

УДК 631.6.02

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ НА ЮГО-ЗАПАДЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 г. Н. И. Рудик¹, И. Ю. Савин^{2,3*}, Д. Л. Голованов^{1,2},
Б. С. Габдуллин¹

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Россия,
119991, Москва, Ленинские Горы, 1, e-mail: rudik-n@list.ru

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия,
119017, Москва, Пыжжевский пер., 7, стр. 2

* <https://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savigory@gmail.com

³Белгородский государственный университет, Россия,
308015, Белгород, ул. Победы, 85

Поступила в редакцию 08.10.2018, после доработки 27.10.2018,
принята к публикации 12.03.2019

На основе анализа спутниковых данных Landsat 5 были исследованы процессы изменений почв с 1991 г. по 2011 г. включительно на тестовом участке, расположенном на юго-западе Белгородской области. В результате проведенных исследований установлено, что, несмотря на высокую степень хозяйственного использования, доля почв, свойства которых изменились за последние 20 лет, в общей площади полигона невелика: эрозионный статус почв изменился на площади не более 1 % от общей площади территории, а дегумификация почв на субгоризонтальных поверхностях – не более чем на 2 % территории исследований. Первое место среди процессов принадлежит увеличению содержания гумуса в почвах, которое отмечается на 5.6 % исследованной территории. Выявленная направленность изменений почв может быть обусловлена спецификой сельскохозяйственного землепользования.

Ключевые слова: мониторинг почвенного покрова, эрозия почв, спектральная отражательная способность почв, Landsat 5.

DOI: 10.19047/0136-1694-2019-96-47-63

ВВЕДЕНИЕ

Белгородская область обладает богатыми почвенными ресурсами, отличающимися высоким плодородием. Широко распространены в регионе черноземные почвы, доля которых на территории области составляет более 70 % почвенного покрова, при-

годны в агрономическом отношении для выращивания зерновых, технических и многих других сельскохозяйственных культур. Посевные площади в Белгородской области занимают до 1 449.3 тыс. га – 1.8 % от общих посевных площадей России. По данным информационного агентства “bel.ru”, в 2014 г. Белгородская область стала первой в ЦФО по урожайности зерновых культур и второй по этому показателю – в России (<http://bel.ru>).

Эрозия почв, наряду с дегумификацией, относится к одним из наиболее распространенных видов деградации почвенного покрова региона. Эти явления наносят непоправимый экологический ущерб и приводят к отрицательным экономическим последствиям, ставя под угрозу само существование почвы как основной составляющей сельскохозяйственного производства. Надо принять во внимание, что территория Белгородской области является самой эродированной среди всех областей ЦЧР. По данным на 2011 г., площадь эродированных почв составила 53.6 % площади всего региона ([Уваров, 2010](#)).

Кроме эрозии, в Белгородской области в значительных масштабах присутствуют и иные почвенные деградационные процессы: дегумификация, агроистощение, подкисление. Общая площадь деградированных пахотных почв в области составляет 952 468 га ([Лукин, 2016](#)). Вследствие совокупности факторов, к которым относятся особенности рельефа, климата, характер почвообразующих пород и неравномерное антропогенное воздействие, явление почвенной эрозии получило широкое распространение на территории Белгородской области. Ливневый характер осадков, выпадающих на территории, распашка кормовых угодий, игнорирование проведения противозерозионных мероприятий, обуславливают проявление водной эрозии на территории области. Но эти проявления носят не повсеместный характер.

Таким образом, оценка состояния почвенного покрова и почвенно-эрозионных процессов территории является крайне актуальной задачей на сегодняшний момент, так как большая часть земель области является землями сельскохозяйственного назначения, и экономическое благополучие региона напрямую зависит от плодородия и состояния почвенных ресурсов. Более того, наблюдающийся в последние годы рост интенсификации сельскохозяй-

ственного производства в регионе также обуславливает актуальность оценки экологических последствий этого вида деятельности.

Традиционный подход к оценке степени деградации почв основывается на интегральном принципе, включающем в себя анализ состояния почв по агрофизическим показателям, эрозионной опасности, физико-химическим, биохимическим и гидрогеохимическим показателям ([Ковалев, 2015](#)). Классические методы диагностики почвенных эрозионных процессов используют показатели расчлененности территории, уменьшение гумусированности и мощности почвенного профиля, скорость смыва ([Вознесенский, 1936](#); [Ларионов, Литвин, 1984](#); [Егоров, 2009](#)). Однако развитие технологий в области картографии и смежных наук в последние годы диктует необходимость создания новых методов, направленных на решение задач мониторинга почвенно-эрозионных процессов и количественной оценки деградации почв на больших по площади территориях, базирующихся на дешифрировании спутниковых данных, или данных, получаемых с БПЛА ([Siakeu, Oguchi, 2000](#); [Vrieling, 2006](#); [Гафуров, 2017](#); [Каштанов и др., 2018](#)). Использование многолетнего архива спутниковых данных Landsat позволяет оценить пространственно-временные изменения почвенных процессов на основе изменения цветовых характеристик поверхности почв ([Савин и др., 2016](#)).

