

Оригинальная статья

DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.4/11>

УДК 631.4:58.051 (470.32)



ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И СВОЙСТВА ПОЧВ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ ПРИДОНСКОГО МЕЛОВОГО ЛЕСОСТЕПНОГО РАЙОНА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Татьяна А. Девятова, devyatova@bio.vsu.ru 0000-0002-8722-1126

Светлана Н. Божко , Sveta19691@yandex.ru 0000-0002-1649-7942

Юлия С. Горбунова, gorbunova.vsu@mail.ru 0000-0003-1203-9087

Лидия А. Яблонских, lidij-jblonskikh@yandex.ru 0000-0003-4278-1530

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, 1, г. Воронеж, 394036, Российская Федерация

На территории Придонского мелового лесостепного района лесостепной провинции Среднерусской возвышенности большую площадь занимают эродированные почвы и почвы овражно-балочных комплексов. Важную роль в формировании эрозионно-аккумулятивных процессов играют различные агрофитоценозы. Смыв почв распространен преимущественно на распаханых территориях. На берегах и днищах балок, занятых естественными фитоценозами, встречаются денудация, делювиальный и пролювиальный процессы. Исследовано влияние противоэрозионных лесополос на интенсивность эрозии и аккумуляции почв. Под лесополосами и на примыкающих участках склонов формируются намытые и погребенные почвы. Отмечены особенности состава почвенного покрова и свойств почв по элементам рельефа и фитоценозам балочного водосбора. Определена доля почв, подверженных одновременному воздействию эрозии и аккумуляции в составе почвенного покрова водосбора балки. Изучено изменение агрохимических и физико-химических свойств почвы под влиянием эрозионно-аккумулятивных процессов по элементам рельефа водосборной площади Лога Репного и различным земельным угодьям. Установлено изменение содержания в почвах, подверженных этим процессам, гумуса и основных элементов минерального питания растений. Уточнены таксономические уровни выделения признаков эрозии и аккумуляции в зависимости от их интенсивности и характера. Показана целесообразность выделения степени смыва почв на видовом уровне. Рекомендовано признаки делювиального и денудационного процессов на берегах балки рассматривать на уровне типа почв. Разработаны предложения по совершенствованию классификации овражно-балочных почв.

Ключевые слова: водосборная площадь балки, элементы рельефа, водная эрозия, генетические признаки почв, состав почвенного покрова, свойства почв.


Благодарности: авторы благодарят рецензентов за вклад в экспертную оценку статьи.



Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.


Для цитирования: Почвенный покров и свойства почв малых водосборов Придонского мелового лесостепного района Среднерусской возвышенности / Т. А. Девятова, С. Н. Божко, Ю. С. Горбунова, Л. А. Яблонских // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12. – № 4 (48). – С. 153–168. – Библиогр.: с. 165–168 (20 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.4/11>.


Поступила 04.07.2022 *Пересмотрена* 14.11.2022 *Принята* 17.11.2022 *Опубликована онлайн* 26.12.2022

SOIL COVER AND SOIL PROPERTIES OF SMALL CATCHMENTS OF THE PRIDONSKY CRETACEOUS FOREST-STEPPE REGION OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Tatiana A. Devyatova, devyatova@bio.vsu.ru  0000-0002-8722-1126

Svetlana N. Bozhko , Sveta19691@yandex.ru  0000-0002-1649-7942

Yulia S. Gorbunova, gorbunova.vsu@mail.ru  0000-0003-1203-9087

Lydia A. Yablonskikh, lidij-jblonskikh@yandex.ru  0000-0003-4278-1530

Voronezh State University, University Square, 1, Voronezh, 394036, Russian Federation

Abstract

On the territory of the Pridonsky cretaceous forest-steppe region of the forest-steppe province of the Central Russian Upland, a large area is occupied by eroded soils and soils of gully-beam complexes. Various agrophytocenoses play an important role in the formation of erosion-accumulative processes. Soil flushing is common mainly in plowed areas. Denudation, deluvial and proluvial processes occur on the banks and bottoms of beams occupied by natural phytocenoses. The influence of anti-erosion forest belts on the intensity of erosion and soil accumulation is noted. Under the forest belts and on the adjacent sections of the slopes, washed and buried soils are formed. The features of the composition of the soil cover and soil properties according to the relief elements and phytocenoses of the beam catchment are noted. The proportion of soils exposed to the simultaneous effects of erosion and accumulation in the soil cover of the beam catchment is determined. The changes in the agronomic and physico-chemical properties of the soil under the influence of erosion-accumulative processes on the elements of the relief of the catchment area of the Log Repny and various land plots are studied. The change in the content of humus and the main elements of mineral nutrition of plants in the soils subject to these processes has been established. The taxonomic levels of the identification of signs of erosion and accumulation, depending on their intensity and nature, are clarified. The expediency of allocating the degree of soil flushing at the species level is shown. It is recommended to consider the signs of deluvial and denudation processes on the banks of the beam at the level of the soil type. Proposals have been developed to improve the classification of gully-beam soils.

Keywords: drainage area of the beam, relief elements, water erosion, genetic characteristics of soils, composition of the soil cover, soil properties.

Acknowledgments: the authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Devyatova T. A., Bozhko S. N., Gorbunova Y. S., Yablonskikh L. A. (2022) Soil cover and soil properties of small catchments of the Pridonsky cretaceous forest-steppe region of the Central Russian upland. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 12, No. 4 (48), pp. 153-168 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2022.4/11>.

Received 04.07.2022 *Revised* 14.11.2022 *Accepted* 17.11.2022 *Published online* 26.12.2022

Введение

Изъятие земель из сельскохозяйственного оборота для различных целей народного хозяйства (населенные пункты, предприятия, дороги, полигоны твер-

дых коммунальных отходов, добыча полезных ископаемых и др.) достигает в Российской Федерации 146 тыс. га в год. Площадь земель занятых оврагами и балками составляет 6 млн га. В мире почти 2 млрд га

пахотных земель подвержены водной и ветровой эрозии [7, 11]. Уменьшение площади пашни и падение плодородия агрофитоценозов в результате линейной и микроручейковой водной эрозии является одной из глобальных экологических проблем человечества. Прогнозирование смыва почв и потери питательных элементов в результате эрозии в зависимости от запаса воды в снеге в последние годы изучали Якутина О.П. (2020), Prushchik A.V. (2019), Znamenskaya T.I. (2018). Совершенствованием формул расчета смыва почв путем более полного учета высоты склона занимались Olson K.R. (2020), Pena S. (2020), Lozbenev N. (2019), Golosov V.N. (2018). Вопросам уточнения диагностических признаков смытых и намытых почв и дальнейшего совершенствования методов почвенного картографирования овражно-балочных водосборных площадей уделяли внимание Жидкин А.П. (2021), Шарифулин А.Г. (2020), Tanasienko A.A. (2019), Кошовский Т.С. (2019), Khirov N. (2019).

Почвенный покров берегов и днищ балок до настоящего времени недостаточно изучен. Эти почвы принято называть эмбриональными, эродированными, размытыми и погребенными. Необходимо определить таксономический уровень эродированных, намытых и черноземовидных несмытых овражно-балочных почв начальных этапов образования. Смытые почвы выделяются на низшем уровне в классификационной схеме [1, 11, 12].

Целью нашего исследования было дальнейшее совершенствование классификации почв овражно-балочных комплексов на основе более полного учета их генетических особенностей, чаще всего определяющихся сменой элементов рельефа и фитоценозов. Для достижения поставленной цели были решены задачи: разработать новые почвенные таксоны и уточнить существующие путем оценки особенностей проявления антропогенной и геологической эрозии, а также различных стадий онтогенеза почв; уточнить диагностические признаки почв водосборных балочных площадей; опробовать модернизированную классификацию почв при почвенно-эрозионной съемке; рассчитать долю выделенных таксономических единиц в почвенном покрове по элементам рельефа и фитоценозам малого водосбора.

