

8. Netrusov A. I. (ed.) *Ehkologiya mikroorganizmov* [Ecology of microorganisms]. Moscow: Akademiya Publ., 2007. 382 p. (in Russian).
9. Kent A. D., Triplett E. W. Microbial communities and their interactions in soil and rhizosphere ecosystems. *Annual Review of Microbiology*. 2002. Vol. 56. P. 211-236.
10. Patkowska E., Konopinski M. Antagonistic activity of selected bacteria occurring in the soil after root chicory cultivation. *Plant, Soil and Environ.* 2014. Vol. 60. № 7. P. 320-324.
11. Romanenko G. A. Plant - microbe interactions: fundamental and applied research in Russia. *Biology of Plant - Microbe interactions. Proc. Int. Congr. S.-Peterburg - St. Paul. USA*, 2003. V. 4. P. 19-23.
12. van der Heijden M. G. A., Bardgett D., van Straalen N. M. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecol. Lett.* 2008. Vol. 11. № 3. P. 296-310.
13. Zhang F. Biological processes in the rhizosphere: a frontier in the future of soil science. *The Future of Soil Science*. Wageningen, 2006. P. 155-157.

Сведения об авторе

Свистова Ирина Дмитриевна – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии растений и животных ФБГОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», Воронеж, Российская Федерация; e-mail: i.svistova@mail.ru.

Information about the author

Svistova Irina Dmitrievna –Doctor of Biological Sciences, Professor, FSBEI HE "Voronezh State Pedagogical University", DSc in Biology, Voronezh, Russian Federation; e-mail: i.svistova@mail.ru.

DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/6

УДК 631.468

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИИ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

доктор биологических наук **О.П. Негрбов**¹

О.О. Маслова²

С.О. Негрбов¹

С.С. Рубцов¹

1 – ФБГОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация

2 – ФБГОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж,
Российская Федерация

Начало комплексных исследований почв в Воронежской области заложено в работах по Каменной степи экспедиции В.В. Докучаева и его сотрудников П.А. Костычева, Г.Н. Высоцкого, А.А. Силантьева, Н.А. Димо, М. Рузского и др. В этих работах заложены биоценологические принципы изучения экосистем почв, с учетом роли почвенных беспозвоночных в формировании почв. Наиболее значимый период развития почвенной зоологии (30-70-е гг. XX в.) неразрывно связан с именем М.С. Гилярова. В середине 50-х годов XX века М.С. Гиляровым была сформирована новая парадигма. В ней была развита система взглядов относительно оценки всей почвенной фауны как открытой биоценотической системы. К.К. Сент-Илер опубликовал одну из первых работ по почвенной зоологии в окрестности Воронежа. В Воронежском государственном университете на кафедре зоологии группой специалистов Л.И. Игнатъевой, А.И. Портнихиной и П.М. Дровяниковой под руководством К.К. Сент-Илера продолжены исследования по мезофауне. В.С. Петров один из первых исследовал видовой состав и распределение семейства Lumbricidae Воронежской

области. Более подробно фауну дождевых червей изучала Т.С. Всеволодова-Перель, которая исследовала структуру почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи. И.В. Кудряшева изучала численность и биомассу почвенных животных в Теллермановском лесу. Б.Р. Стриганова и В.М. Емец изучали почвенную мезофауну на территории Воронежского заповедника. В.В. Говоров и А.Ю. Чаплыгин изучали почвенных беспозвоночных в Усманском бору и в Каменной степи. С 1992 года под руководством О.П. Негрובה проводится комплексное изучение почвенных беспозвоночных на лесостепных территориях Воронежской области (Нововоронеж, пос. Елань-Коленовский, Усманский бор и т.д.).

Ключевые слова: мезофауна, почва, почвоведение, беспозвоночные животные.

ECOLOGICAL RESEARCH REVIEW OF SOIL INVERTEBRATE ANIMALS OF THE VORONEZH REGION

DSc (Biology) **O.P. Negrobov**¹

O.O. Maslova²

S.O. Negrobov¹

S.S. Rubtsov¹

1 – FSBEI HE Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation

2 – FSBEI HE Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russian Federation

