

государственного аграрного университета. – 2018. – № 9 (167). – С. 36-40.

6. Ковалёв, Н. Г. Органические удобрения в XXI веке (биоконверсия органического сырья) / Н. Г. Ковалёв, И. Н. Барановский. – Тверь, 2006. – Текст: непосредственный.

7. Мамченко, И. П. Компосты, их приготовление и применение / И. П. Мамченко. – Ленинград: Сельхозиздат, 1962. – Текст: непосредственный.

### References

1. Antonova O.I. Effektivnost mineralnykh i novykh organo-mineralnykh udobreniy pri vozdeystvovanii yarovoy pshenitsy na fone gerbitsidov / O.I. Antonova, S.I. Eshchenko, E.G. Eshchenko // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2007. – No. 5 (173). – S. 5-8.

2. Antonova O.I. Effektivnost organo-mineralnykh udobreniy na osnove pometa pod yarovuyu pshenitsu / O.I. Antonova, A.A. Chikharin, M.E. Andreev // Agramaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / XI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (4-5 fevralya 2016 g.). – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2016. – Kn. 2. – S. 3-4.

3. Antonova O.I. Organicheskie udobreniya kak vedushchiy faktor organicheskogo zemledeliya / O.I. Antonova // Materialy 2-oy mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem «Ot bioproduktov k biotekhnologiyam»). – Barnaul, Izd-vo Altayskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet im. I.I. Polzunova, 2018. – S. 7-10.

4. Antonova O.I. Agroekologicheskie aspekty pererabotki otkhodov zhivotnovodstva biotekhnologicheskimi metodami // Materialy 2-oy mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiem «Ot bioproduktov k biotekhnologiyam»). – Barnaul, Izd-vo Altayskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet im. I.I. Polzunova, 2018. – S. 10-13.

5. Antonova O.I. Organomineralnye udobreniya (OMU) iz pometa kur kak alternativa promyshlennym udobreniyam / O.I. Antonova, E.A. Davydov, E.M. Komyakova, V.V. Kalpokas // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 9 (167). – S. 36-40.

6. Kovalev N.G., Baranovskiy I.N. Orgagicheskie udobreniya v XXI veke (biokonversiya organicheskogo syrya). – Tver, 2006

7. Mamchenko I.P. Komposty, ikh prigotovlenie i primeneniye. – Leningrad: Selkhozizdat, 1962.



УДК 631.415.8

С.Г. Котченко, Н.А. Груздева, Д.И. Ерёмин  
S.G. Kotchenko, N.A. Gruzdeva, D.I. Yeremin

## ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПАШНЕ

### THE CHEMICAL PROPERTY DYNAMICS OF GRAY FOREST SOIL OF THE NORTHERN TRANS-URALS UNDER INTENSIVE USE IN ARABLE LAND

**Ключевые слова:** обменная кислотность, степень насыщенности основаниями, емкость катионного обмена, выщелачивание, почвообразование, антропогенный фактор, сельское хозяйство, мониторинг плодородия, агрогенная трансформация почв.

**Keywords:** exchange acidity, degree of base saturation, cation exchange capacity, leaching, soil formation, anthropogenic factor, agriculture, fertility monitoring, agrogenic soil transformation.