Объекты и методы

Объектом исследования послужила площадь водосбора Лога Репного. Это балка находится в Семилукско-Нижедевицком почвенно-эрозионном районе Воронежской области. В данном районе эродированные почвы составляют 19% почвенного покрова, почвы бортов балки – 6,8%, почвы днищ овражно-балочных комплексов – 3,8%, обнажения, оползи – 1,3% [8].

На территории водосборного бассейна преобладают склоны крутизной до 5°. Берега суходольной балки имеют в основном крутизну до 20°. Борты балки с большей крутизной встречаются на южной экспозиции (35°). Длина овражно-балочного комплекса вместе с отрогами составляет 3600 м. Густота расчленения площади водосбора 0,7 км/км². По обоим берегам овражно-балочный комплекс имеет по два отрога длиной от 200 до 500 м. На берегу балки северо-восточной экспозиции отроги сближаются своими отвершками на расстояние до 70 м. В результате чего наблюдается перехват стока талых и ливневых вод. Вершина балки двойная с многочисленными ответвлениями. В устьевой части балки расположен пересохший пруд длиной 220 м и шириной до 100 м. На днище балки существуют родники, складывающиеся в постоянный водный поток шириной до 1 м. В нижней части с северо-восточного берега наблюдаются семь действующих оползней площадью до 80 м². Вершины балки заросли кустарником.

Лог Репный имеет ледниковый возраст (Днепровское оледенение). Образование его начинается четыре стадии, т.к. в верхней части балки прослеживаются четыре бровки различной степени выраженности. К устьевой части бровки сглаживаются. Донные и береговые размыты имеют современное происхождение. Часть размытов начала зарастать, но их задернованная поверхность уничтожается в результате перевыпаса скота. Все ответвления оврагов окружены пятнадцатью противозрозионными валами. Один из противозрозионных валов в месте сближения двух отвершков был прорван, и в настоящее время образовался овраг, в котором наблюдается водобойная канава. Можно предположить, что в ближайшем будущем в результате роста оврага он соединится с соседним.

После этого часть водосборного бассейна (450 м²) будет отрезана от основной площади. В водобойной канаве описано обнажение горных пород глубиной более 6 м. Породы здесь сменяются сверху вниз от бурых суглинков до зеленоцветных глауконитовых песков и мелов туронского яруса.

Основными почвообразующими породами являются средний и тяжелый суглинок перигляциальной формации, средний и тяжелый суглинок проблематичного происхождения (покровный и делювиальный), тяжелый суглинок гляциальный днепровского возраста. На юго-западных бортах преобладает мел туронского возраста и его делювий.

При исследовании объекта применялись методы площадной почвенной съемки (М 1:2000, 1:5000), почвенно-геоморфологических профилей, изучение литологии, исследования водно-физических, физико-химических свойств почвы и др. С этой целью были заложены 446 почвенных разрезов, отобрано 468 почвенных образцов и описаны два обнажения горных пород.

Результаты и обсуждение

В формировании процессов эрозии и аккумуляции почв решающую роль играют различные фитоценозы. На сельскохозяйственных фитоценозах при наличии уклона простейшими педосферными процессами являются смыв и намыв-смыв [2, 3]. На естественных пастбищных фитоценозах бортов суходольной гидрографической сети преобладают денудация и делювиальный процессы, на подножье склонов овражно-балочных комплексов – отложение делювия и пролювия.

Степень эродированности, диагностически признаками которой являются уменьшение мощности и изменения свойств почв по сравнению с аналогом, мы предлагаем определять только на сельскохозяйственных фитоценозах и устанавливать на уровне вида почв (табл. 1). Сильносмытые почвы, в которых отсутствуют диагностические признаки типа и подтипа правильнее выделять на уровне рода почв. Переотложенные и погребенные почвы различной мощности образуются за напашными валами, лесополосами, в потяжинах на северной экспозиции склонов. Переотложение является

процессом, сопутствующим черноземообразованию, и поэтому устанавливается как подтип. В различной степени погребенные почвы располагаются под переотложенными, выделяются по репрезентативному признаку почвы на уровне почвенного рода [9].

Отложение, перемещение и накопление смываемого почвенного материала являются главными почвообразовательными процессами на естественном фитоценозе борта балки и вторичным на сельскохозяйственном фитоценозе склона. Следовательно денудационные, денудационно-делювиальные и делювиальные почвы характеризуются как тип в первом случае и как подтип во втором.

В зависимости от полноты формирования черноземообразовательного процесса почвы начальных этапов образования устанавливаются на ступени от типа до рода. Эмбриональные и зарождающиеся почвы не имеют типовых признаков черноземного процесса. Их диагностические признаки в основном зависят от свойств почвообразующих горных пород (табл. 1).

С целью визуализации выделенных авторами таксономических уровней признаков эрозии и аккумуляции (табл. 1) установлен состав почвенного покрова по элементам рельефа и фитоценозам и сформирована почвенная карта водосборного бассейна Лога Репного, полученные путем сплошного почвенного обследования, заложения почвенно-геоморфологических профилей и описания литологического состава горных пород, подтвержденных показателями лабораторных исследований образцов (рис. 1). При полном отсутствии уклона на равнине водосборного бассейна Лога Репного залегают черноземы мощностью более 80 см, которые на удалении 80-350 м от границы водосбора начинают изменяться под влиянием эрозионно-аккумулятивного и делювиально-денудационного процессов. Несмотря на то, что лесополосы занимают незначительную долю водосборной площади Лога Репного, они оказывают существенное влияние на эрозионно-аккумулятивные процессы. На склонах, лежащих ниже лесополос, смыв почв замедляется или полностью

Таксономические уровни генетических признаков почв балочного водосбора

Table 1

Taxonomic levels of genetic features of soils in the beam catchment area

Процесс (признак) I Process (sign)	Генетический признак почвы I Genetic trait of the soil	Уровень выделения; индекс I Selection level; index			
		тип I type	подтип I subtype	род I genus	вид I type
Смыв I Flush	смывтая I washed away	-	-	-	↓
Намыв I Inwash	намывная I inwash	-	-	-	∪
	намытая I washed up	-	Н I W	-	-
	погребенная I buried	-	-	Н+Х I W+X	-
Смыв-намыв I Flush-washed up	смыто-намытая I washed away-soaped	-	-	-	↓∪
Намыв-смыв I Washed up-flush	намыто-смывтая I soaped-washed away	-	-	-	∪↓
Делювиальный процесс I Deluvial process	делювиальная балочная I deluvial beam	Д I D	-	-	-
	делювиальная склоновая I deluvial slope	-	дел I del	-	-
Денудация I Denudation	эрозионная балочная I erosive beam	эр I er	-	-	-
	денудационная склоновая I denudation slope	-	ден I den	-	-
Делювиально-денудационный процесс I Deluvial-denudation process	делювиально-денудационная балочная I deluvial-denudation beam	ДД I DD	-	-	-
	делювиально-денудационная склоновая I deluvial-denudation slope	-	д-д I d-d	-	-
Аллювиальный процесс I Alluvial process	аллювиальная I alluvial	А I A	-	-	-
Аллювиально-делювиальный процесс I Alluvial-deluvial process	аллювиально-делювиальная I alluvial-deluvial	АД I AD	-	-	-
Онтогенез различных стадий I Ontogeny of various stages	первичная (эмбриональная) I primary (embryonic)	ПвIPm	-	-	-
	примитивная I primitive	ПмIPr	-	-	-
	слаборазвитая I poorly developed	СрIPo	-	-	-
	недоразвитая I underdeveloped	-	нед I und	-	-
	неполноразвитая I incompletely developed	-	-	неп I inc	-

Источник: собственные исследования авторов

Source: authors' own research

останавливается. Под лесополосами и на примыкающих участках склонов формируются намытые почвы. Борты балки северной экспозиции покрыты черноземными почвами, мощность которых зависит от соотношения делювиального и денудационных процессов. Почвообразование в этой зоне переноса почвенного материала идет по черноземному типу. Берега балки южной экспозиции по преимуществу занимают почвы ранних стадий онтогенеза. Днище овражно-балочного комплекса покрыто формирующимися делювиально-аллювиально-пролювиальными и делювиально-пролювиальными черноземами. Относительная молодость этих почв