В статье приведены результаты использования спутниковых данных для оценки многолетних изменений почвенного покрова на тестовом участке в Белгородской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом для исследования стал тестовый участок на землепользовании ФГУП “Белгородское” в поселке Северный Белгородской области, в 10 км севернее г. Белгорода (рис. 1).

На большей части участка сформировался рельеф, осложненный речными долинами и балками, – морфоструктурный тип эрозионно-денудационной равнины.

Климат территории исследования – умеренно континентальный с относительно мягкой зимой, со снегопадами и оттепелями, и жарким, часто с засухами и суховеями, летом. Среднегодовое количество осадков составляет 400–600 мм (с колебаниями

в отдельные годы от 260 до 750 мм). До 85 % осадков выпадает в виде дождя, остальное – твердые осадки, преимущественно в виде снега. Наиболее распространенным типом почвообразующих пород на территории области являются покровные лессовидные суглинки, сформированные в эпоху максимальной стадии валдайского оледенения (Чендев, Петин, 2006).

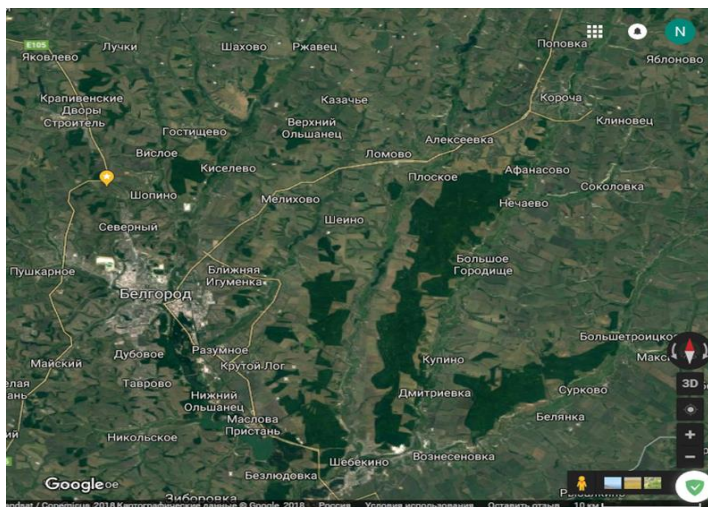


Рис. 1. Территория полигона на карте Google Maps (желтая метка).

Для базовой характеристики почв были использованы 3 разреза: плоский водораздел, средняя часть склона южной экспозиции (1° – 3°) и его нижняя часть (3° – 5°), заложенные и описанные А.М. Гребенниковым и В.А. Исаевым в 2017 г. (рис. 2). Почвенные разрезы были заложены на элементарных ландшафтах различного уровня подчиненности с целью выявления степени выраженности проявления эрозионных процессов на исследуемом полигоне. Предполагалось, что наиболее сильное развитие эрозионных процессов выражено в нижней части склона с крутизной до 5° , в то время как на автономном ландшафте – плоском водоразделе они выражены минимально.

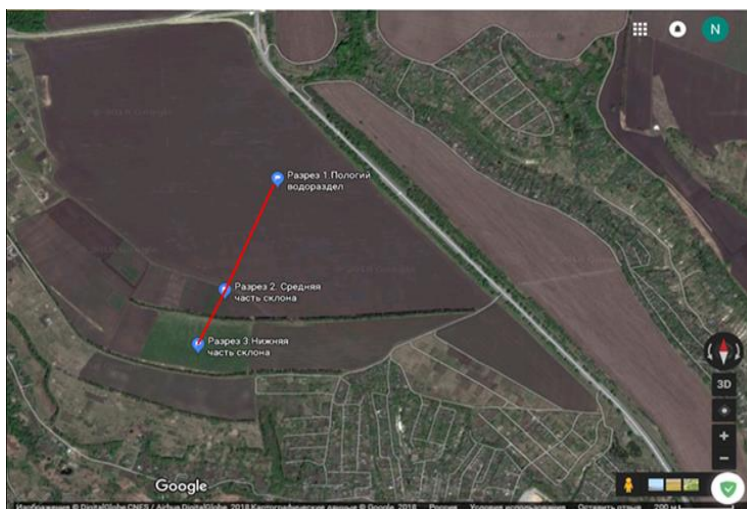


Рис. 2. Почвенно-эрозионная catena на тестовом участке.