Серые лесные почвы в Западной Сибири активно используются в пашне наравне с черноземами. Это привело к серьезному изменению плодородия, выражаемому в повышении кислотности на фоне снижения суммы обменных оснований в почвенно-поглощительном комплексе. Целью исследований было изучение влияния многолетней распашки на химические свойства собственно-серых лесных почв Северного Зауралья. Исследования проводили на стационаре государственной агрохимической станции «Тюменская», который расположен вблизи д. Малые Велижаны Нижнетавдинского района Тюменской области. Изучали химические свойства с 1994 по 2018 гг. В результате исследований было установлено изменение обменной кислотности в широких пределах (от 4,8 до 6,1 ед.) за относительно короткий временной промежуток, несвязанное с внесением минеральных удобрений. Предполагается, что циклическое подкисление серой лесной почвы зависит от естественных факторов, усиленных сельскохозяйственной деятельностью человека. В результате низкого содержания гумусовых веществ и ежегодной механической обработки пахотного слоя в условиях Северного Зауралья усиливается процесс выщелачивания катионов щелочно-земельных металлов, что приводит к повышению обменной и гидролитической кислотности. В годы с дефицитом летних осадков проявляется эффект пульсационного подъема карбоната кальция из иллювиально-карбонатного горизонта, расположенного на глубине 70-90 см. Это приводит к частичному снижению кислотности и пополнению почвенно-поглощительного комплекса катионами кальция. Установлено, что серые лесные почвы Северного Зауралья обладают естественной способностью поддержания кислотно-щелочной характеристики на оптимальном уровне. Предлагается при мониторинге плодородия земель сельскохозяйственного назначения дополнительно использовать степень насыщенности основаниями поч-

вы, как наиболее стабильный показатель химических свойств.

Gray forest soils in West Siberia are actively used in arable lands along with chernozems. This led to a serious change in fertility expressed in an increase in acidity against the background of a decrease in the amount of exchange bases in the soil-absorption complex. The research goal was to study the effect of long-term plowing on the chemical properties of the proper gray forest soils of the Northern Trans-Urals. The research was carried out on the permanent experiment area of the State Station of Agrochemical Service "Tyumenskaya" near the village of Maliye Velizhany in the Nizhnetavdinskiy District of the Tyumen Region. The chemical properties were studied from 1994 through 2018. It was found that the change in exchange acidity was in a wide range (from 4.8 to 6.1 units) over a relatively short time period unrelated to mineral fertilizer application. It is assumed that cyclical acidification of gray forest soil depends on the natural factors enhanced by human agricultural activity. As a result of the low content of humus substances and annual mechanical tillage of the arable layer under the conditions of the Northern Trans-Urals, the process of leaching of alkaline-earth metal cations increases leading to increased exchange and hydrolytic acidity. On the years with low summer precipitation, the effect of pulsating rise of calcium carbonate from the illuvial-carbonate horizon located at a depth of 70-90 cm is manifested. This leads to a partial decrease in acidity and replenishment of the soil-absorption complex with calcium cations. It has been found that the gray forest soils of the Northern Trans-Urals have a natural ability to maintain the acid-base characteristics at the optimal level. It is proposed to use the degree of saturation of soil bases as the most stable indicator of chemical properties when monitoring the fertility of agricultural lands.

**Котченко Сергей Григорьевич**, директор, ФГБУ Государственная станция агрохимической службы «Тюменская», г. Тюмень. Тел.: (3452) 25-85-76. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

**Груздева Наталья Александровна**, вед. агрохимик, ФГБУ Государственная станция агрохимической службы «Тюменская», г. Тюмень. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

**Ерёмин Дмитрий Иванович**, д.б.н., доцент, проф. каф. почвоведения и агрохимии, Государственный аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень. Тел.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

**Kotchenko Sergey Grigoryevich**, Director, State Station of Agrochemical Service "Tyumenskaya", Tyumen. Ph.: (3452) 25-85-76. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

**Gruzdeva Natalya Aleksandrovna**, Leading Agro-Chemist, State Station of Agrochemical Service "Tyumenskaya", Tyumen. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

**Yeremin Dmitriy Ivanovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, State Agricultural University of Northern Trans-Urals, Tyumen. Ph.: (3452) 290-127. E-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

