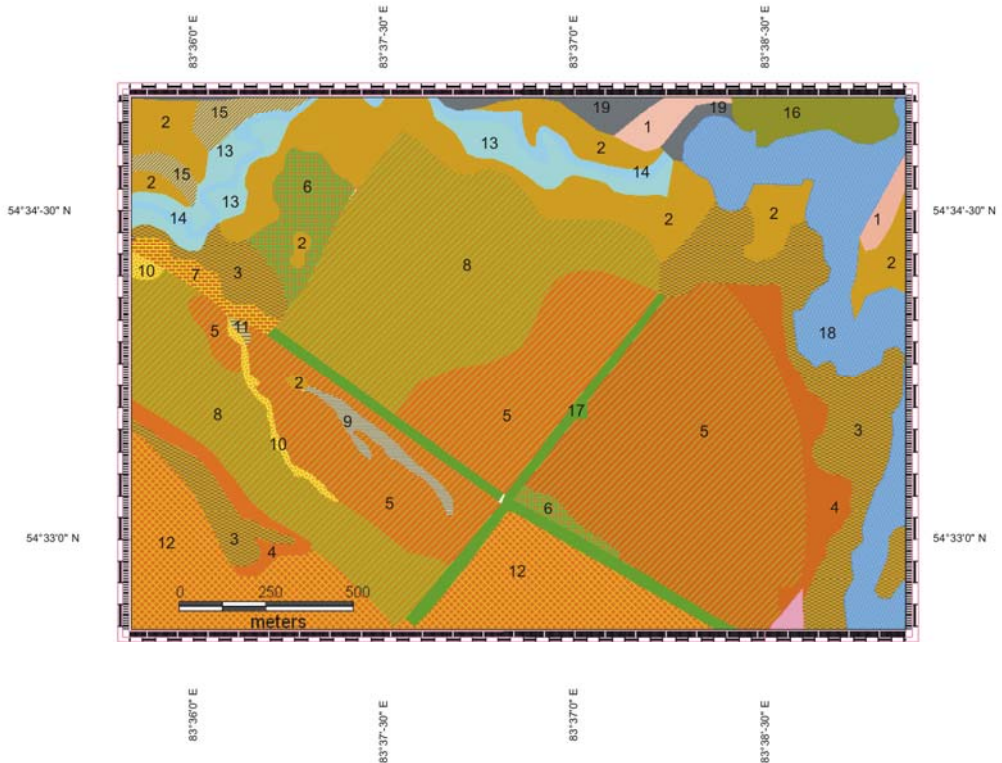


Рис. 3. Формы элементарных ареалов почвенных разностей и почвенных комбинаций на почвенной карте модельной территории Присалаирской равнины.

Ареалы почв: 1 – серая типичная; 2 – темно-серая типичная; 3 – темно-серая типичная в комбинации с серой квазиглееватой; 4 – чернозём глинисто-иллювиальный; 5 – агрочернозём глинисто-иллювиальный; 6 – агрозём темный глинисто-иллювиальный постагрогенный; 7 – чернозём глинисто-иллювиальный в комбинации с чернозёмом квазиглееватым; 8 – агрозём глинисто-иллювиальный; 9 – агрозём текстурно-дифференцированный; 10 – агрозём глинисто-иллювиальный абрадрированный; 11 – агрозём глинисто-иллювиальный стратифицированный; 12 – агрочернозём глинисто-иллювиальный в комбинации с агрозёмом глинисто-иллювиальным; 13 – аллювиальная гумусовая типичная; 14 – слоисто-аллювиальная гумусовая; 15 – серогумусовая типичная; 16 – пелозём гумусовый; 17 – лесополоса; 18 – водохранилище; 19 – техногенно-нарушенные земли.