The beginning of complex soil studies in the Voronezh Region was laid down in the works on the Kamennaya Steppe by the expedition of V.V. Dokuchaev and his staff (P.A. Kostychev, G.N. Vysotsky, A.A. Silantiev, N.A. Dimo, M. Ruzsky and others). In this work, biocenological principles for studying soil ecosystems, taking into account the role of soil invertebrates in soil formation were studied. The most significant period in the development of soil zoology (the 30s – 70s of the 20th century) is inseparably linked with the name of M.S. Gilyarov. M.S. Gilyarov formed a new paradigm in the mid-50s of the 20th century. It developed a system of views regarding the assessment of the entire soil fauna as an open biocenotic system. K.K. Saint-Hilaire published one of the first works on soil zoology in the vicinity of Voronezh. A group of specialists (Voronezh State University, the Department of Zoology) L.I. Ignatieva, A.I. Portnichina and P.M. Drovyanikova continued research on the mesofauna under the supervision of K.K. Saint-Hilaire. V.S. Petrov was the first one to study the species composition and distribution of the Lumbricidae family in the Voronezh region. T.S. Vsevolodova-Perel studied the earthworm fauna in more detail. She investigated the structure of the soil population of oak forests of the Central Russian forest-steppe. I.V. Kudryasheva studied the abundance and biomass of soil animals in the Tellerman forest. B.R. Striganova and V.M. Emets studied the soil mesofauna in the territory of the Voronezh Reserve. V.V. Govorov and A.Yu. Chaplygin studied soil invertebrates in Usmansky oak forest and in the Stone Steppe. Since 1992, there was a comprehensive study of soil invertebrates in the forest-steppe territories of the Voronezh Region (Novovoronezh, the village of Elan-Kolenovsky, Usmansky oak forest, etc.) under the supervision of O.P. Negrobov.

Keywords: mesofauna, soil, soil science, invertebrates.

Недостаточная изученность почвенной фауны и ее воздействия на почву объясняется многими причинами. В первую очередь зоологи не проявляли отчетливого интереса к педофауне из-за исключительных трудностей непосредственных наблюдений над обитающими в почве организмами, связанных с непрозрачностью и плотностью среды. Отсюда вытекают трудности нахождения обитаю-

щих в почве животных и их извлечения, а также сложность методик количественного учета [5].

В.В. Докучаевым разработаны и основные методы почвенных исследований – профилно-морфологический, сравнительно-морфологический, заложены основы современной картографии почв [9]. Ученики и последователи В.В. Докучаева – П.А. Костычев, Г.Н. Высоцкий, А.А. Силантьев,

Н.А. Димо, М. Рузский и др. – продолжали разрабатывать основы генетического почвоведения, включая в свои работы изучение почвообразующей деятельности животных.

Отечественный лесовод А. Полимпсестов в своей работе о почвообразующей деятельности дождевых червей отмечал роль и других беспозвоночных – мокриц и многих видов насекомых [25].

П.А. Костычев провел ряд исследований, которые показали, что аморфные продукты разложения почвы образуются в результате жизнедеятельности животных организмов. При отсутствии почвенных животных разложение растительного опада длится гораздо дольше [14].

Наиболее значимый период развития почвенной зоологии (30-е – 70-е гг. XX в.) неразрывно связан с именем М.С. Гилярова. В середине 50-х годов XX века М.С. Гиляровым была сформирована новая парадигма. В ней была разработана система взглядов относительно оценки всей почвенной фауны как открытой биоценотической системы; о связи фауны с определенными типом почв и растительными ассоциациями. Официальной датой рождения почвенной зоологии М.С. Гиляров считал 1951 год, когда впервые в центральной печати почвенная зоология была названа «новой научной областью» [5].

В рамках этого направления стали работать многие ученые: К.В. Арнольди, Ю.Б. Бызова, Н.Т. Залеская, Т.О. Перель, Г.И. Всеволодова-Перель, Д.А. Криволицкий, Б.Р. Стриганова, Г.В. Мордкович, Г.И. Артемьева и др.

В Воронежской области почвенно-зоологические исследования проводились с начала XX века. З.С. Головянко [8, 9] проводит исследования по двум видам хрущей в Воронежской области. Изучение этих насекомых и их почвообитающих личинок проводилось в рамках комплексной экспедиции В.В. Докучаева.

К.К. Сент-Илер опубликовал одну из первых работ по почвенной зоологии в окрестности Воронежа [33]. Необходимо отметить также работы В.Г. Березиной [1, 2]. В Воронежском государственном университете на кафедре зоологии группой специалистов Л.И. Игнатъевой, А.И. Портнихиной и П.М. Дровяниковой под

руководством К.К. Сент-Илера была развернута в 1928-1935 гг. работа по изучению фауны черноземных почв окрестностей Воронежа. Итоги этих исследований были обобщены в работе К.К. Сент-Илера, который одним из первых изложил основополагающие принципы почвенно-зоологических исследований.

В.М. Березина на основе работ в Каменной степи пришла к выводу, что уже через 7-8 лет после посадки, когда кроны молодых деревьев смыкаются и затеняют поверхность почвы, степная почвенная фауна сменяется лесной [4]. В 1949 году В.М. Березина, в связи с массовым облесением степей, изучала не только мезофауну лесных полос, но и изменения в составе мезофауны открытых пространств.

В.С. Петров одним из первых исследовал видовой состав и распределение семейства Lumbricidae Воронежской области. Отбор материала проводился на обширной территории, охватившей практически всю Воронежскую область. Места отбора дождевых червей приурочены главным образом к поймам рек бассейна Среднего Дона. Всего обнаружено 13 видов семейства Lumbricidae, принадлежащих к 5 родам [24].