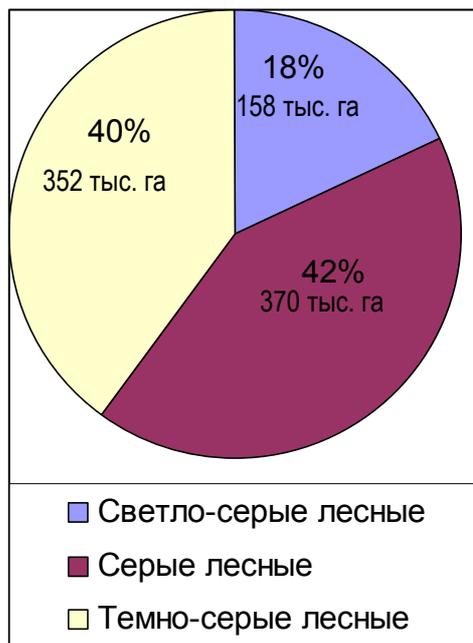
## Введение

С ростом численности населения Западно-Сибирского региона и повышением спроса на продовольственные товары возникла проблема расширения сельскохозяйственных угодий. Поскольку основные площади черноземов уже задействованы, основным резервом стали земли, находящиеся под лесом. В Северном Зауралье

интенсивная раскорчевка дала возможность увеличить площади обрабатываемых территорий, а сельскохозяйственная наука разработала технологии обработки низкоплодородных почв [1]. Появление новых сортов зерновых культур, способных давать стабильные урожаи на низкоплодородных почвах, дало возможность развивать сельское хозяйство в Западной Сибири [2-4]. В

период искусственно созданного в 90-е годы прошлого столетия сельскохозяйственного кризиса во многих регионах Сибири основные площади пахотных серых лесных почв были брошены или переведены в залежное состояние [5]. В Тюменской области такого не произошло, поскольку предприятия АПК успели быстро отреагировать на рыночные условия экономики страны. В настоящее время пахотные серые лесные почвы интенсивно используются в пашне, и их продуктивность при научно обоснованной системе земледелия лишь немногим уступает черноземам [6].

На юге Тюменской области общая площадь серых лесных почв достигает 880 тыс. га [7], из которых на собственно-серые лесные приходится 370 тыс. га (42%) (рис. 1). Для подтаежной зоны они являются основными для пашни, однако и в лесостепной зоне, где присутствуют черноземы и темно-серые лесные почвы, изучаемый подтип также активно используется в сельском хозяйстве.



**Рис. 1. Распределение площади серых лесных почв по подтипам в Тюменской области [3]**

В условиях Сибири вопрос антропогенной трансформации серых лесных почв изучен недостаточно, а имеющиеся сведения зачастую показывают разные направления почвообразования [8, 9]. Это особенно касается динамики химических свойств, поскольку целинные серые лесные

почвы изначально характеризуются их сильным варьированием, которое еще более усугубляется сроком и интенсивностью сельскохозяйственного использования пашни.

**Цель** исследований – изучение динамики химических свойств собственно-серых лесных почв Северного Зауралья при длительном их использовании в пашне.

### Объекты и методы исследований

Изучение динамики плодородия собственно-серых лесных почв Северного Зауралья агрохимическая станция «Тюменская» начала проводить в 1994 г. на стационаре № 19, который расположен вблизи д. Малые Велижаны Нижнетавдинского района Тюменской области. Координаты – 57°29'35"; 65°44'05". Административный район расположен в подтаежной зоне Северного Зауралья. Почва – пахотная собственно-серая лесная среднесуглинистая, сформировавшаяся на лёссовидном суглинке.

Профиль собственно-серой лесной почвы по гранулометрическому составу четко дифференцирован на элювиально-иллювиальные горизонты [10]. Пахотный горизонт существенно обеднен илистой фракцией. Преобладающей фракцией является крупная пыль (0,05-0,01 мм), содержание которой по профилю почти не меняется. Содержание крупного песка (1,00-0,25 мм) не превышает 10%.

За годы исследований на стационаре было внесено 210 т/га органических удобрений в виде торфо-навозного компоста. В качестве компонентов брали низинный торф и навоз крупнорогатого скота – соотношение 1:3. Содержание органического вещества в компосте составляло 210 кг/т; азота – 5,7; фосфора – 1,8, калия – 5,4 кг/т. Из минеральных удобрений вносили только аммиачную селитру, всего было внесено в пересчете на действующее вещество 447 кг/га. Было запахано 27 т/га пожнивно-корневых остатков, солома ежегодно вывозилась с поля. На стационаре 19 до настоящего времени используется зернопропашной севооборот (картофель – яровая пшеница – яровая пшеница – овес). Система основной обработки – отвальная разноглубинная: под картофель – 22-25 см; под зерновые – 20-22 см. В се-

вообороте под картофель вносили органические удобрения; под зерновые – только минеральные в дозах от 25 до 40 кг д.в., что соответствовало 70 и 100 кг аммиачной селитры соответственно.