объясняется наличием глубинного донного вреза и постоянным привнесом материала с бортов, склонов и дна. 3% водосборной площади занимает плато, 37% – приводораздельные склоны с крутизной 1-3°, 40% – прибалочные склоны с крутизной 3-7°. Берега балки занимают 12% водосбора Лога Репного, днище балки – 5%, овраги и оползни – 3%. 67% площади исследуемого водосборного бассейна распаханно. Пашня занимает водораздельную равнину, верхнюю и среднюю часть склонов с уклоном до 5°. Большой участок пастбища (12%), расположенный на северо-востоке площади водосбора,

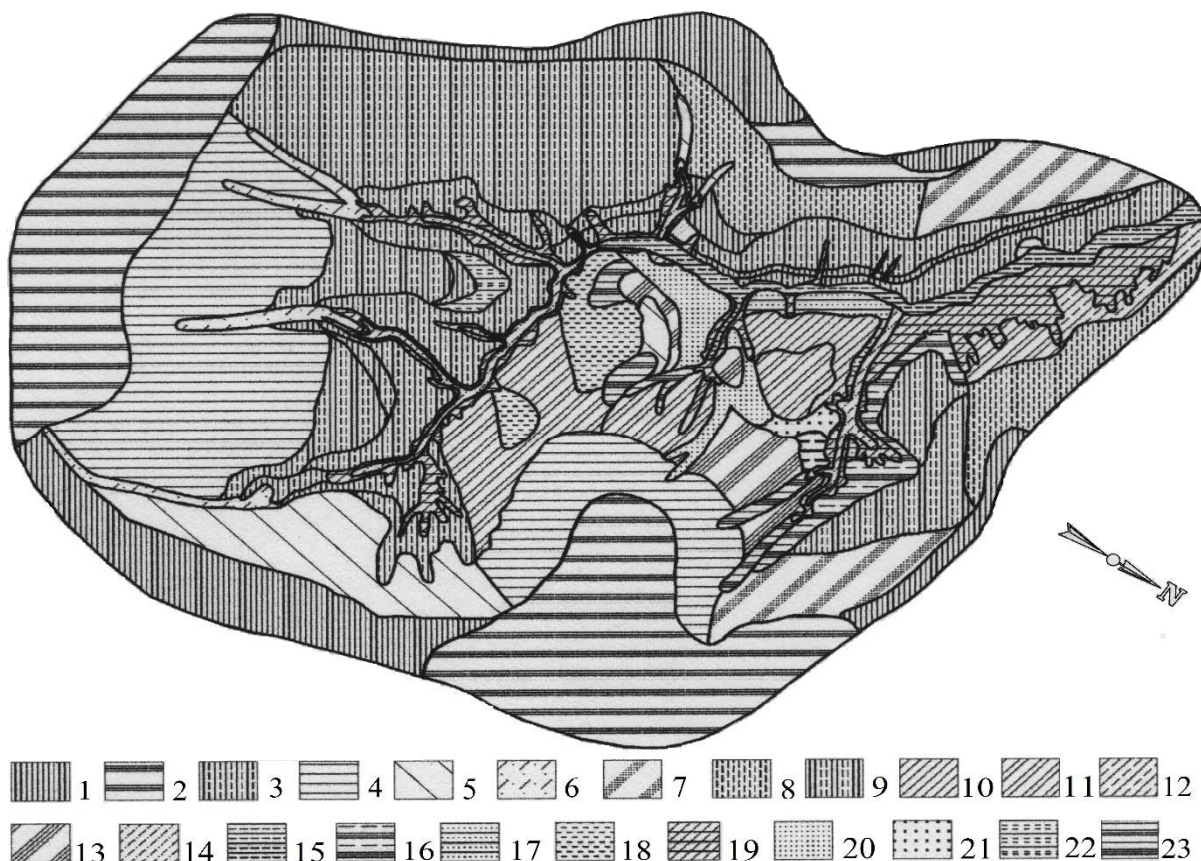


Рис. 1. Почвенный покров водосбора Лога Репного:

1 – чернозем (Ч) выщелоченный; 2 – Ч типичный; 3 – Ч денудационно-делювиальный склоновый; 4 – Ч карбонатный; 5 – Ч выщелоченный делювиально-денудационный; 6 – Ч карбонатный неполноразвитый; 7 – Ч типичный делювиально-денудационный намыто-смытый; 8 – Ч выщелоченный намыто-слабосмытый; 9 – Ч делювиально-денудационный карбонатный неполноразвитый среднесмытый; 10 – Ч выщелоченный делювиально-денудационный неполноразвитый супесчаный; 11 – Ч делювиально-денудационный карбонатный неполноразвитый; 12 – Ч выщелоченный делювиально-денудационный неполноразвитый; 13 – Ч неполноразвитый карбонатный; 14 – Ч делювиально-пролювиальный карбонатный недоразвитый; 15 – лугово-черноземная пролювиально-делювиально-аллювиальная карбонатная молодая; 16 – Ч денудационно-делювиальный молодой балочный; 17 – поверхностная черноземовидная денудационно-делювиальная выщелоченная; 18 – поверхностная черноземовидная денудационно-делювиальная балочная; 19 – первичная степная денудационная карбонатная; 20 – Ч молодой погребенный смытый под наносной черноземной выщелоченной почвой; 21 – Ч денудационно-делювиальный погребенный под наносной черноземной почвой; 22 – Ч денудационно-делювиальный молодой погребенный под наносной черноземной почвой; 23 – черноземная аллювиально-делювиальная

Figure 1. The soil cover of the catchment area of the Log Repny:

1 – leached chernozem (Ch); 2 – typical Ch; 3 – denudation-deluvial slope Ch; 4 – carbonate Ch; 5 – leached deluvial-denudation Ch; 6 – carbonate incomplete Ch; 7 – typical deluvial-denudation alluvial-washed Ch; 8 – leached alluvial-slightly washed Ch; 9 – deluvial-denudation carbonate incomplete medium-washed Ch; 10 – leached deluvial-denudation incomplete sandy loam Ch; 11 – deluvial-denudation carbonate incomplete Ch; 12 – leached deluvial-denudation incomplete Ch; 13 – incomplete carbonate Ch; 14 – deluvial-proluvial carbonate incomplete Ch; 15 – meadow-Ch proluvial-deluvial-alluvial carbonate young; 16 – denudation-deluvial young beam Ch; 17 – surface Ch-like denudation-deluvial leached; 18 – surface Ch-shaped denudation-deluvial beam; 19 – primary steppe denudation carbonate; 20 – young buried washed away Ch under alluvial Ch leached soil; 21 – denudation-deluvial buried Ch under alluvial Ch soil; 22 – denudation-deluvial young buried Ch under alluvial Ch soil; 23 – alluvial-deluvial Ch-soil

Источник: собственные исследования авторов

Source: authors' own research

распахивался более 90 лет назад. В настоящее время там сохранились остатки старой лесополосы. Земли под лесной растительностью (лесополосы) составляют 1% водосборной площади. Пастбища располагаются на берегах и днище балки и частично на прибалочных склонах (17%). 3% водосборной площади занимают обнажения горных пород.

Расчет доли предложенных авторами таксонов (табл. 1) в почвенном покрове балочных водосборов позволяет визуализировать установленные закономерности их распространения по различным элементам рельефа и фитоценозам (рис. 2). На плато под пашней преобладают несмытые (71%) и делювиально-денудационные несмытые почвы (22%).

На прибалочных частях склонов распространены делювиально-денудационные неполноразвитые и недоразвитые (57% площади прибалочных склонов) и смыто-намытые, намыто-смытые черноземы (22%). Слабо- и среднесмытые почвы занимают 9%, неполноразвитые – 7%, намытые и погребенные под ними почвы – 5% прибалочных склонов.