И.В. Кудряшева, изучая численность и биомассу почвенных животных в Теллермановском лесу, пришла к выводам: группировки мезофауны смешанного широколиственного леса несут черты особенностей зональных комплексов беспозвоночных плакорных лесостепных дубрав; среди почвенного населения доминируют разнообразно представленные сапрофаги, наибольшая часть биомассы которых приходится на дождевых червей [15].

Т.С. Всеволодова-Перель исследовала структуру почвенного населения дубрав Среднерусской лесостепи для уточнения данных, полученных при работе в заповеднике «Лес на Ворскле». Проведенная работа в Острогжском лесхозе Воронежской области предоставила данные, которые показали, что почвенное население плакорных дубрав на Среднерусской лесостепи состоит из двух существенно различающихся экологических групп. Одну из них образуют влаголюбивые и холодостойкие виды, в другую входят относительно термофильные и хорошо приспособленные к перенесению дефицита влаги в почве виды [7].

Б.Р. Стриганова в 1962 г. изучала почвенную мезофауну на территории Воронежского заповедника. Исследования показали сравнительную видовую бедность почвенных беспозвоночных заповедника. Численность и видовое разнообразие почвенной мезофауны возрастают при переходе от слабогумусированных почв к почвам, более богатым гумусом. Смена древесных пород и почвенного покрова сопровождается глубокими изменениями видового состава и численности почвенного населения [34, 35, 36].

В Воронежском государственном биосферном заповеднике проводит исследования В.М. Емец по наземным и почвенным беспозвоночным [11, 12]. В 1996-1998 гг. В.М. Емец совместно с профессором Б.Р. Стригановой изучают многолетнюю динамику видового разнообразия личинок Elateridae на трансекте, пересекающей долину р. Усмань на территории Воронежского заповедника. Исследователи сделали вывод, что механизм устойчивости разнообразия всей группировки педофауны в бассейне реки заключается в формировании разнонаправленной динамики видового разнообразия локальных группировок отдельных местообитаний [35, 37]. В 1999 году ученые провели сравнительное исследование состава и структуры четырех типов биотических сообществ в дубравах буферной и эталонной зон Воронежского государственного биосферного заповедника [42].

Э.Р. Клечковский, изучая жуужелиц как индикаторов черноземов Воронежской области, исследовал не только стадию имаго, но и личиночную стадию. Клечковский выделил виды-биоиндикаторы подтипов чернозема и предложил фенологические сроки развития доминантных космополитных видов семейства Carabidae относить к биологическим индикаторам черноземов Воронежской области [13].

В Воронежском государственном университете под руководством профессора О.П. Негрובה с учениками А.Н. Тимофеевым и А.С. Назаровым проводились почвенно-зоологические исследования [16-23, 37-39].

В.В. Говоров впервые для контрастно различных почвенных типов провел комплексные исследования генетически сопряженных почв катен

Усманского бора. Впервые для Каменной степи определил 20 видов мезофауны и уточнил ареал вида *Dendrobaena schmidtii tellermanica* Perel. для Усманского бора, впервые отметил 11 видов Coleoptera, 7 видов Lumbricidae. Выявил закономерности годовой и сезонной динамики распределения количественного и качественного состава мезофауны по типам почв и почвенному профилю. Выделил группы мезофауны (Lumbricidae, Elateridae), которые могут использоваться в качестве биоиндикаторов типов почв [6, 7, 41].

А. Ю. Чаплыгин предложил зоологический метод диагностики свойств черноземных почв как среды обитания крупных почвенных беспозвоночных. Выделил группы почвенных животных, которые могут быть использованы в качестве биоиндикаторов агроэкологического состояния почв: представители семейств Lumbricidae, Scarabaeidae, Julidae, Geophilidae, Lithobiidae [40].

Е.Е. Беломар и А.В. Сурковым издано учебное пособие «Почвенная зоология» [4].

С 2012 г. С.С. Рубцов под руководством О.П. Негрובה проводит комплексное изучение почвенных беспозвоночных на лесостепных территориях Воронежской области (Нововоронеж, пос. Елань-Коленовский, Усманский бор и т.д.). Его работы посвящены сравнению разных групп почвенных беспозвоночных на территориях пирогенной сукцессии и их воздействия на изменение состояния экосистем. Для биоиндикации использованы видовой состав, численность и соотношение трофических групп [26-32].

Почвенная зоология в настоящее время – многоплановая научная дисциплина, изучающая взаимодействие обитающих в почве животных с их средой в индивидуальном и историческом развитии. Почвенно-зоологические исследования охватывают широкий круг современных проблем: популяционную структуру и динамику сообществ; специфику биотических связей в сапротрофном зоомикробном комплексе и структурных особенностей пищевых цепей в почве; роль почвенной биоты в системе биоиндикации антропогенных воздействий на природные экосистемы и биоиндикации окружающей среды.