Таблица 3

Геометрические параметры структуры почвенного покрова  
модельной территории Присалаирской равнины

№ п/п	Почвы	Площадь, га				Коэффициент расчленения			
		$S_{\min}$	$S_x$	$M$	$S_{\max}$	$KP_{\min}$	$KP_x$	$M$	$KP_{\max}$
1	Серая типичная	0,26	43,84	6,48	290,95	1,08	1,85	1,85	2,80
2	Тёмно-серая типичная	0,05	2,28	0,62	27,73	1,01	1,49	1,36	3,95
3	Тёмно-серая типичная в комбинации с серой квазиглееватой до 25 % (ПК1)	0,17	9,39	4,43	76,98	1,11	2,30	2,19	5,34
4	Агротёмно-серая	0,16	9,95	11,04	17,55	1,25	1,42	1,40	1,62
5	Чернозём глинисто-иллювиальный	0,20	2,52	1,30	13,37	1,12	2,18	1,99	3,97
6	Чернозём глинисто-иллювиальный квазиглееватый	0,31	1,94	1,11	9,10	1,04	2,32	2,41	4,81
7	Чернозём глинисто-иллювиальный в комбинации с чернозёмом глинисто-иллювиальным квазиглееватым до 25% (ПК2)	0,25	3,47	2,36	12,50	1,51	2,45	2,21	4,62
8	Агрочернозём глинисто-иллювиальный	0,4	17,68	16,71	49,06	1,15	1,43	1,30	2,57
9	Агрочернозём глинисто-иллювиальный постагрогенный	3,25	14,56	16,90	30,03	1,25	1,66	1,68	2,13
10	Агрочернозём глинисто-иллювиальный в комбинации с агрозёмом тёмным глинисто-иллювиальным до 25 % (ПК3)	16,89	90,32	83,76	190,47	1,51	1,77	1,80	2,02
11	Чернозём криогенно-мицеллярный	0,22	4,15	2,56	9,53	1,33	1,92	1,54	2,77
12	Агрочернозём криогенно-мицеллярный	29,67	33,28	31,14	39,02	1,20	1,43	1,41	1,69
13	Агрозём текстурно-дифференцированный	0,3	4,61	2,19	15,46	1,32	2,22	1,88	3,96
14	Агрозём текстурно-дифференцированный абрадированный	0,13	1,54	0,48	12,67	1,40	2,16	2,15	3,11
15	Агрозём тёмный глинисто-иллювиальный	0,27	21,88	7,92	140,15	1,19	1,99	1,96	4,17
16	Агрозём тёмный глинисто-иллювиальный постагрогенный	0,83	11,91	7,44	81,41	1,11	1,98	1,73	3,79

Окончание табл. 3

№ п/п	Почвы	Площадь, га				Коэффициент расчленения			
		$S_{\min}$	$S_x$	$M$	$S_{\max}$	$KP_{\min}$	$KP_x$	$M$	$KP_{\max}$
17	Агрозём глинисто-иллювиальный в комбинации с агрозёмом тёмным глинисто-иллювиальным абрадированным до 25 % (ПК4)	0,20	8,67	4,32	68,61	1,37	2,24	2,21	3,54
18	Агрозём тёмный аккумулятивно-карбонатный мицеллярный постагрогенный	14,18	24,46	26,39	36,64	1,17	1,58	1,50	2,16
19	Агрозём тёмный постагрогенный	17,72	22,33	22,33	26,94	1,47	1,63	1,63	1,80
20	Агрозём тёмный абрадированный; агрообразём; агростратозём тёмногумусовый	0,09	0,61	0,31	2,36	1,10	1,72	1,61	3,24
21	Гумусово-квазиглеевая	0,22	3,15	0,94	19,95	1,18	2,28	2,05	4,28
22	Перегноино-квазиглеевая	0,36	5,35	2,29	23,88	1,08	1,88	1,60	3,88
23	Аллювиальная гумусовая	1,69	17,34	9,21	55,72	1,22	2,41	2,47	4,12
24	Слоисто-аллювиальная	1,29	4,54	5,22	6,90	1,14	3,15	2,41	8,24
25	Тёмногумусовая	2,56	20,44	3,83	51,56	1,21	2,16	1,69	3,96
26	Серогумусовая	1,29	10,03	3,62	44,15	1,31	2,17	2,05	3,41
27	Пелозём гумусовый	17,2	17,20	17,20	17,20	1,17	1,17	1,17	1,17

Разбивка пашни на поля и разделение лесополосами формируют регулярную геометрическую антропогенную структуру ПП, состоящую из агропочв. Для неё характерны изометричные «квадратные» контуры ПК. Тем не менее внутри агроструктур почвенные комбинации образуются по тем же принципам, что и естественные. Например, в пределах одной катены формируются смыто-намытые агрогенные мезоструктуры, представляющие собой топогенно-сопряжённый ряд агрочернозёмов, агрозёмов тёмных, агрозёмов абрадированных, агростратозёмов тёмногумусовых.

