

## Влияние лесной мозаичности на функциональное разнообразие дождевых червей (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) (на примере лесостепного Приобья Новосибирской области)

С. А. ЕРМОЛОВ

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН  
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, стр. 14  
E-mail: ermserg96@gmail.com

Статья поступила 17.11.2023

После доработки 16.02.2024

Принята к печати 20.02.2024

### АННОТАЦИЯ

В разнотравно-папоротниковых сосняках и березово-осиновых папоротниковых лесах, наиболее характерных для лесостепного Приобья Новосибирской области, проведено исследование населения дождевых червей семейства *Lumbricidae* с учетом лесной мозаичности. Подробный анализ структуры комплексов дождевых червей позволил выделить конкретные виды и жизненные формы, биотопически приуроченные как к определенному типу леса, так и к лесному микросайту. В сосняках в основном преобладают азиатские виды, в березово-осиновых лесах – космополиты. Различия в населении лесных микросайтов по показателям плотности населения и биомассы червей более выражены в окнах, чем в подкروновых и межкروновых пространствах, особенно в сосняках. При изучении населения дождевых червей в валежнике для каждого типа леса выявлены характерные особенности структуры комплексов: в сосняках неполноценные валежные комплексы червей дополняют почвенные, в березово-осиновых лесах валежники являются обособленным микросайтом с полноценным комплексом дождевых червей.

**Ключевые слова:** дождевые черви, жизненные формы, лесостепное Приобье, сосняки, березово-осиновые леса, валежник, лесная мозаичность.

### ВВЕДЕНИЕ

В 1960–70-х годах на юге Западной Сибири проведен ряд исследований по изучению населения педобионтов с учетом их видового и функционального разнообразия. Объектом исследования в основном выступали личинки и имаго почвообитающих насекомых, в то время как одни из ключевых обитателей почвы – дождевые черви – были вскользь упомянуты лишь на уровне семейства. Также следует отметить, что данные работы в основном проходили в безлесных биогеоценозах:

степях, лугах, горных системах и котловинах на территориях Республики Алтай, Алтайского края, Тувы, Хакасии и Новосибирской области [Стебаев, Волковинцер, 1964, 1968; Гришшина, 1968; Волковинцер, 1973; Мордкович, 1973]. В дальнейшем значительный вклад в изучение фауны дождевых червей Западной Сибири был внесен Т. С. Всеволодовой-Перель во время ее многочисленных экспедиций по территории РФ с целью выявления закономерностей в зональном распределении дождевых червей, пересмотра их родовой

системы и на начальном этапе анализа генетического разнообразия [Перель, 1979; Перель, Графодатский, 1983, 1984; Всеволодова-Перель, 1997]. Примечательно, что в ходе ее исследований особое внимание было уделено и лесным ландшафтам Западной Сибири, что в свою очередь нередко приводило к находкам новых видов [Перель, 1994]. Со временем исследования, так или иначе связанные с дождевыми червями, стали проводиться местными исследователями в разных регионах Сибирского округа: в Омской, Томской, Кемеровской, Иркутской областях и Красноярском крае [Голованова, 2003; Козлов, 2003; Бессолицина, 2013; Заушинцева и др., 2014]. Тем не менее Новосибирская область долго оставалась “белым пятном” в этом вопросе. Целенаправленные исследования дождевых червей в регионе начались несколько лет назад с работ по кариосистематике [Kashmenskaya, Polyakov, 2008; Поляков, 2010], филогении, филогеографии и молекулярно-генетическому разнообразию [Шеховцов и др., 2016, 2017, 2020]. Затем последовало изучение актуального фаунистического состава, функционального разнообразия и биотопической приуроченности дождевых червей Новосибирской области [Ким-Кашменская, 2020; Ермолов, 2019, 2020], которое позволило оценить, несколько неоднородно распределено население дождевых червей в данном регионе.