Координаты заложения разрезов – на водоразделе: ($50^{\circ}43'03''$ N; $36^{\circ}31'51''$ E), в средней ($50^{\circ}42'49''$ N; $36^{\circ}31'41''$ E) и нижней ($50^{\circ}42'42''$ N; $36^{\circ}31'36''$ E) частях склона.

Почвы всех трех разрезов были определены как миграционно-мицеллярные агрочерноземы малогумусные среднесуглинистые на лессовидных суглинках (Шишов и др., 2004). Почвы склоновых позиций (разрез № 2 и № 3) относятся к гидрометаморфизованным. В соответствии с классификацией (см. выше) все почвы относятся к малогумусным черноземам. В целом отмечается закономерная картина уменьшения содержания гумуса во всех трех почвенных разрезах, и его содержание по всему почвенному профилю максимально в разрезе № 1 (в горизонте PU 5.2 %) и минимально в разрезе № 3 (в горизонте PU 4.3 %).

Почвы разреза № 1 по мощности гумусового горизонта относятся к мощным, 2-го и 3-го разрезов – к среднемощным черноземам. Но уменьшение их мощности, скорее всего, связано с эродированностью этих склоновых почв.

Вниз по склону наблюдался ряд изменений морфологических свойств почв (рис. 3): увеличивалась мощность пахотного горизонта, но уменьшалась мощность горизонтов AU и A_{ub},ca. Также отмечалось повышение глубины вскипания и нарастание

признаков гидрометаморфизма с увеличением подчиненности позиции почвенного разреза.

В исследуемых почвах обнаруживается псевдомицелий в аккумулятивно-карбонатном горизонте. В целом распределение карбонатов по профилю почв достаточно характерно для черноземов типичных, максимум карбонатов хорошо выражен и приурочен к горизонту Вса. Следует отметить более укороченный карбонатный профиль в нижней части склона в связи с уменьшением мощности почвообразующего лессовидного суглинка.

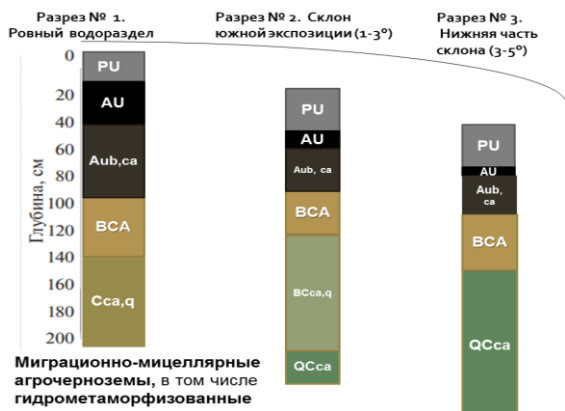


Рис. 3. Почвенно-эрозионная катена и профили почв заложенных разрезов.

По своим морфологическим свойствам почвы разрезов 2 и 3 были диагностированы как слабосмытые ([Классификация.... 1977](#)). Таким образом, структура почвенного покрова участка представлена эрозионными сочетаниями черноземов с участием лугово-черноземных почв потяжин склона и ложбин. Доля эродированных почв в сочетании составляет около 40 %, а доля лугово-черноземных почв, как правило, не превышает 10 %. При этом среди эродированных почв преобладают слабоэродированные варианты, в меньшей степени, в краевой части пахотных массивов, представлены среднеэродированные почвы.

Для исследования пространственно-временных изменений почвенного покрова использовались спутниковые снимки Landsat TM5 (<https://landsat.usgs.gov/landsat-5-history>). Из архива спутни-

ковых данных были отобраны две геометрически привязанные безоблачные сцены разных лет съемки (1991 г. и 2011 г.), полученные при сходных условиях в осенний период, учитывая обстоятельство, что при дешифрировании снимков летнего периода мониторингу почвенного покрова препятствует растительность, в то время как зимнего – снежный покров.

Обработка снимков проводилась с использованием пакета прикладных программ ILWIS ([Савин, 2015](#)). Конечное оформление карт проводилось также с использованием ArcGIS (www.arcgis.com). Для анализа были выбраны каналы съемки Landsat TM5 1–2–3–4 в видимом и инфракрасном диапазонах спектра.