Геометрически наименьшие коэффициенты расчленения в агрогенных почвенных комбинациях характерны для автоморфных почв (агротёмно-серые, агрочернозёмы глинисто-иллювиальные, агрочернозёмы криогенно-мицеллярные и др.), наибольшие – для почв, развитых во временных ложбинах стока (агрозёмы тёмные абрадированные, агрообразёмы).

Наибольшими средними площадями ЭПА характеризуются автоморфные почвы: ненарушенные серые типичные почвы под лесными массивами и агропочвы (агрочернозёмы и агрозёмы). Наименьшими размерами обладают ЭПА эродированных в сильной степени (агрозёмы абрадированные, агрообразёмы) и намытых почв (агростратозёмы) (см. табл. 3). Геометрия типов почв отражает развитие эрозионно-аккумулятивных процессов.

Таким образом, антропогенная трансформация изменяет не только компонентный состав ПП, но и геометрию контуров ЭПА и почвенных комбинаций. Преобладающими по площади и наименее расчленёнными, наряду с ненарушенными под лесом, становятся агропочвы; во временных ложбинах стока под влиянием распашки резко усиливается течение естественной эрозии. Картографически рисунок структур ПП представляет собой нерегулярное чередование естественных мезоструктур и агрогенных ПК.

### *Заключение*

Изучение агрогенной трансформации почвенного покрова Присалаирской равнины на примере МТ показало следующее. Модельная территория, как и Присалаирская равнина в целом, характеризуется высокой степенью антропогенной, прежде всего агрогенной, трансформации ПП. Установлено, что хозяйственной деятельностью человека преобразованы 72,1 % площади МТ. На долю сельскохозяйственных угодий приходится около 60 %, в их составе значительно (почти 40 %) преобладает фактически используемая пашня. В сумме агрогенно трансформированные почвы (пашня и залежь) занимают 48,5 % площади МТ. Относительно высока также доля нарушенных земель и изъятых под инфраструктурные объекты.

ПП модельной территории Присалаирской равнины характеризуется преобладанием автоморфного почвообразования и почв с поверхностным тёмногумусовым горизонтом, который в почвах пахотных угодий преобразован в агротёмногумусовый горизонт. Компонентный состав ПП отражает высокую степень его агрогенной трансформации: более трети (36,6 %) составляют почвы, трансформированные в средней степени (агрозёмы и их комбинации), 18,7 % занимают почвы, трансформированные в слабой степени (агрочернозёмы), и менее 0,2 % – в сильной степени (агрообразёмы, агростратозёмы). Общая площадь агрогенно преобразованных почв составляет 55,6 % от площади ПП.

Формирование почвенных комбинаций (ПК) обусловлено влиянием микрорельефа, распашки и водной эрозии на ПП. Одна из агрогенных ПК образуется из-за варьирования мощности гумусового горизонта в доаграрный период, что приводит к различной степени агрогенной трансформации естественных почв. Другая – агротопогенная эрозионная ПК, формирующаяся в результате неравномерного плоскостного смыва пахотных почв склоновых местоположений.

Для Присалаирской равнины установлено увеличение числа компонентов ПП за счёт почв отдела агрозёмов и различных типов агропочв, что приводит к диверсификации его компонентного состава. Изменение типового и подтипового спектров агрогенно трансформированных почв по сравнению с естественными отражает процесс агрогенной трансформации ПП, развивающийся в двух направлениях. С одной стороны, для ряда территорий зафиксирована конвергенция (снижение разнообразия) исходного состава и структуры ПП [Черкашина, Силаев, 2016]. С другой стороны, образуется новая агрогенная структура ПП, в компонентном составе которой появляются спе-

цифичные почвы различного таксономического уровня, как на Присалаирской равнине и ряде территорий чернозёмных областей [Структура почвенного покрова ..., 2015].