Традиционно в Новосибирской области выделяют пять природных комплексов: Васюганье, Бараба, Кулунда, Салаир и Приобье. Последний считается наиболее сложным и разнообразным в плане ландшафтной неоднородности [Мугако, 2008]. Территория Новосибирской области покрыта лесами на 26 %, большая часть которых сосредоточена в Приобье, представляя собой осиново-березовую лесостепь и приобские боры на террасах Оби [Мугако, 2008]. Также Приобье является одним из наиболее населенных дождевыми червями регионов области, о чем свидетельствуют работы, упомянутые выше. Установлено, что в лесах Приобья встречается богатое разнообразие различных комплексов жизненных форм дождевых червей [Ермолов, 2020]. Но проделанная работа была лишь обобщающим обзором, в то время как леса являются сложным растительным сообществом, которое состоит из разных микросайтов: подкроновое

и межкroновое пространства, окна и валежник [Смирнова, 1998; Shevchenko et al., 2021; Гераськина, 2022]. Подход к изучению сообществ дождевых червей с учетом микросайтной организации леса позволяет объяснять неоднородность их распределения и оценить вариации функционального разнообразия [Shevchenko et al., 2021; Гераськина, 2022]. В Западной Сибири, в частности в лесостепном Приобье Новосибирской области, подобные исследования ранее не проводились.

Цель данной работы – выявить взаимосвязь пространственного распределения сообществ дождевых червей с микросайтной организацией в хвойных и мелколиственных лесах лесостепного Приобья Новосибирской области.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучение видового состава населения дождевых червей в почве и валежнике сосновых и березово-осиновых лесов, а также оценка их функционального разнообразия (структуры комплексов жизненных форм) с учетом лесной мозаичности.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в летние сезоны 2021–2022 гг. на территории лесостепного Приобья Новосибирской области в Искитимском и Новосибирском районах. В качестве объектов исследования выбраны два наиболее характерных для региона типа хвойных и мелколиственных лесов [Лашина, 1963; Таран, 1973] в трехкратной повторности: сосняк разнотравно-папоротниковый (окрестности д. Бурмистрово, Кудряшовский бор, Заельцовский бор) и березово-осиновый папоротниковый лес (окрестности поселков Каменушка и Морозово, с. Быково). Лесные микросайты выделены в соответствии с классификацией О. В. Смирновой [1998]: в каждом из исследованных лесов были заложены по три площадки  $10 \times 10$  м, где рассматривалось подкroновое и межкroновое пространство и найдены три окна. Подкroновое пространство – проекция площади кроны дерева на почву; межкroновое пространство – участок между отдаленными деревьями с неперекрывающимися кронами в пределах площадки без признаков слома или вывала деревьев, окно – прорыв в полог леса, образованный сломом, спилом или вывалом минимум трех деревьев, соот-

ветствующий площадке или превосходящий таковую.

Для учета дождевых червей в каждом микросайте отбирали по пять почвенно-зоологических проб  $25 \times 25$  см методом послойной выкопки и ручного разбора [Методы..., 1975]. Также нами проведен учет дождевых червей в валежнике при его наличии в окнах или на площадках: у обнаруженных фрагментов упавших стволов 2–3-й стадии разложения измеряли высоту и диаметр в нескольких местах, затем валежник разбирали до почвы вручную на мелкие фрагменты с извлечением дождевых червей [Гераскина, 2016]. Обнаруженных дождевых червей фиксировали этанолом, затем в лабораторных условиях проводили идентификацию видов и жизненных форм с помощью классификаций Перель [1975, 1979], измеряли массу каждой особи. Показатели плотности населения дождевых червей для почвы рассчитывали на единицу площади (особей/м<sup>2</sup>), для валежника – на единицу объема (особей/м<sup>3</sup>). Сравнение выборок осуществлялось с помощью критериев Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса. Всего отобрано 270 почвенно-зоологических проб общей площадью 16,9 м<sup>2</sup>, разобрано 24 фрагмента валежника общим объемом 4 м<sup>3</sup> и определено 5550 особей дождевых червей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования нами обнаружено 7 видов и 2 подвида дождевых червей: космополиты – *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826), *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826), *Dendrodrilus rubidus* (Eisen, 1874), *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *Octolasion lacteum* (Örley, 1885), и типичные представители азиатской люмбрикофауны – *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi* (почвенно-подстилочная и норная формы) (Eisen, 1873), *Eisenia nordenskioldi pallida* Malevič, 1956), *Eisenia sibirica* Perel et Graphodatsky, 1984.