Каждое изображение было расклассифицировано на три класса: открытая поверхность почвы, водные объекты и растительность. С этой целью для снимков двух лет (1991 г. и 2011 г.) был подсчитан вегетационный индекс NDVI (<http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>). Классификация строилась путем экспертного подбора граничных значений NDVI для каждого из вышеназванных классов, так как известно, что значения этого индекса наиболее низки для открытой водной поверхности, более высокие значения характеризуют открытую поверхность почв и еще более высокие значения – растительность.

Следующим шагом стало создание маски открытой поверхности почвы для изображений двух рассматриваемых лет. Впоследствии два разновременных изображения были пересечены друг с другом, и анализу подверглись исключительно участки изображения, на которых в оба срока съемки поверхность почв была лишена растительного покрова. Пороговые значения для класса “открытая поверхность почв” подбирались индивидуально для каждой сцены и “с припуском” с целью исключения сомнительных пикселей.

Дальнейшим этапом работы стала нормализация тона изображения открытой поверхности почвы в каждом из каналов съемки, т.е. вычислялась разница в тоне изображений более позднего и раннего сроков съемки. Для каждой разницы была исследована гистограмма распределения разностных величин. В основу лег принцип преобладания разницы, близкой к 0 (отсутствие измене-

ний тона). В случае больших отклонений модальных значений тона (более 10 значений от 0) вводилась корректирующая поправка тона для приведения его к 0. Впоследствии сравнивая значения тона и их изменения в каждом из каналов в динамике, мы проследили разницу в тоне изображения почв между сценами 1991 г. и 2011 г., и интерпретировали ее с точки зрения изменений свойств почв. Поканально вычитались изображения более позднего и раннего сроков съемки с целью оценки изменений в тоне изображения. Изменения в тоне для каждого канала были разделены на классы:

- сильно уменьшился – менее -25 ;
- тон слабо уменьшился – от -25 до -10 ;
- нет изменений – от -10 до $+10$;
- слабо увеличился – от $+10$ до $+25$;
- сильно увеличился – более $+25$.

Затем карты классов разниц изменений тона последовательно пересекали друг с другом. Полученный перечень всех комбинаций изменений для каждого пикселя экспертно интерпретировался. За основу интерпретации была взята модель изменения тона изображения для участка “Плавск” с преобладанием черноземных почв из статьи (Савин и др., 2016). Модель была проверена по данным анализа спектральной отражательной способности образцов почвенных разрезов, упомянутых выше. Спектральная отражательная способность образцов почв проводилась с использованием полевого спектрорадиометра HandHeld2

(<http://www.asdi.com/products/fieldspec-spectroradiometers/handheld-2-portable-spectroradiometer>). Окончательный вариант используемой модели представлен в таблице 2.

На основе использования вышеприведенной модели и карты уклонов местности, построенной по данным SRTM (<http://srtm.csi.cgiar.org>), была создана карта изменений свойств поверхности почвенного покрова на исследуемом полигоне. При этом полагалось, что уменьшение содержания гумуса на склонах обусловлено эрозией почв, в то время как на ровной поверхности – дегумификацией.

Таблица 2. Модель изменения тона изображения открытой поверхности почвы

Свойство почвы	Каналы Landsat 5 TM			
	1-й канал	2-й канал	3-й канал	4-й канал
Нет изменений	=	=	=	=
Рост эродированности	=	=	++	+
Уменьшение гумусированности	+	+	+	+
Рост гумусированности	-	-	-	-
Рост гидроморфности	-	-	--	--
Уменьшение гидроморфности	+	+	+	++

Примечание. Обозначения изменений тона: “=” – нет разницы, “-” – слабо уменьшился, “- -” – сильно уменьшился, “+” – слабо увеличился, “++” – сильно увеличился.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 4 показана карта выявленных изменений в районе полигона исследований. В виде диаграммы результаты приведены на рисунке 5. Из полученных данных на основе анализа созданной карты (рис. 4) следует, что в целом на участке преобладают почвы, цвет поверхности которых практически не изменился за рассматриваемый период, что свидетельствует об отсутствии процессов деградации почв. Доля проанализированных пикселей, которые принадлежат к данному классу, превышает 90 %. Анализируя приведенную на рисунке 5 диаграмму, можно сделать вывод, что среди всех изменений почв за исследуемый срок лидерство принадлежит увеличению содержания гумуса, которое отмечено на 5.6 % анализируемой территории. Предположительно, возникновение подобного феномена следует связать с увеличением внесения органических удобрений в хозяйствах области, которые также оказывают влияние на рост гумусированности почвы, и повышением биологизации земледелия на территории области в целом.