Библиографический список

1. Березина, В. Г. Изменение в составе и численности вредной почвенной энтомофауны под влиянием преобразования природы Каменной степи / В. Г. Березина // Энтомологическое обозрение. – 1952. – Т. 32. – С. 3-14.
2. Березина, В. Г. Изменение энтомофауны почв в связи с переходом их из условий степи в условия леса / В. Г. Березина // Энтомологическое обозрение. – 1937. – 127. – Вып. 1-2. – С. 77-112.
3. Биломар, Е. Е. Почвенная зоология: учеб. пособие / Е. Е. Биломар, А. В. Сурков. – Борисоглебск, 2013. – 404 с.
4. Всеволодова-Перель, Т. С. О структуре почвенного населения дубрав на юге Среднерусской лесостепи / Т. С. Всеволодова-Перель, С. Э. Надточий // Экология. – 1992. – № 2. – С. 68-74.
5. Гиляров, М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 278 с.
6. Говоров, В. В. Фауна дождевых червей Усманского бора / В. В. Говоров, О. П. Негроров // Состояние и проблемы экосистем Среднерусской лесостепи. – Воронеж, 2004. – С. 38-42.
7. Говоров, В. В. К изучению мезофауны катены Усманского бора Воронежской области / В. В. Говоров, А. П. Щербаков // Экология ЦЧО РФ. – 2003. – № 1 (10). – С. 9-14.
8. Головянко, З. С. Образ жизни хрущей (*Melolontha hippocastani* и *Polyphylla fullo*) в Хреновском бору Воронежской губ. / З. С. Головянко // Труды по лесному опытному делу. – 1909. – 140 с.
9. Головянко, З. С. Определитель наиболее обыкновенных личинок пластинчатоусых жуков / З. С. Головянко. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 65 с.
10. Докучаев, В. В. Преобразование природы степей. Работы по исследованию почв и оценке земель, учение о зональности и классификации почв / В. В. Докучаев // Сочинения. – М.-Л., 1951. – Т. 6. – С. 125.
11. Емец, В. М. Многолетние колебания численности основных групп эпигеобионтной мезофауны на лесостепной катене (Воронежский биосферный заповедник) / В. М. Емец // Труды Воронежского государственного заповедника. – Вып. XXIII. – Воронеж, 1997. – С. 161-173.
12. Емец, В. М. Мониторинг разнообразия почвенной фауны на реакционно используемых и заповедных территориях (первый уровень) / В. М. Емец. – Воронеж, 2002. – 66 с.
13. Ключковский, Э. Р. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) как индикаторы черноземных почв Воронежской области / Э. Р. Ключковский // Проблемы кадастра, экологии и охраны животного мира России. – 1990. – С. 119-121.
14. Костычев, П. А. Почвы черноземной области России / П. А. Костычев. – СПб., 1886. – 230 с.
15. Кудряшева, И. В. Численность и биомасса (весовая и энергетическая оценки) почвообитающих беспозвоночных в широколиственном лесу / И. В. Кудряшева // Журнал общей биологии. – 1973. – XXXIV. – № 3. – С. 417-424.
16. Назаров, А. С. Структура почвенной мезофауны некоторых типов леса Усманского бора / А. С. Назаров // Состояние и проблемы экосистем Усманского бора. – Воронеж, 1992. – Вып. 2. – С. 76-81.
17. Негроров, О. П. Динамика некоторых экологических характеристик почвенной мезофауны на вырубках разных лет в условиях центральной лесостепи / О. П. Негроров, А. С. Назаров // Успехи энтомологии в СССР: Лесная энтомология. – Л., 1990. – С. 91-93.
18. Негроров, О. П. К изучению мезофауны катены Усманского бора Воронежской области / О. П. Негроров, А. П. Щербаков, В. В. Говоров // Экология. – 2003. – № 1 (10). – С. 9-14.
19. Негроров, О. П. К экологии почвообитающих личинок некоторых семейств двукрылых / О. П. Негроров, А. С. Назаров // Систематика, зоогеография и кариология двукрылых насекомых (Insecta: Diptera). – СПб., 1992. – С. 129-130.