Космополиты в большинстве отмечены в березово-осиновых папоротниковых лесах, фактически составляя там основу населения. В сосняках, напротив, чаще встречаются азиатские виды и подвиды (табл. 1), а также в них примечательна сравнительно высокая плотность населения подстилочных

червей, представленных космополитом *D. octaedra*, который является характерным обитателем тундр и бореальных лесов (табл. 2, 3).

Наибольшие общие значения плотности населения и биомассы дождевых червей отмечены в березово-осиновом лесу в окрестностях с. Быково (403 особи/м<sup>2</sup>, 67,48 г/м<sup>2</sup>), наименьшие – в сосняке окрестностей д. Бурмистрово (52 особи/м<sup>2</sup>, 4,68 г/м<sup>2</sup>). Показатели общей плотности населения и биомассы в остальных лесах довольно схожи между собой и не различаются статистически (Заельцовский бор – 232 особи/м<sup>2</sup>, 24,35 г/м<sup>2</sup>; Кудряшовский бор – 171 особей/м<sup>2</sup>, 27,34 г/м<sup>2</sup>; окр. пос. Каменушка – 246 особей/м<sup>2</sup>, 45,41 г/м<sup>2</sup>; окр. пос. Морозово – 256 особей/м<sup>2</sup>, 32,84 г/м<sup>2</sup>). Далее при анализе функционального разнообразия дождевых червей мы переходим к сравнению показателей плотности населения и биомассы их жизненных форм в отдельных лесных микросайтах.

### Разнотравно-папоротниковые сосняки.

В сосняках большую часть населения составляют подстилочные и собственно-почвенные среднеярусные дождевые черви. Среди подстилочных червей преобладающим является вид *D. octaedra* (*Dr. rubidus* и *E. sibirica* встречаются единично), собственно-почвенных среднеярусных – *E. n. pallida* и частично *A. caliginosa*. Почвенно-подстилочные черви (в основном, *E. n. nordenskioldi*) немногочисленны, собственно-почвенные верхнеярусные (*O. lacteum*) отмечены только в Заельцовском бору на одной из площадок и в одном окне. Норные черви (*E. n. nordenskioldi*) в почве двух сосняков встречались единично, в сосняке окрестностей д. Бурмистрово – отсутствовали.

При подробном рассмотрении микросайтов в сосняках выявлены следующие различия: в сосняке окрестностей д. Бурмистрово самым заселенным микросайтом является окно, где почти весь комплекс составляют подстилочные черви. Плотность населения и биомасса этой формы также преобладают и в остальных микросайтах, однако показатели существенно ниже, чем в окне; почвенно-подстилочные и собственно-почвенные среднеярусные черви малочисленны. В Кудряшовском бору мы наблюдаем своеобразную выравненность в распределении дождевых червей – в каждом микросайте биомасса и плотность населе-