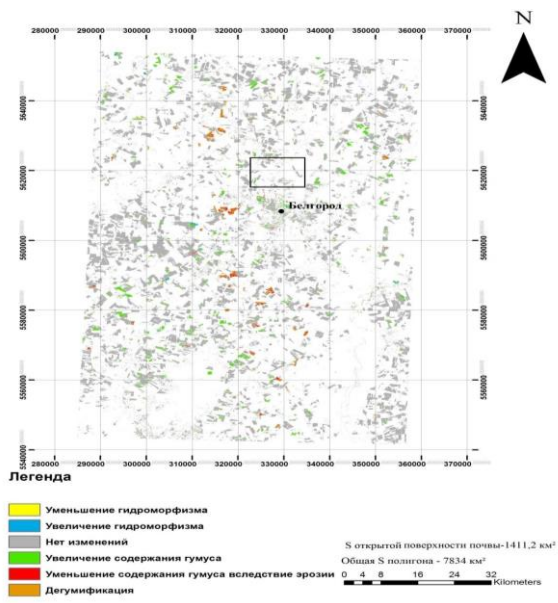


Рис. 4. Изменение свойств поверхности почв в районе исследуемого участка с 1991 г. по 2011 г.

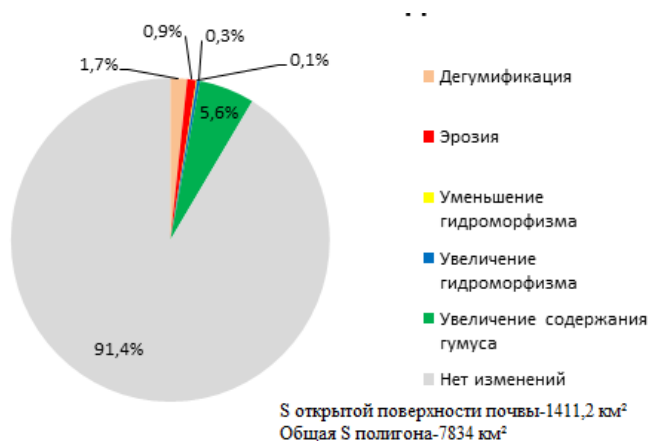


Рис. 5. Диаграмма причин изменений свойств почв в районе полигона исследований с 1991 г. по 2011 г.

Начиная с 2006 г., в связи с интенсивным развитием животноводческой отрасли в Белгородской области, объемы использования органических удобрений в регионе стали значительно возрастать ([Чекмарев, Родионов, Лукин, 2011](#)). Если в 2005 г. объемы внесения органических удобрений в Белгородской области были 0.9 т/га, то в 2011 г. они возросли до 3.0 т/га ([Крат. стат. сб.: Белгородстат, 2016](#)). Но подобный рост внесения органических удобрений не был повсеместным. Например, согласно данным С.В. Лукина ([Лукин, 2011](#)), внесение органических удобрений в период 2005–2009 гг. в среднем было близко к 0.2–0.3 т/га в Красненском и Алексеевском районах, в то время как в Ивнянском, Краснояружском, Яковлевском районах (где и расположен наш тестовый полигон) их вносилось более 2 т/га. Все это, по-видимому, и привело к разнонаправленности процессов изменений содержания гумуса (от его роста до падения) на территории исследований.

Так, на 1.7 % проанализированных пикселей отмечается дегумификация пахотных почв. Потери гумуса в пахотном слое, скорее всего, связаны с уменьшением поступления органического вещества и минерализацией легко разлагаемых соединений при распашке почвы ([Муха, 2004](#)). По исследованиям В.Д. Мухи, уменьшение содержания “общего гумуса” при сельскохозяйственном использовании почвы происходит главным образом за счет потери детрита. Среди причин, обуславливающих уменьшение содержания гумуса на распаханых почвах, отмечаются также локальное сокращение внесения органических удобрений и расход органического вещества на формирование урожая, которое было широко распространено на территории области в 90-е годы прошлого века.

Уменьшение содержания гумуса вследствие эрозионного процесса наблюдается на третьем месте из выявленных изменений почвенного покрова за исследуемый 20-летний период. Данное явление преимущественно встречается на склоновых распаханых поверхностях с крутизной склона более 3°–5° и в целом зафиксировано для 0.9 % проанализированных пикселей на территории исследований. Это может служить косвенным показателем изменения площадей средне и сильно эродированных почв. То есть доля таких почв с 1991 г. по 2011 г. осталась практически неиз-

менной и увеличилась не более чем на 1% в общей площади почвенного покрова территории.