В балке «Лог Репный» преобладают черноземы делювиально-денудационные неполноразвитые и недоразвитые несмытые (48% от площади балки), распространенные на берегах северо-восточной экспозиции. Из них, наиболее часто встречаются неполноразвитые разности (41%). Отсутствие водной эрозии на балочных берегах объясняется влиянием противоэрозионной лесополосы, расположенной на бровке балки, а также сменой агрофитоценозов на естественные фитоценозы (пастбище). Прimitивные (26%) и слаборазвитые (10%) почвы встречаются на юго-западных берегах и молодых эрозионных поверхностях. Почвы днища балки представлены черноземами делювиально-пролювиальными, черноземно-луговыми аллювиально-делювиально-пролювиальными недоразвитыми и полноразвитыми почвами и занимают 16% площади балки (рис. 2). Почвы, не подверженные смыву и намыву, денудации и аккумуляции составляют 8% площади всего балочного водосбора. Почвы, формирующиеся под влиянием эрозионно-аккумулятивного процесса занимают 80% водосбора. Намытые и погребенные под ними почвы по-

крывают 2% этой площади, примитивные почвы – 5%, слаборазвитые – 2%, почвы днища балки, испытывающие воздействие аллювиального, делювиального и пролювиального привноса почвенного материала – 3%.

По гранулометрическому составу почвы водораздельного плато, склонов юго-западной экспозиции и днища балки относятся к среднесуглинистым. Содержание физической глины в верхнем горизонте колеблется от 35,4 до 42,6% (рис. 3). Почвы берега балки этой экспозиции являются легкосуглинистыми (табл. 2). Содержание физической глины составляет 20,6%. Это объясняется сменой почвообразующих пород. На водораздельном плато и склонах юго-западной экспозиции залегают средние и тяжелые суглинки перигляциальные, подстилаемые мелями туронского яруса. В нижней части склона эти суглинки подстилаются песками разнoзернистыми сеноман-альбского возраста. В средней и нижней части берега балки почвообразующими породами являются пески мелко- и среднезернистые сеноман-альбского яруса и пески крупнозернистые аптского возраста. На днище балки почвы формируются на балочном аллювии, подстилаемом верхнедевонской глиной.

Черноземы обыкновенные среднегумусные среднесуглинистые мощностью 85 см встречаются на равнине водосборного бассейна при полном отсутствии уклона местности, следовательно сноса и наноса почвы. В них обнаружено 6,5% гумуса, 121 мг/кг подвижного фосфора и 127 мг/кг обменного калия (табл. 2, разрез 199). Медиана содержания гумуса составляет 2,78%, азота общего 0,30% (рис. 4, 5, табл. 3, 4). В верхней части склона юго-западной экспозиции при равной скорости денудации и черноземообразования обнаружены черноземы денудационно-делювиальные обыкновенные. Мощность гумусового профиля этих почв уменьшается на 18 см, содержание гумуса на 0,14%, подвижного фосфора на 72,6 мг/кг, обменного калия на 5,1 мг/кг (разрез 13). Результаты статистической обработки подтверждают уменьшение медианы содержания гумуса на 0,37%. Этот разрез является

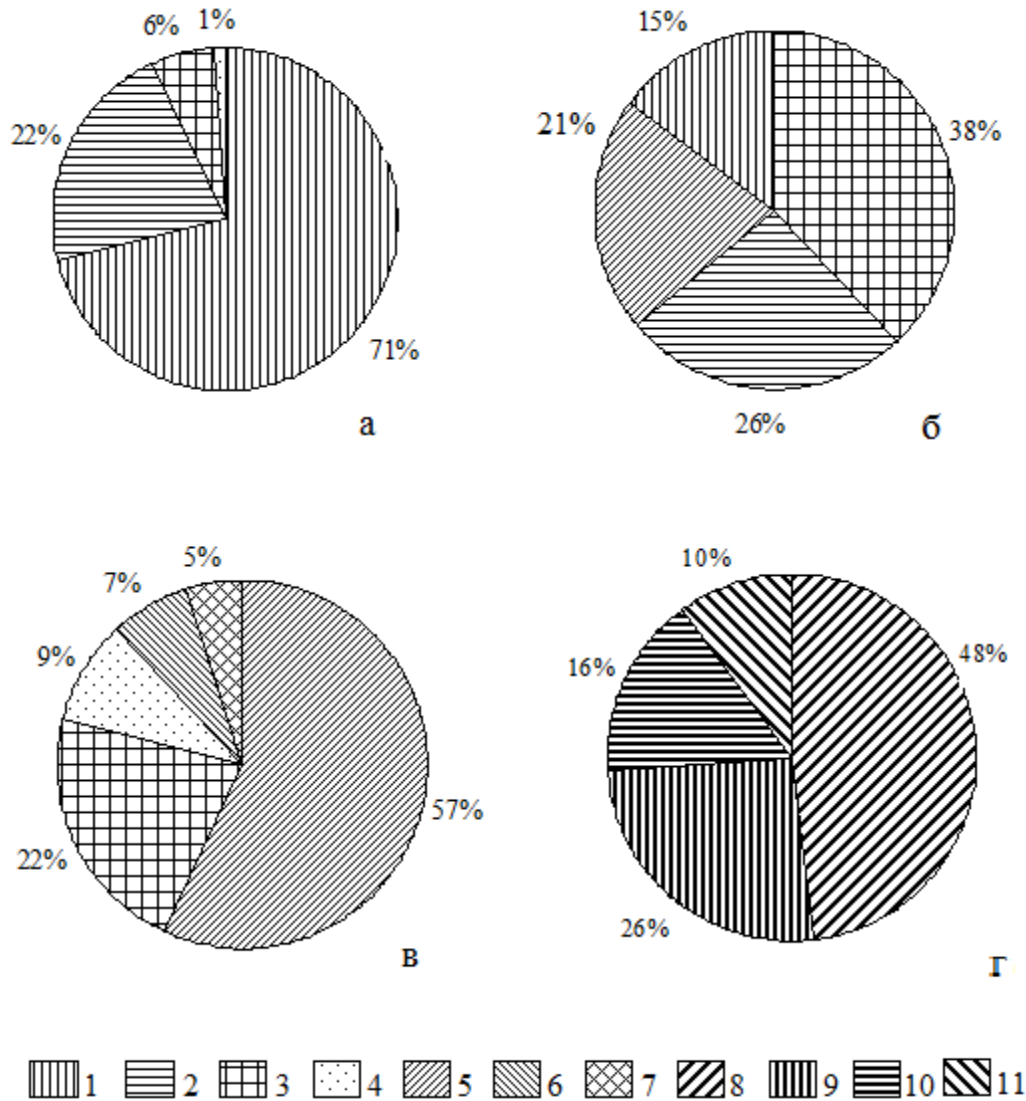


Рис. 2. Состав почвенного покрова по элементам рельефа и фитоценозам балочного водосбора:

а – плато (агрофитоценозы); б – приводораздельные склоны (агрофитоценозы); в – прибалочные склоны (агрофитоценозы); г – балка (естественные фитоценозы); 1 – несмытые почвы, 2 – делювиально-денудационные несмытые почвы, 3 – смыто-намытые, намыто-смытые почвы, 4 – смытые почвы, 5 – делювиально-денудационные неполноразвитые и недоразвитые почвы, 6 – неполноразвитые почвы, 7 – намытые и погребенные почвы, 8 – делювиально-денудационные неполноразвитые почвы балки, 9 – примитивные почвы, 10 – почвы днища балки, 11 – слаборазвитые почвы

Figure 2. The composition of the soil cover by relief elements and phytocenoses of the beam catchment area: а - plateau (agrophytocenoses), б - watershed slopes (agrophytocenoses), в - slopes adjacent to the beam (agrophytocenoses), г - beam (natural phytocenoses), 1 – unwashed soils, 2 – deluvial-denudation unwashed soils, 3 – washed-washed, washed-washed soils, 4 – washed soils, 5 – deluvial-denudation undeveloped and underdeveloped soils, 6 – undeveloped soils, 7 - washed and buried soils, 8 – deluvial-denudation undeveloped soils, 9 - primitive soils, 10 - soils beam bottoms, 11 – underdeveloped soils