## Видовой состав дождевых червей (сем. Lumbricidae) в исследованных лесах

Жизненная форма	окр. д. Бурмистрово	Кудряшовский бор	Заельцовский бор
<b>Сосняк разнотравно-папоротниковый</b>			
Подстилочные	<u><i>D. octaedra</i></u> <i>Dr. rubidus</i>	<i>D. octaedra</i> (валеж) <u><i>Dr. rubidus</i></u> (валеж) <i>E. sibirica</i>	<u><i>D. octaedra</i></u> <i>Dr. rubidus</i> <i>E. sibirica</i>
Почвенно-подстилочные	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<u><i>E. n. nordenskioldi</i></u> <i>L. rubellus</i>
Собственно-почвенные верхнеярусные	–	–	<u><i>O. lacteum</i></u>
Собственно-почвенные среднеярусные	<i>E. n. pallida</i>	<u><i>A. caliginosa</i></u> <u><i>E. n. pallida</i></u>	<i>A. caliginosa</i> <u><i>E. n. pallida</i></u>
Норные	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i>
Жизненная форма	окр. пос. Каменушка	окр. пос. Морозово	окр. с. Быково
<b>Березово-осиновый папоротниковый лес</b>			
Подстилочные	<i>D. octaedra</i> <i>Dr. rubidus</i> <i>E. sibirica</i>	<u><i>D. octaedra</i></u> <i>Dr. rubidus</i> <i>E. sibirica</i>	<i>D. octaedra</i> <i>Dr. rubidus</i>
Почвенно-подстилочные	<i>E. fetida</i> <u><i>L. rubellus</i></u>	<i>E. n. nordenskioldi</i> <i>L. rubellus</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i> <i>E. fetida</i> <u><i>L. rubellus</i></u>
Собственно-почвенные верхнеярусные	<u><i>O. lacteum</i></u>	<u><i>O. lacteum</i></u>	<u><i>O. lacteum</i></u>
Собственно-почвенные среднеярусные	<u><i>A. caliginosa</i></u> <u><i>E. n. pallida</i></u>	<i>A. caliginosa</i> <i>E. n. pallida</i>	<u><i>A. caliginosa</i></u> <i>E. n. pallida</i>
Норные	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i>	<i>E. n. nordenskioldi</i>

П р и м е ч а н и е. Преобладающие в населении виды выделены полужирным и подчеркнуты; невыделенные – малочисленные и находящиеся в равном соотношении в пределах формы, (валеж) – высокая численность только в валежнике.

ния разных форм представлены практически в равном соотношении, в комплексах преобладают собственно-почвенные среднеярусные черви. Заельцовский бор был единственным сосняком, в котором отмечен полночленный комплекс жизненных форм дождевых червей. Окно является самым малонаселенным микросайтом, но при этом показатели плотности населения и биомассы почвенно-подстилочных червей в нем наиболее высоки по сравнению как с остальными микросайтами, так и с другими сосняками. В подкроновом пространстве Заельцовского бора отмечены самые высокие показатели плотности населения и биомассы подстилочных червей среди исследованных сосняков (табл. 2).

**Березово-осиновые папоротниковые леса.** В населении березово-осиновых лесов преобладают почвенно-подстилочные (*L. rubellus*) и собственно-почвенные верхнеярус-

ные (*O. lacteum*) дождевые черви, в некоторых микросайтах также обильно встречаются собственно-почвенные среднеярусные (*A. caliginosa*). Подстилочных червей (*D. octaedra*, *Dr. rubidus*, *E. sibirica*) в микросайтах немного, норные (*E. n. nordenskioldi*), за редким исключением, встречаются единично (табл. 3).

В каждом микросайте всех рассмотренных березово-осиновых папоротниковых лесов обнаружен полночленный комплекс дождевых червей, что является их главным отличием от сосняков. При этом статистически достоверных различий в суммарных показателях плотности населения и биомассы дождевых червей в микросайтах каждого леса не наблюдалось, но были выявлены различия в структуре комплексов жизненных форм в отдельных микросайтах.

Например, в окнах леса окрестностей пос. Каменушка плотность населения и био-

Т а б л и ц а 2

**Структура комплексов жизненных форм дождевых червей в почве микросайтов  
разнотравно-папоротниковых сосняков ( $X \pm SE$ )**