Геометрия ЭПА и почвенных комбинаций обусловлена совместным влиянием особенностей рельефа территории и антропогенного воздействия. Наибольшие размеры, наряду с ненарушенными автоморфными, имеют ЭПА агрогенно трансформированных почв (агросерые, агрочернозёмы, агроозёмы), наименьшие – ЭПА в сильной степени преобразованных почв, развитых во временных ложбинах стока.

*Работа выполнена в рамках проекта № 0249-2021-0002 госзадания НИР ИПА СО РАН.*

#### Список литературы

Агрогенная и постагрогенная трансформация почв Льговского района Курской области / И. В. Замотаев, В. П. Белобров, А. Н. Курбатова, Д. В. Белоброва // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2016. Вып. 85. С. 97–114. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-85-97-114>

Антропогенные почвы / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева. М. : Юрайт, 2020. 237 с.

Караваева Н. А. Агрогенные почвы: условия среды, процессы, свойства // Почвоведение. 2005. № 12. С. 1518–1529.

Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:2 500 000 // И. С. Урусевская, И. О. Алябина, В. П. Винокова, Л. Б. Востокова, Е. И. Дорофеева, С. А. Шоба, Л. С. Щипихина. М. : Талка+, 2013. 16 л.

Классификация и диагностика почв России. Смоленск : Ойкумена, 2004. 324 с.

Козлова А. А., Баниева И. В. Показатели гумусного состояния чернозёмов Южного Предбайкалья, находящихся в целинном, агрогенном и постагрогенном состоянии // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2017. Т. 20. С. 61–72.

Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 20. СПб. : Гидрометеоздат, 1993. 717 с.

Николаев В. А. Рельеф // Новосибирская область. Природа и ресурсы. Новосибирск : Наука, 1978. С. 5–25.

Полевой определитель почв. М. : Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.

Почвы Предалтайской лесостепной почвенной провинции Западной Сибири (на примере Буготакского мелкосопочника) // Путеводитель полевой почвенной экскурсии Всерос. науч. конф. «Почвы в биосфере», посвящ. 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, 10–14 сент. 2018 г. / Е. Н. Смоленцева, А. С. Чумбаев, Д. А. Соколов, Н. А. Соколова. Томск : Издат. дом Том. гос. ун-та, 2018. 49 с.

Путилин А. Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. 184 с.

Семендяева Н. В. Влияние сельскохозяйственного использования на свойства почв Западной Сибири. Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. агр. ун-та, 2011. 168 с.

Смоленцев Б. А., Смоленцева Е. Н. Особенности структуры почвенного покрова Сокурской возвышенности // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 5. С. 809–821.

Смоленцева Е. Н. Агрогенные почвы степного биота Обь-Иртышского междуречья // Современное состояние чернозёмов : материалы II Междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону, 24–28 сент. 2018 г. Таганрог : Изд-во Юж. федер. ун-та, 2018. Т. 1. С. 254–261.



Смоленцева Е. Н. Чернозёмы Западной Сибири: региональные и зонально-провинциальные особенности // Отражение био-, гео- и антропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове : сб. материалов VII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ. Томск : Издат. дом Том. гос. ун-та, 2020. С. 90–94.

Структура почвенного покрова лесостепной зоны Алтайского края в условиях антропогенеза / Е. Г. Пивоварова, Е. В. Кононцева, С. И. Грибов, Ж. Г. Хлуденцов, Е. Ю. Домникова, Е. М. Комякова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 11 (133). С. 36–42.

Сухачева Е. Ю., Апарин Б. Ф. Структура почвенного покрова антропогенно-изменённых ландшафтов Ленинградской области // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1140–1154. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070128>

Теория и методы физики почв / ред. Е. В. Шейн, Л. О. Карпачевский. М. : Гриф и К°, 2007. 616 с.

Теория и практика химического анализа почв / ред. Л. А. Воробьева. М. : ГЕОС, 2006. 400 с.

Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Основные горизонто- и профилеобразующие процессы в почвах России // Почвообразовательные процессы. М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2006. С. 13–37.

Фридланд В. М. Структура почвенного покрова. М. : Мысль, 1972. 423 с.

Фридланд В. М. Структуры почвенного покрова мира. М. : Мысль, 1984. 235 с.

Хмелев В. А., Танашиенко А. А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. 349 с.

Черкашина А. А., Голубцов В. А. Структура почвенного покрова Тункинской котловины // География и природные ресурсы. 2016. № 3. С. 130–140. [https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3\(130-140\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(130-140))

Черкашина А. А., Силаев А. В. Изучение и картографирование агрогенной трансформации почвенного покрова Тункинской котловины // Успехи современного естествознания. 2016. № 5. С. 168–173.

Чупрова В. В. Запасы, состав и трансформация органического вещества в агропочвах Средней Сибири // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2017. Вып. 90. С. 97–116.

## Agrogenic Transformation of Soil Cover in Pre-Salair Drained Plane (Western Siberia)

N. A. Sokolova, E. N. Smolentseva

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation*

**Abstract.** Plowing up is a widespread type of anthropogenic transformation of soils and soil cover (SC) in the forest-steppe zone of Western Siberia. As a result of plowing up agrogenic transformation (agrotransformation) of soils causes their form and properties change, as well as the spatial characteristics of the SC. In the example of a model territory the features of changes in the component composition and structure of the SC of the Pre-Salair drained plain under the influence of arable press are studied. Automorphic soil formation prevails in the studied area, and zonal natural soils here are chernozems (clay-illuvial and migrate-micellar) and dark grays. These soils have an upper dark humus horizon, which in arable soils becomes an agro-dark humus horizon. In the studied area, an increase in number of the SC components was found due to the soils of the agrozems section and different types of agricultural soils, which leads to a diversification of the component composition. It was found that the component composition

of SC shows high degree of its agrotransformation: area of arable soils is 55.6% of total area of SC. We also showed the sequence of agrotransformation for the chernozems of the model territory: chernozems, agrochernozems, agrozems, abraded agrozems, agroabrazems. Agrozems occupy a large area and have a classification diversity. Factors affecting the diversity of agrozems at the type and subtype classification level are identified: the degree of agrogenic transformation of clay-illuvial and migrate-micellar chernozems are distinguished. The low thickness of the humus horizon of soils in the pre-agrarian period during plowing leads to various degrees of their agrotransformation and classification divergence of soils. The SC structure is characterized by geometric parameters in accordance with the concept of V.M. Friedland. These are areas and dissection coefficients (minimum, maximum, average and median) of elementary soil areal (ESA) and soil combinations areal (SCA). Geometries of ESA and SCA are caused by the combined influence of terrain features and anthropogenic impact. ESA of agrotransformed soils (agrograys, agrochernozems, agrozems) have largest sizes, besides undisturbed automorphic soils; ESA of strongly transformed soils developed in temporary flow hollows have smallest sizes. The overall result of the agrogenic transformation of the SC on the studied area is a new spatial agrogenic structure. In the component composition of SC specific soils of different taxonomic levels appear.

**Keywords:** soil cover structure, agrosols, agropedogenesis, chernozems, agrozems, forest-steppe, Western Siberia.

**For citation:** Sokolova N.A., Smolentseva E.N. Agrogenic Transformation of Soil Cover in Pre-Salair Drained Plane (Western Siberia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2021, vol. 36, pp. 37-56. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2021.36.37> (in Russian)