Источник: собственные исследования авторов
Source: authors' own research

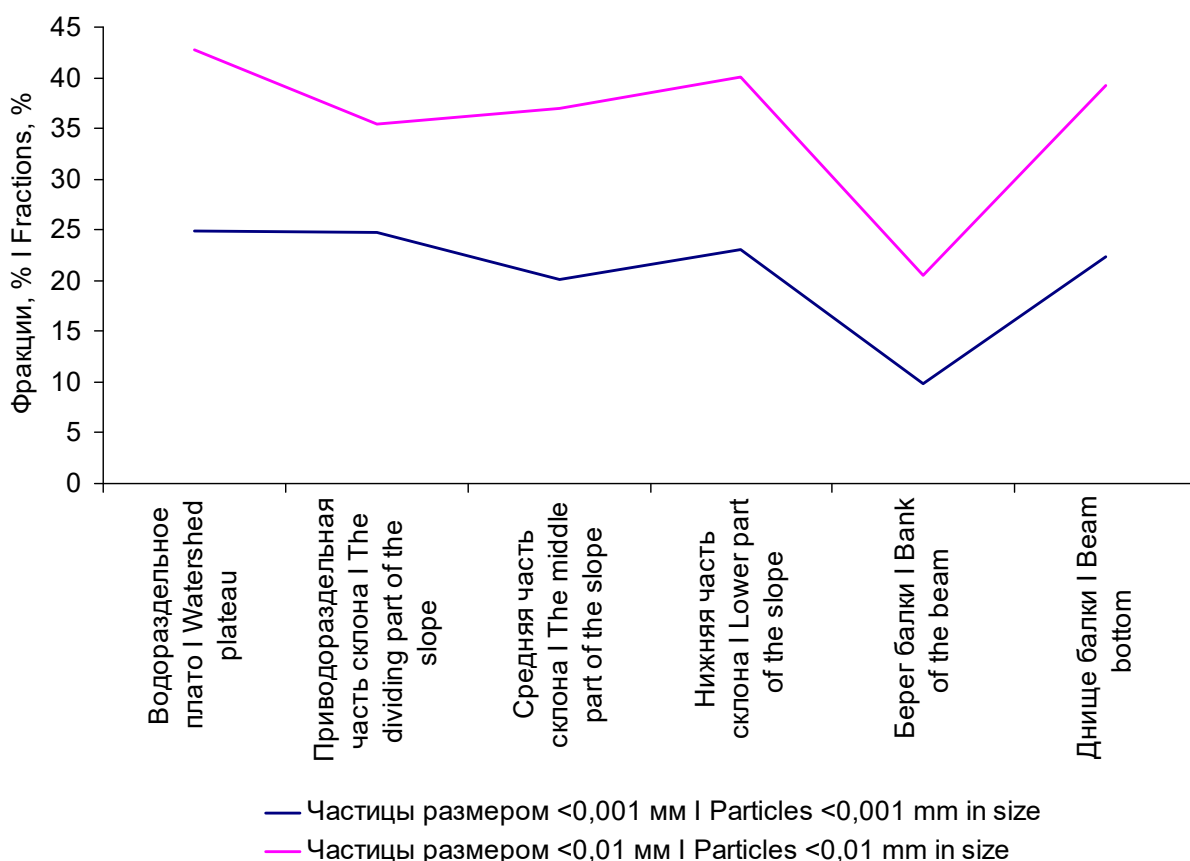


Рис. 3. Изменение содержания физической глины и ила в верхнем горизонте почв по элементам рельефа
 Figure 3. Changes in the content of physical clay and silt in the upper horizon of soils by relief elements
 Источник: собственная композиция авторов
 Source: author's composition

моделью незеродированной почвы для юго-западного берега. На приводораздельном склоне при уклоне 2° развивается некомпенсированный смыв, и формируются черноземы денудационно-делювиальные обыкновенные молодые (разрез 11). Мощность гумусового профиля этих почв на 6 см меньше, чем у эталона. Гумуса содержится 5,2%, азота общего 0,49%, фосфора подвижного 31 мг/кг, обменного калия 99 мг/кг. Наблюдается уменьшение медианы содержания гумуса на 1,47% по сравнению с водораздельным плато, медианы содержания азота общего на 0,20%. Омолаживание этих почв обусловлено близким залеганием мелов тулонского яруса. На прибалочном склоне, на участке транзита почвенного материала залегают черноземы оподзоленные денудационно-делювиальные

молодые (разрез 35). Мощность гумусового профиля в этих почвах 36 см, содержание гумуса 5,5%, подвижного фосфора 114 мг/кг, обменного калия 108 мг/кг. Поверхностные почвы борта овражно-балочного комплекса отличаются отсутствием горизонта АВ, очень маленькой мощностью горизонта А (14 см). Содержание гумуса в них 3,4%, валового азота 0,14%, подвижного фосфора 127 мг/кг, обменного калия 73 мг/кг. У подножия склона формируются черноземовидные аллювиально-делювиальные почвы. Мощность гумусового профиля почвы 248 см, содержание гумуса 6,3%, подвижного фосфора 423 мг/кг, обменного калия 52 мг/кг (разрез 51). Большая мощность и гумусность объясняются наличием аллювиального и делювиального процессов.

Таблица 2

Физико-химические свойства почв склона юго-западной экспозиции водосбора балки «Лог Репный»

Table 2

The physical-chemical properties of soils on the slope of the South-Western exposure of the beam "Log Repny" catchment area

№ разреза, индексы почвы I Section number, soil index	Горизонт I Horizon	Глубина образца, см I Sample depth, cm	Гумус I Humus		Подвижный фосфор I Mobile phosphorus	Обменный калий I Exchange potassium	pH		Гидролитическая кислотность I Hydrolytic acidity	Сумма поглощенных оснований I Sum of absorbed bases	Фракции, %; размерности, мм I Fractions, %; particle size, mm		
			%	мг/кг почвы I mg/kg of soil			солевой I salt	водной I water			мг-экв/100 г почвы I mg-eq/100 g of soil	<0,001	<0,01
Водораздельное плато; зона отсутствия эрозии и аккумуляции; пашня I Watershed plateau; zone of absence of erosion and accumulation; arable land; typical powerful medium humus loamy typical chernozem													
199 Ч _{ТIII} 4 ^c	А _{пах}	0-22	6,54	0,62	121,1	126,6	5,50	6,37	2,95	31,48	24,7	42,6	
	A	30-40	5,79	0,52	104,4	121,7	5,68	6,48	2,13	30,59	25,2	43,1	
	AB	59-69	3,84	0,30	65,4	90,2	6,16	7,05	0,82	34,62	25,3	42,9	
	B	89-99	1,72	0,29	10,3	135,0	-	8,17	-	-	18,2	38,5	
	BC	111-121	0,80	0,16	7,3	101,3	-	8,28	-	-	22,9	42,1	
	C	141-151	0,00	0,03	6,7	46,4	-	8,30	-	-	24,4	45,6	
Приводораздельная часть склона; зона отсутствия эрозии и аккумуляции; пашня I The dividing part of the slope; the zone of absence of erosion and accumulation; arable land; deluvial-denudation medium-sized medium humus loamy chernozem													
13 Ч _{д-д III} 4 ^c	А _{пах}	0-22	6,40	0,71	48,5	121,5	-	8,24	-	-	24,7	35,4	
	A	25-35	5,97	0,62	18,5	96,3	-	8,25	-	-	25,0	37,1	
	AB	51-61	3,48	0,11	13,1	89,1	-	8,29	-	-	27,2	35,6	
	B	67-77	1,33	0,07	8,3	81,5	-	8,38	-	-	30,8	34,1	
	BC	81-91	0,37	0,03	7,0	72,2	-	8,43	-	-	31,6	32,0	
	C	110-120	0,00	0,00	5,9	69,3	-	8,40	-	-	32,7	34,1	
Средняя часть склона; зона преобладающей эрозии; многолетняя залежь I The middle part of the slope; zone of predominant erosion; perennial deposit; deluvial-denudation carbonate incomplete low-sized low-humus loamy chernozem													
11 Ч _{д-д неп III} 3	A	16-26	5,22	0,49	30,6	98,7	-	8,21	-	-	20,1	37,0	
	AB	39-49	3,41	0,18	17,3	81,5	-	8,18	-	-	20,9	41,2	
	B	54-64	1,31	0,10	14,9	12,0	-	8,27	-	-	20,7	45,9	
	BC	74-84	0,75	0,06	5,2	9,6	-	8,25	-	-	11,1	30,5	
	C	104-114	0,00	0,00	5,0	9,1	-	8,51	-	-	9,0	33,1	
Нижняя часть склона; зона транзита материала; многолетняя залежь I Lower part of the slope; material transit zone; long-term deposit; leached deluvial-denudation underdeveloped shortened low-humus medium loamy chernozem													
35 Ч _{д-д в неп III} 3 ^c	A	6-16	5,52	0,40	113,7	108,	6,31	7,70	0,68	21,10	23,0	40,1	
	AB	24-34	3,42	0,24	138,2	74,2	6,24	6,62	0,72	18,32	26,2	40,0	
	B	39-49	1,38	0,09	133,9	74,3	6,05	6,83	0,93	16,94	22,9	33,9	
	BC	79-89	0,80	0,06	136,6	73,8	5,6	6,79	1,24	12,23	19,3	30,2	
	C	129-139	0,00	0,03	144,1	74,0	5,58	6,60	2,01	6,92	16,8	20,4	