Жизненная форма	Подкروновое пространство		Межкroновое пространство		Окна	
	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>
окр. д. Бурмистрово						
Подстилочные	20 ± 7	1,96 ± 0,84	20 ± 8	1,64 ± 0,69	93 ± 18*	6,68 ± 1,29*
Почвенно-подстилочные	3 ± 2	1,24 ± 0,76	3 ± 2	0,89 ± 0,49	–	–
Собственно-почвенные среднеярусные	3 ± 2	0,23 ± 0,15	12 ± 6	1,32 ± 0,84	2 ± 1	0,08 ± 0,06
Итого	26 ± 8	3,44 ± 1,57	35 ± 9	3,85 ± 1,23	95 ± 18*	6,76 ± 1,30*
Кудряшовский бор						
Подстилочные	21 ± 5	1,54 ± 0,37	29 ± 6	1,70 ± 0,43	45 ± 12	2,35 ± 0,55
Почвенно-подстилочные	33 ± 14	3,26 ± 1,62	20 ± 6	2,32 ± 0,72	35 ± 11	4,75 ± 1,40
Собственно-почвенные среднеярусные	96 ± 17	13,21 ± 3,44	119 ± 23	17,68 ± 4,57	100 ± 21	29,67 ± 9,99
Норные	5 ± 3	2,54 ± 1,68	5 ± 2	1,80 ± 1,19	2 ± 1	1,20 ± 1,08
Итого	156 ± 29	20,55 ± 3,83	174 ± 26	23,50 ± 5,46	182 ± 15	37,96 ± 9,42
Заельцовский бор						
Подстилочные	138 ± 39**	9,93 ± 2,96**	106 ± 30	7,69 ± 2,32	41 ± 7**	2,07 ± 0,55**
Почвенно-подстилочные	31 ± 8	4,08 ± 1,38	30 ± 9	3,03 ± 0,85**	54 ± 15	9,61 ± 2,84**
Собственно-почвенные верхнеярусные	31 ± 20	3,01 ± 1,91	82 ± 36	8,17 ± 3,74	7 ± 5	0,81 ± 0,65
Собственно-почвенные среднеярусные	59 ± 15	6,36 ± 1,64	70 ± 14	8,28 ± 1,52	38 ± 10	4,35 ± 1,16
Норные	2 ± 1	3,21 ± 2,30	4 ± 2	1,52 ± 1,30	единично	0,85 (ед.)
<b>Итого</b>	260 ± 40	26,60 ± 4,15	292 ± 36	28,70 ± 3,82	142 ± 18*	17,76 ± 2,84

П р и м е ч а н и е . ПЖФ – плотность населения жизненной формы; БЖФ – биомасса жизненной формы; \*, \*\* – статистически значимые различия,  $p < 0,05$ .

масса собственно-почвенных верхнеярусных червей в 3 раза ниже, чем в подкroновом и межкroновом пространствах, в то время как остальные жизненные формы дождевых червей представлены в равном соотношении (см. табл. 3). В лесу окрестностей пос. Морозово в окнах отмечены самые высокие показатели плотности населения и биомассы норных червей среди всех исследованных комплексов, включая таковые в сосняках, а также наибольшие плотность населения подстилочных червей и биомасса собственно-почвенных среднеярусных по сравнению с другими микросайтами данного леса. Однако в окнах довольно малочисленны почвенно-подстилочные черви, которые, в свою очередь, преобладают в подкroновом пространстве. В микро-

сайтах леса окрестностей с. Быково в целом отмечены наибольшие показатели плотности населения и биомассы дождевых червей среди березово-осиновых лесов, особенно почвенно-подстилочной формы. По сравнению с другими микросайтами в подкroновом пространстве по плотности населения и биомассе преобладают подстилочные черви, а в окнах – собственно-почвенные среднеярусные (см. табл. 3).

**Лесной валежник.** При учете населения дождевых червей в ряде случаев на площадках и в окнах отсутствовали повторности для валежника определенного вида дерева и подходящей стадии разложения, а выборки получились небольшими, поэтому выявить статистически значимых различий не удалось. Тем



**Структура комплексов жизненных форм дождевых червей в почве микросайтов березово-осиновых  
папоротниковых лесов ( $X \pm SE$ )**