20. Негрбов, О. П. Почвенно-зоологическая характеристика экосистем Усманского бора (Воронежская область) / О. П. Негрбов, В. В. Говоров, А. А. Воронин // Человек и животные : матер. II Междунар. науч.-практ. конференции. – Астрахань, 2004. – С. 108-110.
21. Негрбов, О. П. Распределение личинок щелкунов (Coleoptera, Elateridae) в катене Усманского бора / О. П. Негрбов, А. П. Щербаков, В. В. Говоров // Вопросы естествознания. – 2003. – Вып. 11. – С. 37-39.
22. Негрбов, О. П. Биоиндикация состояния экосистем (территория месторождения никеля) по комплексу беспозвоночных животных – хортобионтов // О. П. Негрбов, Д. С. Котляров, С. С. Рубцов. – Экология. – 2012. – С. 122-124.
23. Негрбов, О. П. Почвенно-зоологическая характеристика экосистем Усманского бора (Воронежская область) / О. П. Негрбов, В. В. Говоров, А. А. Воронин // Человек и животные : Матер. II Междунар. науч.-практ. конференции. – Астрахань, 2004. – С. 108-110.
24. Петров, В. С. Материалы по фауне и экологии сем. Lumbricidae (Oligochaeta) Воронежской области / В. С. Петров // Бюллетень м. о-ва исп. природы. Отд. Биологии. – 1947. – Т. LII. – Вып. 1. – С. 51-53.
25. Полимпестов, А. И. Степи юга России, были ли искони веков степями и можно ли облесить их? / А. И. Полимпестов // Лесной журнал. – 1882. – № 2. – С. 93-141.
26. Рубцов, С. С. Изменение состава мезофауны при пирогенной сукцессии Усманского бора / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов // Матер. докл. VI Всерос. науч. конференции по лесному почвоведению с международным участием. – Сыктывкар, 2015. – С. 162-164.
27. Рубцов, С. С. Мезофауна как показатель стабильности экосистем на примере почв в бассейне реки Елань / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов // Липецкий эколого-гуманитарный институт. – 2014. С. 89-92.
28. Рубцов, С. С. Пирогенная сукцессия мезофауны Усманского бора Воронежской области // С. С. Рубцов, О. П. Негрбов // Матер. XVII Всерос. Соповещения по почвенной зоологии ; под ред. Б. Р. Стригановой. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2014. – С. 183-185.
29. Рубцов, С. С. Эколого-фаунистическая характеристика мезофауны Воронежского федерального заказника / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов. – Воронеж, 2014, С. 220-224.
30. Рубцов, С. С. Изменение состава мезофауны при пирогенной сукцессии Усманского бора / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов. – Сыктывкар, 2015. – С. 162-164.
31. Рубцов, С. С. Мезофауна как показатель стабильности экосистем на примере почв в бассейне реки Елань / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов. – Липецк, 2014. – С. 89-92.
32. Рубцов, С. С. Формирование мезофауны в пирогенной дубраве / С. С. Рубцов, О. П. Негрбов // Acta Biologica Sibirica. – 2017. – С. 6-11.
33. Сент-Илер, К. К. Наблюдение над фауной почвы окрестностей г. Воронежа / К. К. Сент-Илер // Тр. ВГУ. – 1938. – Т. 10. – Вып. 3. – С. 37-62.
34. Стриганова, Б. Р. Закономерности пространственно-временной динамики разнообразия почвенной мезофауны (на примере жуков-щелкунов *Bateridae, Coltoptera*) / Б. Р. Стриганова, В. М. Емец // Известия АН. Серия зоолог. – 1998. – № 6. – С. 717-724.
35. Стриганова, Б. Р. Распределение почвообитающих беспозвоночных в лесных почвах Воронежской области / Б. Р. Стриганова // Проблемы почвенной зоологии: Матер. II Всесоюз. совещ. – 1966. – С. 132-133.
36. Современный тренд динамики разнообразия биотических сообществ лесостепных дубрав / Б. Р. Стриганова, В. М. Емец, Е. А. Стародубцева, В. С. Емец // Известия АН. Серия биолог. – 2001. – № 5. – С. 597-606.
37. Тимофеев, А. Н. К вопросу изучения почвенных беспозвоночных некоторых биотопов Хреновского бора Воронежской области / А. Н. Тимофеев // Экология и охрана окружающей среды. – Рязань, 1993. – С. 48-49.

38. Тимофеев, А. Н. К изучению педобионтов Дивногогорской катены в Экологическом мониторинге заповедника / А. Н. Тимофеев, О. П. Негрбов // Проблемы почвенной зоологии. – Ростов-на-Дону, 1996. – С. 169-170.

39. Тимофеев, А. Н. Распределение педобионтов по почвенным горизонтам в околородных биогеоценозах Воронежской области / А. Н. Тимофеев // Актуальные вопросы экологии и охраны природы водных экосистем и сопредельных территорий. – Краснодар, 1995. – С. 180-189.

40. Чаплыгин, А. Ю. Влияние свойств почв Каменной степи на состав, структуру и динамику мезофауны / А. Ю. Чаплыгин. – Воронеж, 2006. – 238 с.

41. Щербаков, А. П. Почвенно-зоологическая характеристика экосистем Усманского бора и Каменной степи / А. П. Щербаков, В. В. Говоров // Проблемы почвенной зоологии : матер. III (XIII) Всерос. совещ. по почвенной зоологии. – М., 2002. – С. 209.

References

1. Berezina V. G. *Izmenenie v sostave i chislennosti vrednoj pochvennoj entomofauny pod vliyaniem preobrazovaniya prirody Kamennoj stepi* [The change in the composition and number of harmful soil entomofauna under the influence of the transformation of the nature of the Kamennoj Stone steppe]. *Entomol. obozren.* 1952. T. 32. P. 3-14 (in Russian).