Окончание табл. 2
End of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Берегбалки; зонапреимущественнойденудации; пастбище I Bank of the beam; zone of preferential denudation; underdeveloped chernozem-like deluvial-denudation leached light loamy soil												
43 СрЧДД ^л	A	3-13	3,41	0,14	126,6	72,5	6,06	6,72	1,22	12,73	9,8	20,6
	B	16-26	1,46	0,10	142,1	79,4	5,43	6,30	1,01	10,25	9,4	14,6
	BC	36-46	0,70	0,06	174,8	87,1	5,54	6,35	1,00	6,86	7,6	14,4
	C	101-111	0,00	0,03	196,3	88,1	5,59	6,40	0,98	5,22	2,9	15,3
Днище балки; зона преимущественной аккумуляции; пастбище I Beam bottom; preferential accumulation zone; chernozem alluvial-deluvial leached heavy-duty medium-humus medium loamy soil												
51 ЧАД вIII с 4	A	54-64	6,34	0,58	423,1	51,8	6,10	7,01	0,43	22,71	22,3	39,2
	A	121-131	4,18	0,20	78,2	49,2	4,90	5,88	1,24	25,34	21,9	40,8
	AB	211-221	2,20	0,14	37,5	47,1	5,48	6,31	1,25	29,62	22,8	37,2
	B	273-283	1,25	0,10	15,6	132,6	6,42	7,29	-	-	22,2	30,6
	BC	288-298	0,48	0,05	10,8	110,8	6,62	7,78	-	-	18,0	30,4

Источник: собственные исследования авторов
Source: authors' own research

при n=31 (табл. 5). Связь между этими показателями сильная, зависимость содержания азота общего от содержания гумуса прямая. Степень тесноты

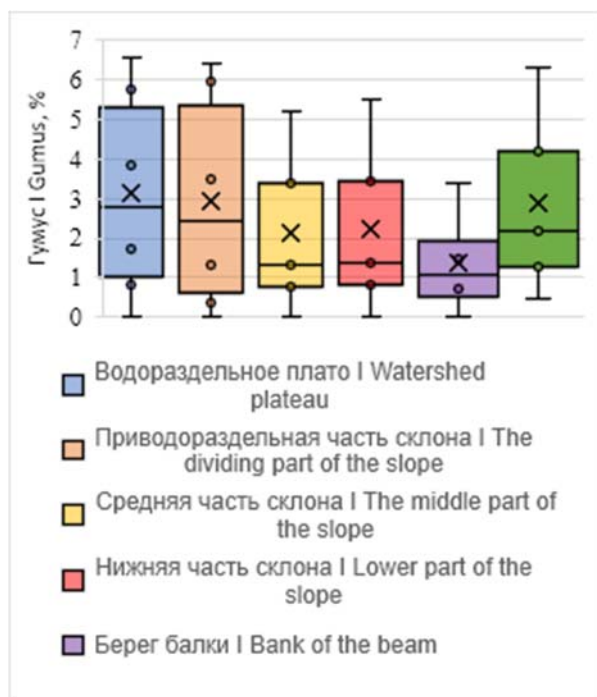


Рис. 4. Содержание гумуса по различным элементам рельефа

Figure 4. Humus content for various relief elements
Источник: собственные экспериментальные данные
Source: own experimental data

Коэффициент корреляции Пирсона для содержания гумуса и содержания азота общего составляет 0,93

Таблица 3

Статистическая обработка результатов анализа содержания гумуса

Table 3

Statistical processing of humus content analysis results

	Водораздельное плато I Watershed plateau	Приводораздельная часть склона I The dividing part of the slope	Средняя часть склона I The middle part of the slope	Нижняя часть склона I Lower part of the slope	Берегбалки I Bank of the beam	Днищебалки I Beam bottom
Min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
Q1	1,04	0,61	0,75	0,80	0,53	1,25
Медиана	2,78	2,41	1,31	1,38	1,08	2,20
Q3	5,29	5,36	3,41	3,42	1,95	4,18
Max	6,56	6,40	5,22	5,52	3,41	6,34

Источник: собственные экспериментальные данные

Source: own experimental data

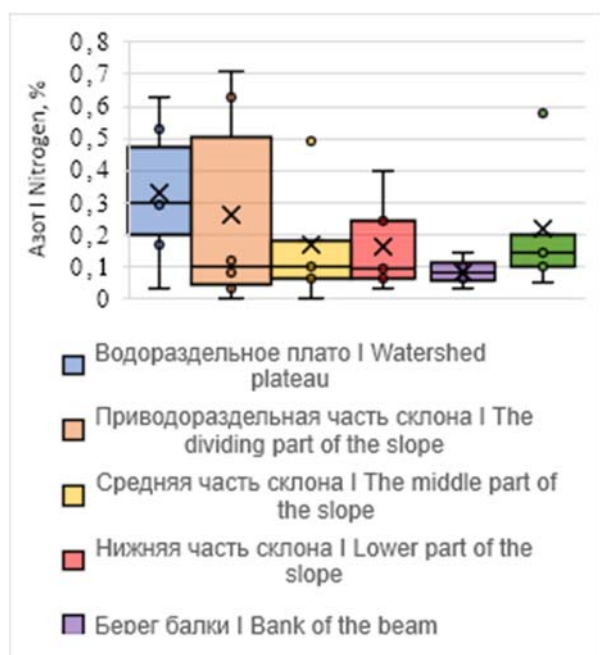


Рис. 5. Содержание азота по различным элементам рельефа

Figure 5. Nitrogen content for various relief elements
 Источник: собственные экспериментальные данные
 Source: own experimental data

Таблица 4

Статистическая обработка результатов анализа содержания азота общего

Table 4

Statistical processing of common nitrogen content analysis results

	Водораздельное плато Watershed plateau	Приводораздельная часть склона The dividing part of the slope	Средняя часть склона The middle part of the slope	Нижняя часть склона Lower part of the slope	Берег балки Bank of the beam	Днище балки Beam bottom
Min	0,03	0,00	0,00	0,03	0,03	0,05
Q1	0,20	0,04	0,06	0,06	0,05	0,10
Медиана	0,30	0,10	0,10	0,09	0,08	0,14
Q3	0,48	0,50	0,18	0,24	0,11	0,20
Max	0,63	0,71	0,49	0,40	0,14	0,58

Источник: собственные экспериментальные данные
 Source: own experimental data

Таблица 5

Коэффициент корреляции Пирсона между содержанием гумуса и основными физико-химическими показателями исследованных почв

Table 5

Pearson correlation coefficient between humus content and the main physical-chemical parameters of the studied soils