Жизненная форма	Подкроновое пространство		Межкroновое пространство		Окна	
	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>	ПЖФ, особей/м <sup>2</sup>	БЖФ, г/м <sup>2</sup>
окр. пос. Каменушка						
Подстилочные	7 ± 3	0,45 ± 0,20	4 ± 2	0,15 ± 0,08	15 ± 5	0,66 ± 0,19
Почвенно-подстилочные	57 ± 9	14,60 ± 3,42	79 ± 12	22,19 ± 5,20	50 ± 8	11,23 ± 2,13
Собственно-почвенные верхнеярусные	144 ± 23	20,94 ± 4,16	118 ± 24	18,20 ± 3,99	48 ± 17*	6,90 ± 2,48*
Собственно-почвенные среднеярусные	64 ± 19	11,14 ± 3,26	60 ± 16	11,72 ± 4,06	88 ± 15	14,98 ± 2,58
Норные	Единично	0,16 (ед.)	2 ± 1	2,69 ± 1,85	Единично	0,20 (ед.)
Итого	273 ± 38	47,31 ± 8,08	263 ± 45	54,94 ± 12,19	202 ± 22	33,99 ± 4,46
окр. пос. Морозово						
Подстилочные	26 ± 6	2,07 ± 0,73	23 ± 8	1,07 ± 0,36	91 ± 26*	4,94 ± 0,87
Почвенно-подстилочные	59 ± 14**	7,67 ± 2,33**	45 ± 13	5,87 ± 1,76	11 ± 4**	0,89 ± 0,36**
Собственно-почвенные верхнеярусные	143 ± 32	18,27 ± 5,06	154 ± 32	22,64 ± 6,34	107 ± 24	12,83 ± 3,05
Собственно-почвенные среднеярусные	6 ± 4	0,27 ± 0,18**	30 ± 9	1,78 ± 0,67	44 ± 17	10,48 ± 4,45**
Норные	4 ± 3	1,74 ± 1,39	5 ± 2	0,39 ± 0,17	22 ± 4*	7,60 ± 3,38*
Итого	238 ± 45	30,02 ± 7,30	257 ± 44	31,75 ± 7,31	274 ± 35	36,75 ± 9,04
окр. с. Быково						
Подстилочные	44 ± 10**	2,22 ± 0,54**	25 ± 6	1,15 ± 0,28	13 ± 5**	0,66 ± 0,26**
Почвенно-подстилочные	94 ± 23	14,21 ± 3,61	104 ± 16	15,72 ± 3,44	134 ± 22	27,58 ± 5,59
Собственно-почвенные верхнеярусные	141 ± 34	23,83 ± 6,34	109 ± 24	13,68 ± 3,48	100 ± 17	15,29 ± 2,81
Собственно-почвенные среднеярусные	113 ± 24	21,08 ± 5,06	113 ± 32	20,24 ± 6,10	202 ± 20*	40,36 ± 5,87*
Норные	7 ± 3	2,20 ± 1,53	11 ± 3	3,66 ± 1,69	Единично	0,52 (ед.)
<b>Итого</b>	<b>399 ± 68</b>	<b>63,54 ± 10,63</b>	<b>361 ± 35</b>	<b>54,44 ± 8,36</b>	<b>450 ± 36</b>	<b>84,46 ± 8,97</b>

П р и м е ч а н и е. См. табл. 2.

не менее в полученных результатах отображаются характерные особенности комплексов дождевых червей валежника для каждого типа леса (табл. 4, 5).

В сосняках практически все население валежного комплекса червей представлено подстилочными и почвенно-подстилочными формами (преобладающие виды *D. octaedra* и *E. n. nordenskioldi* соответственно). Собственно-почвенные среднеярусные (*E. n. pallida*) и норные (*E. n. nordenskioldi*) черви встречались единично или отсутствовали; собственно-почвенные верхнеярусные черви обнаружены не были. Примечательно, что в сосняках плот-

ность населения и биомасса дождевых червей в редко встречающемся березовом валежнике заметно превышают таковую в сосновом независимо от стадии разложения (см. табл. 4, 5).