Изменению степени гидроморфности почв подвержено не более 0.4 % территории площади участка, причем на большей его части преобладает именно увеличение гидроморфизма (0.3 % проанализированных пикселей). В последние годы для черноземов лесостепных и степных зон характерно развитие вторичного гидроморфизма и уплотнения, вызванных поверхностным и грунтовым переувлажнением (Чендев, Петин, 2006). На основе сопоставления полученной карты (рис. 3) и модели рельефа местности SRTM можно сделать вывод, что увеличение доли гидроморфных и полугидроморфных почв приурочено преимущественно к отрицательным формам рельефа как на водоразделах, так и на мезосклонах.

Необходимо отметить, что приведенные выше проценты распространенности того или иного типа изменений рассчитаны не для всей территории, а лишь для поверхности пахотных почв, которая была открыта для непосредственного анализа по спутниковым данным в рассматриваемые периоды съемки. Но, принимая во внимание достаточно равномерное распределение в пространстве участков с открытой поверхностью (рис. 3), можно считать данную выборку полей вполне репрезентативной для региона исследований.

Кроме того, использованный в данной работе подход применим исключительно для диагностики и мониторинга тех свойств почвы, которые оказывают влияние на цветовые характеристики их поверхности. К тому же изменения изучались лишь по двум срокам наблюдений, чего, конечно, не достаточно для выявления точных трендов динамики почвенно-эрозионных процессов.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что, несмотря на высокую степень хозяйственного использования, доля почв, свойства которых изменились за последние 20 лет, в общей площади полигона невелика: эрозионный статус почв если и изменился, то на площади не более 1 % от общей площади территории, а дегумификации на субгоризонтальных поверхностях от-

мечаются не более чем на 2 % территории исследований. Первое место среди процессов принадлежит увеличению содержания гумуса в почвах, которое отмечается на 5.6 % исследованной территории. Выявленная направленность изменений почв может быть обусловлена спецификой сельскохозяйственного землепользования.

Полученные результаты могут служить базисом для детализации и актуализации информации о состоянии и свойствах почвенного покрова территории, а также дальнейшего изучения и мониторинга почвенно-эрозионных процессов на основе использования данных спектрально-космических снимков.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Выражаем благодарность сотрудникам Почвенного института им. В.В. Докучаева: А.М. Гребенникову и В.А. Исаеву за предоставленные полевые данные.

Исследования поддержаны грантом РНФ (проект № 14-17-00171).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белгородская область в цифрах*: Крат. стат. сб. / Белгородстат. 2016. 289 с.
2. *Гафуров А.М.* Возможности использования беспилотного летательного аппарата для оценки почвенной и овражной эрозии // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. Т. 159. кн. 4. С. 654–667.
3. *Вознесенский А.С., Аризуни А.Б.* Физико-химические свойства почв как фактор поверхностного смыва // Бюл. Закавказского НИИ Водного хозяйства. Тбилиси. 1936. № 12–13. С. 225–253.
4. *Егоров И.Е.* Полевые методы изучения почвенной эрозии // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2009. Вып. 1. С. 157–170.
5. *Карманов И.И.* Спектральная отражающая способность и цвет почв как показатели их свойств. М.: Колос, 1974. 351 с.
6. *Каиштанов А.Н., Вернюк Ю.И., Савин И.Ю., Щепотьев В.В., Докукин П.А., Шарычев Д.В., Ли К.А.* Картографирование ручейковой эрозии пахотных почв по данным с беспилотных летательных аппаратов // Почвоведение. 2018. № 4. С. 506–512.
7. *Классификация и диагностика почв СССР* / сост. В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова, Н.Н. Розов, В.А. Носин, Т.А. Фриев. М.: Колос, 1977. 220 с.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 96.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 96