2. Berezina V. G. *Izmenenie entomofauny pochv v svyazi s perexodom ix iz uslovij stepi v usloviya lesa* [Changes in soil entomofauna due to their transition from steppe conditions to forest conditions]. *Entomol. obozr.* 1937. 127. V. 1-2. P. 77-112 (in Russian).

3. Bilomar E. E., Surkov A. V. *Pochvennaya zoologiya: uchebnoe posobie* [Soil zoology: textbook]. Borisoglebsk, 2013. 404 p. (in Russian).

4. Vsevolodova-Perel' T. S., Nadtochij S. E. *O structure pochvennogo naseleniya dubrav na yuge Srednerusskoj lesostepi* [On the structure of the soil population of oak forests in the south of the Central Russian forest-steppe]. *Ekologiya.* 1992. № 2. P. 68-74 (in Russian).

5. Gilyarov M. S. *Zoologicheskij metod diagnostiki pochv* [Zoological method of soil diagnostics]. M.: Nauka, 1965. 278 p. (in Russian).

6. Govorov V. V., Negrobov O. P. *Fauna dozhdevy'x chervej Usmanskogo bora* [Fauna of earthworms of Usmansky pine forest]. *Sostoyanie i problemy ekosistem Srednerusskoj lesostepi.* Voronezh, 2004. P. 38-42 (in Russian).

7. Govorov V. V., Shcherbakov A. P. *K izucheniyu mezofauny kateny Usmanskogo bora Voronezhskoj oblasti* [To the study of the catena mesofauna of Usmansky boron, Voronezh region]. *Ehkologiya ZCHO RF.* 2003. 1 (10). P. 9-14 (in Russian).

8. Golovyanko Z. S. *Obraz zhizni xrushhej (Melolonthahippocastanii Polyphylafullo) v Xrenovskom boru Voronezhskoj gub* [Lifestyle of Melolonthahippocastani and Polyphylafullo in Khrenovsky Bor Voronezh gubernia]. *Trudy po lesnomu opytному delu.* 1909. 140 p. (in Russian).

9. Golovyanko Z. S. *Opredelitel' naibolee obyknovennyx lichinok plastinchatousyx zhukov* [Key to the most common larvae of scarab beetles]. M.-L. :Izd-vo AN SSSR, 1936. 65 p. (in Russian).

10. Dokuchaev V. V. *Preobrazovanie prirody stepej* [Transform the nature of the steppes]. *Raboty po issledovaniyu pochv i ocnke zemel', uchenie o zonal'nosti i klassifikacii pochv // Sochineniya.* M.-L., 1951. T. 6. 32 p. (in Russian).

11. Emecz V. M. *Mnogoletnie kolebaniya chislennosti osnovnyx grupp epigeobiontnoj mezofauny na lesostepnoj katene (Voronezhskij biosfernyj zapovednik)* [Long-term variations in the abundance of the main groups of the epigeobiont mesofauna on the forest-steppe catena]. *Trudy` Voronezhskogo gosudarstvennogo zapovednika.* XXIII. Voronezh, 1997. P. 161-173 (in Russian).