#### References

- Zamotaev I.V., Belobrov V.P., Kurbatova A.N., Belobrova D.V. Agrogennaya i postagrogennaya transformatsiya pochv L'govskogo raiona Kurskoi oblasti [Anthropogenic and post-anthropogenic transformation of soils of L'gov region of Kursk oblast. *Dokuchaev Soil Bul.*, 2016, vol. 85, pp. 97-114. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-85-97-114> (in Russian)
- Gerashimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V. *Antropogennyye pochvy* [Anthrosol]. Moscow, Urait Publ., 2020, 237 p. (in Russian)
- Karavaeva N.A. Agrogennyye pochvy: usloviya sredy, protsessy, svoystva [Agrogenic soils: environmental conditions, properties and processes]. *Eurasian Soil Sci.*, 2005, no. 12, pp. 1518-1529. (in Russian)
- Urusevskaya I.S., Alyabina I.O., Vinyukova V.P., Vostokova L.B., Dorofeeva E.I., Shoba S.A., Shchepikhina L.S. *Karta pochvenno-ekologicheskogo raionirovaniya Rossiiskoi Federatsii* [Map of soil and ecological zoning of the Russian Federation. Scale 1:2500000]. Moscow, Talka+ Publ., 2013, 16 sh. (in Russian)
- Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnostics of soils of Russia]. Smolensk, Oikumena Publ., 2004, 324 p. (in Russian)
- Kozlova A.A., Banieva I.V. Pokazateli gumusnogo sostoyaniya chernozemov Yuzhnogo Predbaikal'ya, nakhodyashchikhsya v tselinnom, agrogennom i postagrogennom sostoyanii [Indicators of the humus condition of chernozems in southern Cisbaikalia formed in conditions of virgin, arable follow land mode]. *Bul. Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. Ecol.*, 2017, vol. 20, pp. 61-72. (in Russian)
- Nauchno-prikladnoi spravochnik po klimatu SSSR. Ser.3. Mnogoletnie dannye* [Scientific and applied reference book on climate of the USSR. Ser. 3. Long-term data]. P. 1-6, vol. 20, St.-Petersb., Gidrometeoizdat Publ., 1993, 717 p. (in Russian)
- Nikolaev V.A. Rel'ef [Relief]. *Novosibirskaya oblast'. Priroda i resursy* [Novosibirsk region: nature and resources]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, pp. 5-25. (in Russian)
- Polevoi opredelitel pochv* [Field soil key]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Sci. Inst. Publ., 2008, 182 p. (in Russian)

Smolentseva E.N., Chumbaev A.S., Sokolov D.A., Sokolova N.A. *Pochvy Predaltaiskoi lesostepnoi pochvennoi provintsii Zapadnoi Sibiri (na primere Bugotakskogo melkosopochnika)* [Soils of the Pre-Altai forest-steppe soil province of Western Siberia (on the example of the Bugotak Small hill)]. Tomsk, Tomsk St. Univ. Publ., 2018, 49 p. (in Russian)

Putilin A.F. *Eroziya pochv v lesostepi Zapadnoi Sibiri* [Soil erosion in the forest-steppe of Western Siberia]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2002, 184 p. (in Russian)

Semendyaeva N.V. *Vliyanie selskokhozyaistvennogo ispolzovaniya na svoystva pochv Zapadnoi Sibiri* [Influence of agricultural use on soil properties in Western Siberia]. Novosibirsk, Novosibirsk St. Agr. Univ. Publ., 2011, 168 p. (in Russian)

Smolentsev B.A., Smolentseva E.N. Osobennosti struktury pochvennogo pokrova Sokurskoi vozvysheynosti [Features of the soil cover structure of the Sokur Upland]. *Contemp. Probl. Ecol.*, 2005, vol. 12, no. 5, pp. 809-821. (in Russian)

Smolentseva E.N. Agrogennye pochvy stepnogo bioma Ob'-Irtyshskogo mezhdurech'ya [Agrogenic soils of the steppe biome of the Ob-Irtysh interfluves]. *Sovremennoe sostoyanie chernozemov* [Current state of chernozems: Proc. Int. Sci. Conf., Rostov-on-Don, Russia]. Taganrog, South. Fed. Univ. Publ., 2018, pp. 254-261. (in Russian)

Smolentseva E.N. Chernozemy Zapadnoi Sibiri: regionalnye i zonalno-provintsialnye osobennosti [Chernozems of Western Siberia: regional and zonal-provincial features]. *Otrazhenie bio-, geo- i antroposfernykh vzaimodeistvii v pochvakh i pochvennom pokrove* [A reflection of bio-, geo- and anthroposphere interactions in soils and soil cover: Proc. Int. Sci. Conf., Tomsk, Russia]. Tomsk, Tomsk St. Univ. Publ., pp. 90-94. (in Russian)