8. *Ковалев Н.Г.* Методы оценки степени деградации сельскохозяйственных земель. Коломна: Радуга, 2015. 32 с.
9. *Ларионов Г.А., Литвин Л.Ф., Заславский М.Н.* Факторы эрозии // Эрозионные процессы. М., 1984. С. 48–57.
10. *Лукин С.В.* Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2011. 344 с.
11. *Муха В.Д.* Естественно-антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности). М.: Колос, 2004. 271с.
12. *Орлов Д.С.* Спектральная отражательная способность почв и их компонентов. М.: Изд-во Моск. ун-та имени М.В. Ломоносова, 2001. 175 с.
13. *Савин И.Ю.* Дешифрирование почвенного покрова лесостепи Центрально-Черноземного района по среднемасштабным космическим снимкам: Автореф. дис. канд. геогр. наук. М., 1990. 30 с.
14. *Савин И.Ю.* Аэрокосмические методы в сельском и лесном хозяйстве (компьютерный практикум). М.: РУДН, 2015. 112 с.
15. *Савин И.Ю., В.А. Исаев, Е.А. Шишконокова, А.В. Жоголев, И.В. Веретьникова, С.В. Турчинская.* [Тренды деградации пахотных почв России, выявленные по спутниковым данным Landsat](#) // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С. 53–55.
16. *Уваров Г.И.* Деградация и охрана почв Белгородской области: Монография. Белгород: “Отчий край”, 2010. 180 с.
17. *Чекмарев П.А., Родионов В.Я., Лукин С.В.* Опыт использования органических удобрений в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 2. С. 3–5.
18. *Чендев Ю.Г., Петин А.Н.* Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов: (на примере Белгор. обл.) // Белгор. гос. ун-т. М.: Издательство МГУ, 2006. 124 с.
19. *Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И.* // Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
20. *Siakeu J., Oguchi T.* Soil erosion analysis and modelling: a review // Trans. Jpn. Geomorphol. 2000. Vol. 21. No. 4. P. 413–429.
21. *Vrieling A.* Satellite remote sensing for water erosion assessment: a review // Catena. 2006. No. 65. P. 2–18.

TRENDS IN SOIL CHANGES IN THE SOUTH-WEST OF THE BELGOROD REGION

**N. I. Rudik¹, I. Yu. Savin^{2,3*}, D. L. Golovanov^{1,2},
B. S. Gabdullin¹**

¹*Lomonosov Moscow State University,
Russia, 119991, Moscow, Leninskiye Gory, 1, e-mail: rudik-n@list.ru*

²*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Russia, 119017, Moscow, Pizhevskiy per., 7, build. 2,
* <https://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savigory@gmail.com*

³*Belgorod State University, 308015, Russia, Belgorod, Pobedy Str., 85*

Received 08.10.2018, Revised 27.10.2018, Accepted 12.03.2019

The analysis of the Landsat 5 satellite data helped to study the processes of soil changes which took place from 1991 to 2011 inclusively at the test site located in the south-west of the Belgorod Region. As a result, it was found that despite intensive agricultural land use the proportion of soils, the properties of which have changed over the past 20 years, within the total area studied is quite small. The changes of soil erosion status were recorded within the territory of no more than 1 % of the total area; the territories characterized by soil humus losses on subhorizontal surfaces cover no more than 2 % of considered area. The most intensive process among the others is humus accumulation in the soil, the increase in humus content is noted on 5.6 % of the analyzed area. The identified tendencies in soil changes may be due to both the specifics of agricultural land use and climate changes.

Keywords: soil monitoring, soil erosion, soil spectral reflectance, Landsat 5.

REFERENCES

1. *Belgorodskaya oblast v tsifrakh: Krat. stat. sb (Belgorod region in figures: Brief Stat. Issue), Belgorodstat, 2016, 289 p.*
2. Gafurov A.M., *Vozможности ispol'zovaniya bespilotnogo letatel'nogo apparata dlya otsenki pochvennoy i ovrazhnoy erozii. (Possibilities of using an unmanned aerial vehicle for assessing soil and gully erosion), Uchen. zap. Kazan. un-ta. Ser. Estestv. nauki, 2017, Vol. 159, book 4, pp. 654–667.*
3. Voznesenskii A.S, Artsruni A.B., *Fiziko-khimicheskiye svoystva pochv kak faktor poverkhnostnogo smyva (Physicochemical properties of soils as a factor of surface flushing), Bul. Zakavkazskogo NII Vodnogo khozyaystva, 1936, No. 12–13, pp. 225–253.*