Показатели Features	Гумус Humus
Азот общий Common nitrogen	0,929
Подвижный фосфор некарбонатных почв Mobile phosphorus of non-carbonate soils	0,144
Подвижный фосфор карбонатных почв Mobile phosphorus of carbonate soils	0,849
Обменный калий некарбонатных почв Exchange potassium of non-carbonate soils	0,329
Обменный калий карбонатных почв Exchange potassium of carbonate soils	0,418
Физическая глина Physics clay	0,427
Илистая фракция Muddy fraction	0,297

Источник: собственные экспериментальные данные
 Source: own experimental data

между содержанием гумуса и содержанием подвижного фосфора в карбонатных образцах почвы высокая ($r=0,85$ при $n=16$). В некарбонатных почвах обнаружена очень слабая зависимость между содержанием гумуса и содержанием подвижного фосфора ($r=0,14$ при $n=15$). Это объясняется повышенным содержанием фосфора в почвообразующих породах в нижней части склона и на берегу балки, что приводит к увеличению его содержания вниз по профилю почвы. Между содержанием гумуса и обменного калия существует корреляционная связь умеренной силы. Для карбонатной почвы $r=0,42$. Для некарбонатной почвы $r=0,33$. Связь между содержанием гумуса и содержанием илистой фракции слабая и определяется коэффициентом корреляции $r=0,30$ при $n=31$. Обнаружено, что существует корреляционная зависимость умеренной тесноты между содержанием гумуса и содержанием физической глины в исследуемых почвах ($r=0,43$ при $n=31$).

Выводы

В условиях водосборных площадей балок Центрального Черноземья особенности почвенного покрова и свойства почв изменяются по элементам рельефа (плато, склон, берег и днище балки) в зависимости от фитоценозов. Почвы, не подверженные смыву и намыву, денудации и аккумуляции составляют 8% площади всего балочного водосбора, занимают плато и встречаются на прилегающих частях склонов. На удалении 80-350 м от границы водосборной площади они начинают испытывать влияние эрозионно-аккумулятивных процессов. На большей части водосборной площади «Лога Репного» почвы формируются под влиянием одновременного воздействия процессов эрозии и аккумуляции. Эти почвы составляют всего 80% от водосборной площади. Под влиянием лесополос происходит замедление или приостановка эрозии почв на прилежащих участках склонов и формирование процесса аккумуляции почвенного материала.

Намытые и погребенные под ними почвы встречаются на границе пашни и пастбища, под лесополосами и составляют 2% этой площади. Почвы ранних стадий онтогенеза (примитивные и

слаборазвитые) распространены на берегах балки южной экспозиции и занимают 7% площади водосбора «Лога Репного». Аллювиально-делювиально-пролювиальные почвы днища балки покрывают 3% водосбора.

При высокой степени расчлененности территории овражно-балочной сетью особенности почвенного покрова и свойства почв определяются не только зональными факторами почвообразования, но также интенсивностью, характером и соотношением процессов эрозии и аккумуляции. Целесообразно выделять степень смыва почв на видовом уровне, степень погребения на родовом, степень намыва на уровне подтипа почв под агрофитоценозами. Почвы ранних стадий онтогенеза рассматриваются на типовом (первичные, примитивные, слаборазвитые), подтиповом (недоразвитые) и родовом уровне (неполноразвитые). Признаки делювиального и денудационного процесса позволяют обособить отдельный тип почвы под естественными фитоценозами в балке и подтип на приводораздельном склоне под агрофитоценозами.

Список литературы

1. Девятова Т. А., Божко С. Н., Крамарева Т. Н. Влияние эрозионно-аккумулятивных процессов на почвенный покров и свойства почв малых водосборов юго-восточной части Среднерусской возвышенности // Известия ТСХА. 2018. Вып. 5. С. 5-17. DOI: <http://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-5-5-17>.
2. Девятова Т. А., Божко С. Н., Горбунова Ю. С. Изменение поглотительной способности почв по элементам рельефа балочных водосборов ЦЧР. Сорбционные и хроматографические процессы. Воронеж, 2020. Т. 20. №3. С. 385-392. DOI: <http://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2875>.
3. Девятова Т. А., Иванов В. Д., Божко С. Н., Королев В. А. Экология и природопользование: словарь-справочник. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. 485 с. ISBN: 978-5-9273-2562-7. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37087856>
4. Жидкин А. П., Смирнова М. А., Геннадиев А. Н. (и др.) Цифровое моделирование строения и степени эродированности почвенного покрова (Пороховский район Белгородской области). Почвоведение. 2021; 1: 17-30. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0032180X21010159>.
5. Кошовский Т. С., Жидкин А. П., Геннадиев А. Н., Иванова Н. Н. Диагностика, генезис и локализация педоседиментов в пределах малого водосбора (Среднерусская возвышенность). Почвоведение. 2019; 5: 529–543. DOI: <http://doi.org/10.1134/S0032180X19050058>.
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 864 с. Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/880/Госдоклад-2020.pdf>

7. Танасиенко А. А., Чумбаева С., Якутина О. П., Филимонова Д. А. Весенний дефицит влаги в профиле эродированных черноземов в зависимости от увлажнения территории юго-востока Западной Сибири. Почвоведение. 2019; 8: 935-945. DOI: <http://doi.org/10.1134/S0032180X19080148>.
8. Чалов Р. С., Беркович К. М., Ларионов Г. А., Литвин Л. Ф. Учение об эрозионно-русловых системах и их составляющих: теория, история формирования, практика. Геоморфология. 2019; 2: 95-107. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0435-42812019295-108>.
9. Шарифуллин А. Г., Гафуров А. М., Голосов В. Н. (и др.) Динамика современной овражной эрозии на пахотных землях западного Предкамья республики Татарстан. География и природные ресурсы. 2020; 3: 3–63. DOI: [http://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-3\(55-63\)](http://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-3(55-63)).
10. Якутина О. П. Валовый фосфор в профиле почвоконусах выноса пахотных залежных участков эрозионноопасного склона юге Западной Сибири. Проблемы агрохимии и экологии. 2020; 3: 51-55. DOI: <http://doi.org/10.26178/AE.2020.20.32.001>.
11. Chumbaeva S., Tanasienko A. A. Measurement and Assessment of Snowmelt Erosion in Western Siberia. *Advances in Understanding Soil Degradation*. 2021. pp. 181-205. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-030-85682-3_7.
12. Golosov V. N., Litvin L. F., Chizhikova N. A. (et al.) Recent trend of erosion rates in the southern half of the Russian plain. *Soil and water resources protection in the changing environment*. 2018. V. 45. pp. 54–64. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/117549971/?ysclid=l6w5462yq171901240>.
13. Khиров N., Smirnova M., Lozbenev N. (et al.) Soil cover patterns in the forest-steppe and steppe zones of the East-European plain. *Soil Science Annual*. 2019. V. 70, №3. pp. 198–210. DOI: <http://doi.org/10.2478/ssa-2019-0018>.
14. Lozbenev N., Smirnova M., Bocharnikov M., Kozlov D. Digital Mapping of Habitat for Plant Communities Based on Soil Functions: A Case Study in the Virgin Forest-Steppe of Russia // *Soil Systems*. 2019. V. 19, №3. DOI: <http://doi.org/10.3390/soilsystems3010019>.
15. Olson K. R., Gennadiev A. N. Dynamics of Soil Organic Carbon Storage and Erosion due to Land Use Change (Illinois, USA). *Eurasian Soil Science*. 2020. V. 53. №4, pp. 436-445. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229320040122>.
16. Pena S., Abreu M., Magalhães M., Cortez N. Water erosion aspects of land degradation neutrality to landscape planning tools at national scale // *Geoderma*. 2020. V. 363. P. 1–15. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114093>.
17. Prushchik A. V., Sukhanovskii Y. P., Vytovtov V. A., Titov A. G. Rainfall simulation as an express-method for studying soil water erosion. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2019. V. 148. pp. 163-169. DOI: <http://doi.org/10.25684/NBG.scbook.148.2019.17>.
18. Tanasienko A. A., Chumbaeva S., Yakutina O. P. (et al.) Rainfall patterns associated with runoff and erosion levels in West-Siberian Chernozems. *Soils and environment*. 2021. V. 4. №2. pp. 1-13. DOI: <http://doi.org/10.31251/pos.v4i2.145>.
19. Tanasienko A. A., Chumbaeva S., Yakutina O. P., Filimonova D. A. The Impact of Climatic Humidity of the Southeastern Part of Western Siberia on Spring Deficit of Moisture in the Profiles of Eroded Chernozems. *Eurasian Soil Science*. 2019; 52(8): pp. 935-944. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229319080143>.
20. Znamenskaya T. I., Vanteeva Yu. V., Solodyankina S. V. Factors of the Development of Water Erosion in the Zone of Recreation Activity in the Ol'khon Region. *Eurasian Soil Science*. 2018. V. 51. №2. pp. 228–235. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229318020151>.