12. Emecz V. M. *Monitoring raznoobraziya pochvennoj fauny na reakcionno ispol'zuemyx i zapovednyx territoriyax (pervyj uroven')* [Monitoring the diversity of soil fauna in reactionally used and protected areas (first level)]. Voronezh, 2002. P. 66 (in Russian).
13. Klechkovskij E. R. *Zhuzhelicy (Coleoptera, Carabidae) kak indikatory chernozemnyx pochv Voronezhskoj oblasti* [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of chernozem soils of the Voronezh region]. *Problemy kadastra, ekologii i oxrany zhivotnogo mira Rossii*. 1990. P. 119-121 (in Russian).
14. Kostychev P. A. *Pochvy chernozemnoj oblasti Rossii* [Soils of the chernozem region of Russia]. SPb., 1886. 230 p. (in Russian).
15. Kudryasheva I. V. *Chislennost' i biomassa (vesovaya i energeticheskaya ocenki) pochvoobitayushhix bespozvonochnyx v shirokolistvennom lesu* [Abundance and biomass (weight and energy estimates) of tiller invertebrates in a broad-leaved forest]. *Zhurnal obshej biologii*. 1973. T. XXXIV. № 3. P. 417-424 (in Russian).
16. Nazarov A. S. *Struktura pochvennoj mezofauny nekotoryx tipov lesa Usmanskogo bora* [The structure of the soil mesofauna of some forest types of Usmansky pine forest]. *Sostoyanie i problemy ekosistem Usmanskogo bora*. Voronezh, 1992. V. 2. P. 76-81 (in Russian).
17. Negrobov O. P., Nazarov A. S. *Dinamika nekotoryx ekologicheskix xarakteristik pochvennoj mezofauny na vyrubkax raznyx let v usloviyax centralnoj lesostepi* [Dynamics of some ecological characteristics of the soil mesofauna on clearings of different years in the conditions of the central forest-steppe]. *Uspexi entomologii v SSSR: Lesnaya entomologiya*. L., 1990. P. 91-93 (in Russian).
18. Negrobov O. P., Shcherbakov A. P., Govorov V. V. *K izucheniyu mezofauny kateny Usmanokogo bora Voronezhskoj oblasti* [To the study of the catena mesofauna, Usmansky boron of the Voronezh region]. *Ekologiya*. Lipetsk, 2003. № 1 (10). P. 9-14 (in Russian).
19. Negrobov O. P., Nazarov A. S. *K ekologii pochvoobitayushhix lichinok nekotoryx semejstv dvukrylyx* [To the ecology of soil-borne larvae of some families of dipterans]. *Sistematika, zoogeografiya akariologiya dvukrylyx nasekomyx* (Insecta: Diptera). SPb., 1992. P. 129-130 (in Russian).
20. Negrobov O. P., Govorov V. V., Voronin A. A. *Pochvenno-zoologicheskaya xarakteristika ekosistem Usmanskogo bora (Voronezhskaya oblast')* [Soil-zoological characteristics of ecosystems of Usmansky pine forest (Voronezh region)]. *Chelovek i zhivotnye: materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Astrakhan', 2004. P. 108-110 (in Russian).
21. Negrobov O. P., Shcherbakov A. P. *Raspredelenie lichinok shhelkunov (Coleoptera, Elateridae) v katene Usmanskogo bora* [Distribution of click larvae (Coleoptera, Elateridae) in the catena of Usmansky bor]. *Voprosy estestvoznaniya*. Lipetsk, 2003. Vip. 11. P. 37-39 (in Russian).
22. Negrbov O. P., Negrobov S. O., Kotlyarov D. S., Rubczov S. S. *Bioindikaciya sostoyaniya ekosistem (territoriya mestorozhdeniya nikelya) po kompleksu bespozvonochnyx zhivotnyx – xortobiontov* [Bioindication of the state of ecosystems (territory of a nickel deposit) by the hortobiont complex of invertebrate animals]. *Ekologiya*. 2012. P. 122-124 (in Russian).
23. Negrobov O. P., Govorov V. V., Voronin A. A. *Pochvenno-zoologicheskaya xarakteristika ekosistem Usmanskogo bora (Voronezhskaya oblast')* [Soil-zoological characteristics of ecosystems of Usmansky boron (Voronezh region)]. *Chelovek i zhivotnye: Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Astrakhan', 2004. P. 108-110 (in Russian).
24. Petrov V. S. *Materialy po faune i ekologii sem. Lumbricidae (Oligochaeta) Voronezhskoj oblasti* [Materials on the fauna and ecology of this family. Lumbricidae (Oligochaeta) of the Voronezh Region] // *Byulleten' m. o-vaisp. prirody*. Otd. Biologii. 1947. T. LII. V. 1. P. 51-53 (in Russian).
25. Polimpestov A. I. *Stepi yuga Rossii, byli li iskonni vekov stepyami i mozjno li oblesit' ix?* [The steppes of the south of Russia, were there evergreens steppes and is it possible to tree them?]. *Lesnoj zhurnal*. 1882. № 2. P. 93-141 (in Russian).

26. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Izmenenie sostava mezofauny pripirogennoj sukcesii Usmanskogo bora* [Changes in the composition of the mesofauna during pyrogenic succession of Usmansky boron]. *Materialy dokladov VI Vserossijskoj nauch. konf. po lesnomu pochvovedeniyu s mezhdunarodnym uchastiem*. Syktyvkar, 2015. P. 162-164 (in Russian).
27. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Mezofauna kak pokazatel' stabil'nosti ekosistem na primere pochv v bassejne reki Elan'* [Mesofauna as an indicator of ecosystem stability on the example of soil in the Elan river basin]. *Lipeckij ekologo-gumanitarnyj institut*. Lipetsk, 2014. P. 89-92 (in Russian).
28. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Pirogenная sukcesiya mezofauny Usmanskogo bora Voronezhskoj oblasti* [Pyrogenic succession of mesofauna of Usmansky boron, Voronezh region]. *Materialy` XVII Vserossijskogo Soveshhaniya po pochvennoj zoologii*; pod red. B. R. Striganovoj. Moskva: t-vo nauchnyx izdaniy KMK, 2014. P. 183-185 (in Russian).
29. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Ekologo-faunisticheskaya xarakteristika mezofauny Voronezhskogo federal'nogo zakaznika* [Ecological and faunistic characteristics of the mesofauna of the Voronezh Federal Reserve]. Voronezh, 2014. P. 220-224 (in Russian).
30. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Izmenenie sostava mezofauny pripirogennoj sukcesii Usmanskogo bora* [Changes in the composition of the mesofauna during pyrogenic succession of Usmansky boron]. Syktyvkar, 2015. P. 162-164 (in Russian).
31. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Mezofauna kak pokazatel' stabil'nosti ekosistem na primere pochv v bassejne reki Elan'* [Mesofauna as an indicator of ecosystem stability on the example of soil in the Elan river basin]. *Lipeckij ekologo-gumanitarnyj institut*. Lipetsk, 2014. P. 89-92 (in Russian).
32. Rubczov S. S., Negrobov O. P. *Formirovanie mezofauny v pirogennoj dubrave* [Formation of mesofauna in pyrogenic oak forest]. *Acta Biologica Sibirica*. 2017. P. 6-11 (in Russian).
33. Sent-Iler K. K. *Nablyudenie nad faunoj pochvy okrestnostej g. Voronezha* [Observation over the soil fauna of the Voronezh region]. *Tr. VGU*. 4 1938. T. 10. V. 3. P. 37-62 (in Russian).
34. Striganova B. R., Emecz V. M. *Zakonomernosti prostranstvenno-vremennoj dinamiki raznoobraziya pochvennoj mezofauny (na primere zhukov-shchelkunov Bateridae, Coleoptera)* [Patterns of the spatio-temporal dynamics of soil mesofauna diversity (for example, click beetles *Bateridae*, *Coltoptera*)]. *Izvestiya AN. Seriya zoolog.* 1998. № 6. P. 717-724 (in Russian).
35. Striganova B. R. *Raspredelenie pochvoobitayushhix bespozvonochnyx v lesnyx pochvax Voronezhskoj oblasti* [Distribution of soil-inhabiting invertebrates in forest soils of the Voronezh region]. *Problemy pochvennoj zoologii: Mat. II Vsesoyuzn. soveshh.* 1966. P. 132-133 (in Russian).
36. Striganova B. R., Emecz V. S., Starodubceva E. A. *Sovremennyy trend dinamiki raznoobraziya bioticheskix soobshhestv lesostepnyx dubrav* [Modern trend in the diversity of biotic communities of forest-steppe oak forests]. *Izvestiya AN. Seriya biolog.* 2001. № 5. P. 597-606 (in Russian).
37. Timofeev A. N. *K voprosu izucheniya pochvennyx bespozvonochnyx nekotoryx biotopov Xrenovskogo bora Voronezhskoj oblasti* [To the question of studying soil invertebrates of some biotopes of Khrenovsky boron of the Voronezh region]. *Ekologiya i ohrana okruzhayushhej sredy*. Ryazan', 1993. P. 48-49 (in Russian).
38. Timofeev A. N., Negrobov O. P. *K izucheniyu pedobiontov Divnogorskoj kateny v Ekologicheskom monitoringe zapovednika* [To study the pedobionts of the Divnogorskaya Catena in the Ecological Monitoring of the Reserve]. *Problemy pochvennoj zoologii*. Rostov-na-Donu, 1996. P. 169-170 (in Russian).
39. Timofeev A. N. *Raspredelenie pedobiontov po pochvennym gorizontam v okolovodnyx biogeocenozach Voronezhskoj oblasti* [Distribution of pedobionts over soil horizons in near-water biogeocenoses of the Voronezh Region]. *Aktual'nye voprosy ekologii i ohrany prirody vodnyx ekosistem i sopredel'nyx territorij*. Krasnodar, 1995. P. 180-189 (in Russian).

40. Chaplin A. Yu. *Vliyanie svojstv pochv Kamennoj stepi na sostav, strukturu i dinamiku mezofauny* [Influence of soil properties of the Kamennaya Steppe on the composition, structure and dynamics of the mesofauna]. Voronezh, 2006. 238 p. (in Russian).

41. Shcherbakov A. P., Govorov V. V. *Pochvenno-zoologicheskaya xarakteristika e`kosistem Usmanskogo bora i Kamennoj stepi* [Soil-zoological characteristics of ecosystems of Usmansky pine forest and Kamennaya steppe]. *Problemy pochvennoj zoologii : materialy III (XIII) Vseros. soveshh. po pochvennoj zoologii*. M., 2002. P. 209 (in Russian).

Сведения об авторах

Негробов Олег Павлович – профессор, доктор биологических наук, зав. кафедрой экологии и систематики беспозвоночных животных ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: negrobov@list.ru.

Маслова Ольга Олеговна – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет», г. Воронеж, Российская Федерация.

Негробов Сергей Олегович – кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация.

Рубцов Сергей Сергеевич – аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Российская Федерация.

Information about the authors

Negrobov Oleg Pavlovich – Professor, DSc in Biology, head of the Department of Ecology and Systematics of Invertebrates, FSBEI HE «Voronezh State University», Voronezh, Russian Federation; e-mail: negrobov@list.ru.

Maslova Olga Olegovna – PhD in Biology, Associate Professor, FSBEI HE «Voronezh State Pedagogical University», Voronezh, Russian Federation.

Negrobov Sergey Olegovich – PhD in Biology, Associate Professor, FSBEI HE «Voronezh State University», Voronezh, Russian Federation.

Rubtsov Sergey Sergeevich – Postgraduate Student, FSBEI HE «Voronezh State University», Voronezh, Russian Federation.