4. Egorov I.E., Polevyeye metody izucheniya pochvennoy erozii. (Field methods of studying soil erosion), *Vestn. Udm. un-ta. Ser. Biologiya. Nauki o Zemle*, 2009, Issue 1, pp. 157–170.
5. Karmanov I.I., *Spektralnaya otrazhatelnaya sposobnost' i tsvet pochv kak pokazateli ih svoystv* (Spectral reflectance characteristics and color of soils as indicators of their properties), Moscow: Kolos, 1974, 351 p.
6. Kashtanov A.N., Verniuk Yu.I., Savin I.Yu., Shchepotiev V.N., Dokukin P.A., Sharychev D.V., Li K.A., Kartografirovanie rucheikovoy erozii pakhotnyh pochv po dannym s bespilotnykh letatelnykh apparatov (Mapping of rill erosion of arable soils based on unmanned aerial vehicles survey), *Pochvovedenie*, 2018, No. 4, pp. 506–512.
7. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* (Classification and diagnostics of soils in the USSR), comp. by V.V. Egorov, V.M. Friedland, E.N. Ivanova, N.N. Rozov, V.A. Nosin, T.A. Friev, Moscow: Kolos, 1977. 220 p.
8. Kovalev N.G., *Metody otsenki stepeni degradatsii sel'skokhozyaystvennykh zemel'* (Methods for assessing the degree of degradation of agricultural lands), Kolomna: Raduga, 2015, 32 p.
9. Larionov G.A, Litvin L.F, Zaslavsky M.N., Faktory erozii (Erosion factors), In: *Eroziionnyye protsessy* (Erosion processes), Moscow, 1984, pp. 48–57.
10. Lukin S.V., *Agroekologicheskoye sostoyaniye i produktivnost' pochv Belgorodskoy oblasti* (Agroecological condition and productivity of soils of the Belgorod region), Belgorod: KONSTANTA, 2011, 344 p.
11. Mukha V.D., *Yestestvenno-antropogennaya evolyutsiya pochv (obshchiye zakonomernosti i zonal'nyye osobennosti)* (Natural and anthropogenic evolution of soils (general regularities and zonal features)), Moscow: Kolos, 2004, 271 p.
12. Orlov D.S., *Spektralnaya otrazhatelnaya sposonost' pochv i ih komponentov* (Spectral reflectance characteristics of soils and their components), Moscow State University, 2001, 175 p.
13. Savin I.Yu., *Deshifirovaniye pochvennogo pokrova lesostepi Tsentral'no-Chernozemnogo rayona po srednemasshtabnym kosmicheskim snimkam: Avtoref. Diss. kand. geogr. nauk* (Detection of soil patterns of the forest-steppe of the Central Black Earth region based on medium-scale satellite imagery, Cand. geogr. sci. thesis), Moscow, 1990. 30 p.
14. Savin I.Yu., *Aerokosmicheskiye metody v sel'skom i lesnom khozyaystve (komp'yuternyy praktikum)* (Aerospace methods in agriculture and forestry (computer workshop)), Moscow: RUDN, 2015, 112 p.
15. Savin I.Yu., Isaev V.A., Shishkonakova Ye. A., Zhogolev A.V., Veretelnikova I.V, Turchinskaya S.V., Trendy degradatsii pakhotnih pochv Rossii, viyavlennye po sputnikovym dannym Landsat (Trends of degradation

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 96.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 96

of arable soil in Russia, identified by satellite data Landsat), *Vestnik Rossiyskoy selskokhozyaystvennoy nauki*, 2016, No. 4, pp. 53–55.

16. Uvarov G.I., *Degradatsiya i okhrana pochv Belgorodskoy oblasti* (Soil degradation and protection in the Belgorod Region), Belgorod: “Otchiy kray”, 2010, 180 p.

17. Chekmarev P.A., Rodionov V.Ya., Lukin S.V., *Opyt ispol'zovaniya organicheskikh udobreniy v Belgorodskoy oblasti* (Experience in the use of organic fertilizers in the Belgorod region), *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No. 2, pp. 3–5.

18. Chendev Y.G., Petin A.N., *Yestestvennaya izmenchivost' i antropogennaya transformatsiya komponentov okruzhayushchey sredy ekspluatiruyemykh regionov (na primere Belgorodskoy oblasti)* (Natural variability and anthropogenic transformation of the environment components of exploited regions (on the example of the Belgorod region)), Moscow: MSU Publishing house, 2006, 124 p.

19. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I., *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* (Soils Classification and Diagnostics of Russia), Smolensk: Oikumena, 2004, 341 p.

20. Siakeu J., Oguchi T., [Soil erosion analysis and modelling: a review](#), *Trans. Jpn. Geomorphol.*, 2000, Vol. 21, No. 4, pp. 413–429.

21. Vrieling A., [Satellite remote sensing for water erosion assessment: a review](#), *Catena*, 2006, No. 65, pp. 2–18.

Ссылки для цитирования:

Рудик Н.И., Савин И.Ю., Голованов Д.Л., Габдуллин Б.С. Тенденции изменения почв на юго-западе Белгородской области // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 96. С. 47-63. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-96-47-63

For citation:

Rudik N.I., Savin I.Yu., Golovanov D.L., Gabdullin B.S. Trends in soil changes in the South-West of the Belgorod region, *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2019, V. 96, pp. 47-63, DOI: 10.19047/0136-1694-2019-96-47-63