References

1. Devyatova T. A., Bozhko S. N., Kramareva T. N. Influence of erosion-accumulative processes on soil cover and soil properties of small catchments of the southeastern part of the Central Russian upland. *Izvestiya TSKHA*. 2018. Issue 5. pp. 5-17. DOI: <http://doi.org/10.26897/0021-342X-2018-5-5-17>.
2. Devyatova T. A., Bozhko S. N., Gorbunova Y. S. Change in the absorption capacity of soils according to the relief elements of the girder catchments of the Central Chernozem region. *Sorption and chromatographic processes*. Voronezh, 2020. Vol. 20. №3. pp. 385-392. DOI: <http://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2875>.
3. Devyatova T. A., Ivanov V. D., Bozhko S. N., Korolev V. A. *Ecology and nature management: dictionary-reference*. Voronezh: VSU Publishing House, 2018. 485 p. ISBN: 978-5-9273-2562-7. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37087856>
4. Zhidkin A. P., Smirnova M. A., Gennadiev A. N. (et al.) Digital modeling of the structure and degree of erosion of the soil cover (Porkhovsky district of the Belgorod region). *Soil science*. 2021; 1: 17-30. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0032180X21010159>.
5. Koshovsky T. S., Zhidkin A. P., Gennadiev A. N., Ivanova N. N. Diagnostics, Genesis, and Localization of Pedosediments within a Small Catchment (Central Russian Upland). *Soil science*. 2019; 5: 529–543. DOI: <http://doi.org/10.1134/S0032180X19050058>.
6. On the state and environmental protection of the Russian Federation in 2020: State Report. Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2021. 864 p. URL: <https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/880/Госдоклад-2020.pdf>
7. Tanasiyenko A. A., Chumbaev A. S., Yakutina O. P., Filimonova D.A. Spring moisture deficiency in the profile of eroded chernozems depending on the moistening of the territory of the south-east of Western Siberia. *Soil science*. 2019; 8: 935-945. DOI: <http://doi.org/10.1134/S0032180X19080148>.
8. Chalov R. S., Berkovich K. M., Larionov G. A., Litvin L. F. The doctrine of erosion-channel systems and their components: theory, history of formation, practice. *Geomorphology*. 2019; 2: 95-107. DOI: <http://doi.org/10.31857/S0435-42812019295-108>.
9. Sharifullin A. G., Gafurov A. M., Golosov V. N. (et al.) The dynamics of modern gully erosion on arable lands of the Western Pre-Kama region of the Republic of Tatarstan. *Geography and natural resources*. 2020; 3: 53-63. DOI: [http://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-3\(55-63\)](http://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-3(55-63)).
10. Yakunina O. P. Gross phosphorus in the soil profile and removal cones of arable and fallow areas of an erosively dangerous slope in the south of Western Siberia. *Problems of agrochemistry and ecology*. 2020; 3: 51-55. DOI: <http://doi.org/10.26178/AE.20.32.001>.
11. Chumbaev A. S., Tanasiyenko A. A. Measurement and Assessment of Snowmelt Erosion in Western Siberia. *Advances in Understanding Soil Degradation*. 2021. pp. 181-205. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-030-85682-3_7.
12. Golosov V. N., Litvin L. F., Chizhikova N. A. (et al.) Recent trend of erosion rates in the southern half of the Russian plain. *Soil and water resources protection in the changing environment*. 2018. V. 45. pp. 54–64. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/117549971/?ysclid=l6w5462yq171901240>.
13. Khiron N., Smirnova M., Lozbenev N. (et al.) Soil cover patterns in the forest-steppe and steppe zones of the East-European plain. *Soil Science Annual*. 2019. V. 70, №3. pp. 198–210. DOI: <http://doi.org/10.2478/ssa-2019-0018>.
14. Lozbenev N., Smirnova M., Bocharnikov M., Kozlov D. Digital Mapping of Habitat for Plant Communities Based on Soil Functions: A Case Study in the Virgin Forest-Steppe of Russia // *Soil Systems*. 2019. V. 19, №3. DOI: <http://doi.org/10.3390/soilsystems3010019>.
15. Olson K. R., Gennadiev A. N. Dynamics of Soil Organic Carbon Storage and Erosion due to Land Use Change (Illinois, USA). *Eurasian Soil Science*. 2020. V. 53. №4, pp. 436-445. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229320040122>.

16. Pena S., Abreu M., Magalhães M., Cortez N. Water erosion aspects of land degradation neutrality to landscape planning tools at national scale // *Geoderma*. 2020. V. 363. P. 1–15. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114093>.
17. Prushchik A. V., Sukhanovskii Y. P., Vytovtov V. A., Titov A. G. Rainfall simulation as an express-method for studying soil water erosion. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2019. V. 148. pp. 163-169. DOI: <http://doi.org/10.25684/NBG.scbook.148.2019.17>.
18. Tanasienko A. A., Chumbaev A. S., Yakutina O. P. (et al.) Rainfall patterns associated with runoff and erosion levels in West-Siberian Chernozems. *Soils and environment*. 2021. V. 4. №2. pp. 1-13. DOI: <http://doi.org/10.31251/pos.v4i2.145>.
19. Tanasienko A. A., Chumbaev A. S., Yakutina O. P., Filimonova D. A. The Impact of Climatic Humidity of the Southeastern Part of Western Siberia on Spring Deficit of Moisture in the Profiles of Eroded Chernozems. *Eurasian Soil Science*. 2019; 52(8): pp. 935-944. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229319080143>.
20. Znamenskaya T. I., Vanteeva Yu. V., Solodyankina S. V. Factors of the Development of Water Erosion in the Zone of Recreation Activity in the Ol'khon Region. *Eurasian Soil Science*. 2018. V. 51. №2. pp. 228–235. DOI: <http://doi.org/10.1134/S1064229318020151>.

Сведения об авторах

Девятлова Татьяна Анатольевна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, 1, г. Воронеж, Российская Федерация, 394036, e-mail: devyatova@bio.vsu.ru.

✉ *Божко Светлана Николаевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, 1, г. Воронеж, Российская Федерация, 394036, e-mail: Sveta19691@yandex.ru.

Горбунова Юлия Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, 1, г. Воронеж, Российская Федерация, 394036, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru.

Яблонских Лидия Александровна – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и земельных ресурсов ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Университетская площадь, 1, г. Воронеж, Российская Федерация, 394036, e-mail: lidij-jblonskikh@yandex.ru.

Information about the authors

Tatyana A. Devyatova – doctor of biological science, the professor, head of the Department of ecology and land resources of the FSBEI HE Voronezh State University, University Square, 1, Voronezh, Russian Federation, 394036, e-mail: devyatova@bio.vsu.ru.

✉ *Svetlana N. Bozhko* – candidate of agricultural sciences, associate professor of the Department of ecology and land resources of the FSBEI HE Voronezh State University, University Square, 1, Voronezh, Russian Federation, 394036, e-mail: Sveta19691@yandex.ru.

Yulia S. Gorbunova – candidate of biological sciences, associate professor of the Department of ecology and land resources of the FSBEI HE Voronezh State University, University Square, 1, Voronezh, Russian Federation, 394036, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru.

Lidiya A. Yablonskikh – doctor of biological science, the professor of the Department of Ecology and Land Resources of FSBEI HE Voronezh State University, University Square, 1, Voronezh, Russian Federation, 394036, e-mail: lidij-jblonskikh@yandex.ru.

✉ Для контактов / Corresponding author