После уборки яровой пшеницы, до проведения зяблевой обработки, почвенные образцы отбирали на всю глубину пахотного слоя в 6-кратной повторности. В опыте определяли: обменную кислотность – потенциометрическим способом (ГОСТ 26484); гидролитическую кислотность – по методу Каппена в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26121); сумму обменных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821). Емкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности рассчитывали по общепринятым формулам. Все химические анализы делали в аккредитованной лаборатории агрохимической станции «Тюменская». Дисперсионный анализ полученных результатов проводили по Б.А. Доспехову.

### Результаты и обсуждение

В год закладки стационара пашня по величине обменной кислотности относилась к категории нейтральных земель – значение рН составляло 6,1 ед. (табл.). До 2000 г. рН солевой вытяжки было стабильным, но в период с 2000 по 2003 гг. произошло достоверное понижение данного показателя до 5,4 ед. ( $HCP_{05}=0,2$  ед.). За этот период было внесено 50 кг д.в. на 1 га азота, что соответ-

ствовало 145 кг/га аммиачной селитры. Столь малое количество азотных удобрений не могло стать причиной подкисления собственно-серой лесной почвы. К 2009 г. обменная кислотность достигла минимальных величин – 4,8 ед., что соответствовало категории кислых земель. Темпы снижения рН солевой вытяжки составили 0,1 единицы в год. С 2009 г. до настоящего времени отмечается постепенное снижение обменной кислотности, которая к 2018 г. достигла 5,6 ед. Данный факт указывает, что в условиях Северного Зауралья обменная кислотность собственно-серых лесных почв не является стабильной и не может быть критерием для определения нужды их в известковании. Чтобы выяснить причины столь серьезного варьирования рН солевой вытяжки во времени, необходимо проанализировать совокупное изменение других химических свойств, представленных в таблице.

Емкость катионного обмена (ЕКО) характеризуется очень высокой стабильностью во времени. Ее снижение возможно только при разрушении органоминеральной матрицы, составляющей основу коллоидной части почвы [11]. Поэтому ретроспективный анализ ЕКО служит достоверным показателем изменения химических свойств почвы и может быть использован для агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Таблица

### Динамика химических свойств пахотной собственно-серой лесной почвы

Годы	Обменная кислотность	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Емкость катионного обмена
	ед.	мг-экв/100 г почвы		
1994	6,1	2,4	25,0	27
1997	5,9	2,0	20,7	23
2000	5,9	1,9	23,3	25
2003	5,4	2,4	22,0	24
2006	5,3	2,4	19,1	22
2009	4,8	3,0	20,5	24
2012	5,3	2,1	15,4	18
2015	5,4	2,1	20,2	22
2018	5,6	1,9	21,2	23
$HCP_{05}$	0,2	0,2	1,7	1