Pivovarova E.G., Konontseva E.V., Gribov S.I., Khludentsov Zh.G., Domnikova E.Yu., Komyakova E.M. Struktura pochvennogo pokrova lesostepnoi zony Altaiskogo kraya v usloviyakh antropogeneza [The soil cover structure of the of the forest-steppe zone of the Altai region under the conditions of anthropogenesis]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Bul. Altay St. Agr. Univ.], 2015, no. 11 (133), pp. 36-42. (in Russian)

Sukhacheva E.Yu., Aparin B.F. Soil cover patterns in anthropogenically transformed landscapes of Leningrad region. *Eurasian Soil Sci.*, 2019, vol. 52, no. 9, pp. 1146-1158. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19070128>

*Teoriya i metody fiziki pochv* [Theory and methods of soil physics]. Moscow, Grif & K° Publ., 2007, 616 p. (in Russian)

*Teoriya i praktika khimicheskogo analiza pochv* [Theory and practice of chemical analysis of soils]. Moscow, GEOS Publ., 2006, 400 p. (in Russian)

Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Osnovnye gorizonto- i profileobrazuyushchie protsessy v pochvakh Rossii [Main horizon- and profile-forming processes in Russian soils]. *Pochvoobrazovatel'nye protsessy* [Soil-forming processes]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Sci. Inst. Publ., 2006, pp. 13-37. (in Russian)

Fridland V.M. *Struktura pochvennogo pokrova* [The soil cover structure]. Moscow, Mysl Publ., 1972, 423 p. (in Russian)

Fridland V.M. *Struktury pochvennogo pokrova mira* [Structures of the world's soil cover]. Moscow, Mysl Publ., 1984, 235 p. (in Russian)

Khmelev V.A., Tanasienko A.A. *Zemel'nye resursy Novosibirskoi oblasti i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Land resources of the Novosibirsk region and ways of their rational use]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2009, 349 p. (in Russian)

Cherkashina A.A., Golubtsov V.A. Struktura pochvennogo pokrova Tunkinskoj kotloviny [Structure of the Tunka depression soil cover]. *Geogr. Nat. Resour.*, 2016, no. 3, pp. 130-140. (in Russian). [https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3\(130-140\)](https://doi.org/10.21782/GiPR0206-1619-2016-3(130-140))

Cherkashina A.A., Silaev A.V. Izuchenie i kartografirovanie agrogennoi transformatsii pochvennogo pokrova Tunkinskoj kotloviny [Studying and mapping the agrogenic transformation of soil cover of Tunka depression]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in current natural sciences], 2016, no. 5, pp. 168-173. (in Russian)

Chuprova V.V. Zapasy, sostav i transformatsiya organicheskogo veshchestva v agropochvakh Srednei Sibiri [The organic matter pool, composition and transformation in soils of Middle Siberia]. *Dokuchaev Soil Bul.*, 2017, vol. 90, pp. 97-116. (in Russian)

*Соколова Наталья Александровна  
младший научный сотрудник  
Институт почвоведения и агрохимии  
СО РАН  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
пр. Академика Лаврентьева, 8/2  
e-mail: nsokolova@issa-siberia.ru*

*Sokolova Natalia Alexandrovna  
Junior Research Scientist  
Institute of Soil Science and Agrochemistry  
SB RAS  
8/2, Acad. Lavrentiev ave., Novosibirsk,  
30090, Russian Federation  
e-mail: nsokolova@issa-siberia.ru*

*Смоленцева Елена Николаевна  
научный сотрудник  
Институт почвоведения и агрохимии  
СО РАН  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
пр. Академика Лаврентьева, 8/2  
e-mail: esmolentseva@issa-siberia.ru*

*Smolentseva Elena Nikolaevna  
Research Scientist  
Institute of Soil Science and Agrochemistry  
SB RAS  
8/2, Acad. Lavrentiev ave., Novosibirsk,  
30090,  
Russian Federation  
e-mail: esmolentseva@issa-siberia.ru*

**Дата поступления:** 02.11.2020  
**Received:** November, 02, 2020