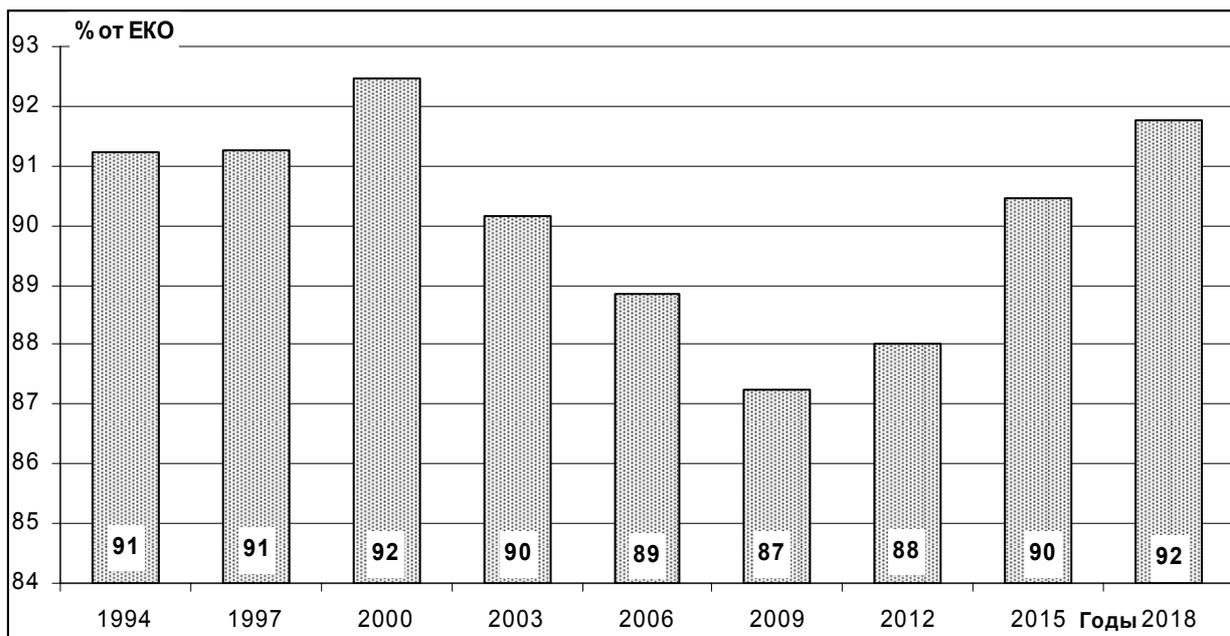
В 1994 г. емкость катионного обмена пахотного слоя составляла 27 мг-экв/100 г почвы. В ее составе 2,4 мг приходилось на гидролитическую кислотность, а остальная часть – на сумму обменных оснований. Столь малое значение гидролитической кислотности указывает на низкую способность к подкислению собственно-серых лесных почв Северного Зауралья. В составе поглощенных катионов абсолютно доминирует кальций.

Через 3 года (1997 г.) емкость катионного обмена уменьшилась с 27 до 23 мг-экв/100 г почвы. Это связано с ухудшением гумусового состояния [12] при интенсивном использовании почвы в пашне, без внесения компенсационных доз органических удобрений.

К 2000 г. емкость катионного обмена возросла до 25 мг-экв/100 г почвы и оставалась на этом уровне вплоть до 2003 г. В этот период было отмечено постепенное увеличение суммы поглощенных оснований относительно 1997 г. В динамике изменения гидролитической кислотности просматривается тенденция периодического ее повышения вплоть до 3,0 мг-экв/100 г почвы к 2009 г. на фоне достоверного понижения суммы поглощенных катионов до 15,4 мг-экв/100 г почвы к 2012 г. Данный процесс обусловлен чередова-

нием процессов выщелачивания во влажные годы и пульсационно-миграционного подъема карбонатов из глубоких слоев в годы с жаркой сухой погодой [13, 14]. К 2015 г. сумма поглощенных оснований возросла с 15,4 до 20,2 мг-экв/100 г почвы. Это положительно сказалось на величине рН солевой вытяжки, которая была на уровне 5,4 ед., а к 2018 г. достигла 5,8 ед.

Наиболее отчетливо видна цикличность при анализе динамики изменения степени насыщенности основаниями, отражающей химические свойства почвы. В 1994 г. данный показатель в пахотном слое собственно-серой лесной почвы был достаточно высоким – 91% от ЕКО. По данным Л.Н. Каретина, это характерно для этого подтипа почв Северного Зауралья, поскольку они формировались преимущественно на карбонатных покровных и лессовидных суглинках и глинах [7, 15]. Степень насыщенности основаниями была стабильна вплоть до 2000 г. и варьировала в незначительных пределах. Период с 2003 по 2012 гг. характеризовался устойчивой тенденцией снижения данного показателя до 87% от ЕКО в 2009 г. Ежегодно степень насыщенности уменьшалась на 0,5%, что по сравнению с черноземными почвами считается очень быстрым [16].



**Рис. 2. Динамика степени насыщенности основаниями пахотного слоя собственно-серой лесной почвы в условиях многолетней вспашки, % от емкости катионного обмена**

В период с 2012 по 2018 гг. начался обратный процесс – повышение степени насыщенности до 92% от ЕКО. Нужно отметить, что во время исследований существенных изменений в системе земледелия не было, удобрения вносили в минимальных дозах. К тому же в используемых удобрениях не было кальция в мелиоративных дозах, поэтому они не могли стать причиной повышения степени насыщенности основаниями. Можно сделать предположение о влиянии гидротермических условий на химические свойства малогумусных почв.

### Заключение

1. Обменная кислотность пахотной собственно-серой лесной почвы варьирует в пределах от 4,8 до 6,1 ед. в небольшом временном промежутке (24 года) и имеет циклический характер изменения ( $CV=7,0\%$ ). Это делает затруднительным ее использование в качестве диагностического показателя изменения плодородия при агрохимическом мониторинге.

2. Циклическое подкисление пахотных серых лесных почв не связано с сельскохозяйственной деятельностью, а зависит от естественных факторов выщелачивания катионов щелочно-земельных металлов из почвенно-поглощительного комплекса и пульсационного подъема карбоната кальция из иллювиально-карбонатного горизонта в засушливые годы.

3. Для выявления изменения плодородия почв в системе агрохимических обследований оптимальным будет использование степени насыщенности почв основаниями, которая является более стабильным показателем, чем обменная кислотность. За годы исследований этот показатель варьировал в пределах от 87 до 92% от емкости катионного обмена ( $CV=2,0\%$ ).

4. Несмотря на интенсивное использование в пашне, серые лесные почвы Северного Зауралья обладают природной способностью к поддержанию кислотности на оптимальном уровне благодаря наличию иллювиально-карбонатного горизонта.

### Библиографический список

1. Абрамов, Н. В. Система основной обработки серой лесной почвы в подтаежной зоне Северного Зауралья / Н. В. Абрамов, И. И. Поминов. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 2 (170). – С. 5-11.
2. Любимова, А. В. Изменение биотипного состава сортов яровой тритикале в процессе возделывания / А. В. Любимова, Э. Т. Ярова, Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 5 (140). – С. 3-8.
3. Миллер, Е. И. Засоренность посевов и урожайность кукурузы по основной обработке почвы в Западной Сибири / Е. И. Миллер, В. В. Рзаева, С. С. Миллер. – Текст: непосредственный // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 10 (70). – С. 104-108.
4. Шулепова, О. В. Качество зерна сортов ячменя в условиях Северного Зауралья / О. В. Шулепова, Р. И. Белкина. – Текст: непосредственный // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10 (133). – С. 9-14.
5. Sorokina O.A. Diagnostic parameters of soil formation in grey forest soils of abandoned fields overgrowing with pine forests in the middle reaches of the Angara river // Eurasian Soil Science. – 2010. – Vol. 43. – No. 8. – P. 867-875. DOI: 10.1134/S1064229310080041.
6. Котченко, С. Г. Мониторинг состояния плодородия почв Тюменской области / С. Г. Котченко, Н. В. Абрамов. – Текст: непосредственный // Мир Инноваций. – 2015. – № 1-4. – С. 100-106.
7. Каретин, Л. Н. Почвы Тюменской области / Л. Н. Каретин. – Новосибирск Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 285 с. – Текст: непосредственный.
8. Сорокина, О. А. Изучение серых лесных почв залежей в Красноярском крае / О. А. Сорокина, В. В. Токачук, Н. В. Фомина. – Текст: непосредственный // Агрохимический вестник. – 2010. – № 3. – С. 4-8.
9. Перфильев, Н. В. Основная обработка и плодородие темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье / Н. В. Перфильев, О. А. Вьюшина.

– Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 11-12. – С. 19-25.

10. Еремин, Д. И. Гранулометрия пахотных серых лесных почв Северного Зауралья / Д. И. Еремин, Н. А. Груздева. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 18-22.

11. Чуюн, О. Г. Оценка почвенного поглощающего комплекса черноземов и серых лесных почв / О. Г. Чуюн. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2010. – № 10. – С. 11-19.

12. Еремин, Д. И. Изменение гумусового состояния серых лесных почв восточной окраины Зауральского Плато под действием длительной распашки / Д. И. Еремин, Н. А. Груздева. – Текст: электронный // Почвоведение. – 2018. – №7. – С. 826-835. – DOI: 10.1134/S0032180X18070110.

13. Афанасьева Е.А. Черноземы Среднерусской возвышенности / Е. А. Афанасьева. – Москва: Наука, 1966. – 224 с. – Текст: непосредственный.

14. Чуюн, О. Г. К вопросу оценки динамики кислотности пахотных почв ЦЧР / О. Г. Чуюн. – Текст: электронный // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 12. – С. 5-9. – DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11201.

15. Еремин Д.И. Свойства почвообразующих пород Тура-Пышминского междуречья / Д. И. Еремин. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4 (66). – С. 210-213.

16. Еремин, Д. И. Агрогенная трансформация чернозема выщелоченного Северного Зауралья: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Еремин Д. И. – Тюмень, 2012. – 34 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Abramov N.V., Pominov I.I. Sistema osnovnoy obrabotki seroy lesnoy pochvy v podtaezhnoy zone Severnogo Zaural // Sibirskiy vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. – 2007. – No. 2 (170). – S. 5-11.

2. Lyubimova A.V., Yarova E.T., Eremin D.I. Izmenenie biotipnogo sostava sortov yarovoy tritikale v protsesse vzdelyvaniya // Vestn. KrasGAU. – 2018. – No. 5 (140). – S. 3-8.

3. Miller E.I., Rzaeva V.V., Miller S.S. Zasorennost posevov i urozhaynost kukuruzy po osnovnoy obrabotke pochvy v Zapadnoy Sibiri // Agroproduktivnaya politika Rossii. – 2017. – No. 10 (70). – S. 104-108.

4. Shulepova O.V., Belkina R.I. Kachestvo zerna sortov yachmenya v usloviyakh Severnogo Zauralya // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 10 (133). – S. 9-14.

5. Sorokina O.A. Diagnostic parameters of soil formation in grey forest soils of abandoned fields overgrowing with pine forests in the middle reaches of the Angara river // Eurasian Soil Science. – 2010. – Vol. 43. – No. 8. – P. 867-875. DOI: 10.1134/S1064229310080041.

6. Kotchenko S.G., Abramov N.V. Monitoring sostoyaniya plodorodiya pochv Tyumenskoy oblasti // Mir innovatsiy. – 2015. – No. 1-4. – S. 100-106.

7. Karetin L.N. Pochvy Tyumenskoy oblasti. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1990. – 285 s.

8. Sorokina O.A. Izuchenie serykh lesnykh pochv zalezhey v Krasnoyarskom krae / O.A. Sorokina, V.V. Tokavchuk, N.V. Fomina // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2010. – No. 3. – S. 4-8.

9. Perfilov N.V., Vyushina O.A. Osnovnaya obrabotka i plodorodie temno-seroy lesnoy pochvy v Severnom Zaurale // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2011. – No. 11-12. – S. 19-25.

10. Eremin D.I., Gruzdeva N.A. Granulometriya pakhotnykh serykh lesnykh pochv Severnogo Zauralya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 1 (69). – S. 18-22.

11. Chuyan O.G. Otsenka pochvennogo pogloshchayushchego kompleksa chernozemov i serykh lesnykh pochv // Agrokhimiya. – 2010. – No. 10. – S. 11-19.

12. Eremin D.I., Gruzdeva N.A. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya serykh lesnykh pochv vostochnoy okrainy Zauralskogo plato pod deystviem dlitelnoy raspashki // Pochvovedenie. – 2018. –

No. 7. – S. 826-835. DOI: 10.1134/S0032180X18070110.

13. Afanaseva E.A. Chernozemy Srednerusskoy vozvyshennosti. – М.: Nauka, 1966. – 224 s.

14. Chuyan O.G. K voprosu otsenki dinamiki kislotsnosti pakhotnykh pochv TsChR // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – No. 12. – Т. 33. – S. 5-9. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11201.

15. Eremin D.I. Svoystva pochvoobrazuyushchikh porod Tura-Pyshminskogo mezhdurechya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 4 (66). – S. 210-213.

16. Eremin D.I. Agrogennaya transformatsiya chernozema vyshchelochennogo Severnogo Zauralya: avtoref. dis. ... doktora biol. nauk. – Tyumen, 2012. – 34 s.



УДК 630.181

Ю.В. Беховых  
Yu.V. Bekhovych

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПОЗИЦИЯХ МЕЗОРЕЛЬЕФА ГАРИ СОСНОВОГО БОРА В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### THERMAL ENERGY DISTRIBUTION IN SOD-PODZOLIC SOIL AT VARIOUS EXPOSURES OF THE MESORELIEF OF A BURNT PINE FOREST AREA IN THE DRY-STEPPE ZONE OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** лесная гарь, дерново-подзолистая почва, тепловая энергия, гидротермический режим почвы, температура почвы, почвенный теплопоток.

Цель работы – исследование тепловых потоков в дерново-подзолистом почве на различных элементах мезорельефа гари соснового леса, находящейся в сухостепной климатической зоне Алтайского края в первый год после пирогенного воздействия. Объектом изучения была дерново-подзолистая почва под сосновым бором и на гари. В ходе исследований решались задачи по изучению особенностей поступления тепла в гумусовый горизонт почвы на гари и под сосновым бором в период весна-осень, а также сравнения тепловых потоков в гумусовом горизонте почвы на различных элементах мезорельефа на гари и под сосновым бором. Исследования проводились в юго-западной части ленточных боров Алтайского края. Наибольшие численные значения почвенных теплопоток в течение периода весна-осень были зафиксированы в низинных участках рельефа и на южных склонах. На северных склонах экспозиции мезорельефа были отмечены заметно более низкие значения поступления тепловой энергии в почву по сравнению с другими вариантами. Суточные тепловые потоки на различных элементах мезорельефа на контрольном участке менее различались, чем на гари. Суммарные суточные теплопоток за весь период весна-осень на всех элементах мезорельефа на гари и на контрольном участке были

положительными, то есть почва в этот период времени больше принимала тепловой энергии, чем отдавала во внешнее пространство. Летом было отмечено уменьшение численных значений почвенных теплопоток, которое, вероятнее всего, связано с иссушением почвы и уменьшением её теплоёмкости.

**Keywords:** burnt forest area, sod-podzolic soil, thermal energy, soil hydrothermal regime, soil temperature, soil heat flux.

The research goal was to study the heat fluxes in sod-podzolic soil on various mesorelief features of a burnt pine forest area located in the dry-steppe climate zone of the Altai Region during the first year after pyrogenic exposure. The research target was the sod-podzolic soil under the pine forest and on a burnt pine forest area. The research objectives were as following: to study the features of heat entry into the humus horizon of the soil of a burnt pine forest area from spring to autumn, and to compare the heat fluxes in the humus horizon of the soil in different mesorelief features of burnt area and under a pine forest. The research was carried out in the south-western part of the belt pine forests of the Altai Region. The highest numerical values of soil heat fluxes during the spring-autumn period were recorded in low-lying terrain areas and on southern slopes. On the northern slopes of the mesorelief exposure, lower values of thermal energy entry into the soil were observed as compared to other variants. The daily heat fluxes in different mesorelief features in