В березово-осиновых лесах половина исследованных валежников содержала в себе полноценный комплекс жизненных форм дождевых червей, в остальных отсутствовали либо норные черви, либо представители какой-либо формы собственно-почвенных червей. Наиболее значимый вклад в общую биомассу и плотность населения комплексов вносят почвенно-подстилочные черви (*L. rubellus*), исключение составляет лишь комплекс

Плотность населения (особей/м<sup>3</sup>) жизненных форм дождевых червей в валежнике ( $X \pm SE$ )

Жизненная форма	окр. д. Бурмистрово		Кудряшовский бор		Заельцовский бор	
	Сосна, ст. 2, пл.	Береза, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 2–3, пл.	Береза, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 3, окно
Сосняки разнотравно-папоротниковые						
Подстилочные	37 ± 8	148'	563 ± 194	1979'	398 ± 47	777 ± 48
Почвенно-подстилочные	55 ± 10	104'	276 ± 130	471'	73 ± 21	128 ± 7
Собственно-почвенные среднеярусные	2 ± 2	4'	32 ± 16	–	16 ± 16	20 ± 2
Норные	5 ± 5	–	–	–	–	Единично
Итого	99 ± 17	256'	871 ± 324	2450'	487 ± 60	928 ± 53
Жизненная форма	окр. пос. Каменушка		окр. пос. Морозово		окр. с. Быково	
	Береза, ст. 2–3, пл.	Осина, ст. 2, пл.	Осина, ст. 3, окно	Осина, ст. 2, пл.	Береза, ст. 2–3, пл.	Береза, ст. 3, окно
Березово-осиновые папоротниковые леса						
Подстилочные	534'	35'	128 ± 10	717 ± 64	155 ± 27	35'
Почвенно-подстилочные	603'	53'	224 ± 18	208 ± 45	387 ± 72	480'
Собственно-почвенные верхнеярусные	23'	22'	16 ± 2	–	81 ± 18	17'
Собственно-почвенные среднеярусные	–	22'	5 ± 1	4 ± 4	34 ± 5	109'
Норные	–	4'	–	43 ± 9	22 ± 1	4'
<b>Итого</b>	1160'	136'	373 ± 29	972 ± 91	679 ± 122	645'

П р и м е ч а н и е . ст. – стадия разложения валежника, – – червей не обнаружено, ' – нет повторностей, пл. – площадка (полог).

дождевых червей в осиновом валеже в лесу окрестностей пос. Морозово, где доминировали подстилочные черви (*D. octaedra*). Явной зависимости между стадией разложения валежа, видом дерева и структурой комплекса дождевых червей не выявлено (см. табл. 4, 5).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно результатам исследования наиболее высокие показатели плотности населения и биомассы дождевых червей были отмечены в березово-осиновых лесах (см. табл. 3), что позволяет считать эти местообитания благоприятными и предпочтительными для дождевых червей. Это также может быть подтверждено некоторыми природными условиями: исследованные леса располагаются в районе серых лесных почв, для которых характерны слабокислая или ней-

тральная реакция, сравнительно развитый гумусовый горизонт и травяно-лиственная подстилка [Почвы..., 1966], предпочтительная для питания почвенно-подстилочных червей, составляющих в лесах большую долю от населения и представленных в большинстве случаев исключительно *L. rubellus*, которому свойственно весьма интенсивное потребление растительного опада [Перель, 1975; Голованова, 2003]. Этот факт подтверждает довольно малая мощность подстилки (от 2 до 5 см), что в свою очередь свидетельствует и о невысокой численности подстилочных червей. Подстилочные черви обильно населяют окна в лесу окрестностей пос. Морозово, где почвенно-подстилочных червей крайне мало, а подстилка почти во всех пробах имела постоянную мощность (3 см). Предполагалось, что большие численность и биомасса подстилочных червей ожидаются в подкоро-

Биомасса (г/м<sup>3</sup>) жизненных форм дождевых червей в валежнике ( $X \pm SE$ )

Жизненная форма	окр. д. Бурмистрово		Кудряшовский бор		Заельцовский бор	
	Сосна, ст. 2, пл.	Береза, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 2–3, пл.	Береза, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 2, пл.	Сосна, ст. 3, окно
Сосняки разнотравно-папоротниковые						
Подстилочные	3,36 ± 0,63	11,73'	45,63 ± 23,37	144,44'	28,59 ± 2,43	40,22 ± 1,65
Почвенно-подстилочные	15,36 ± 2,58	26,20'	40,82 ± 16,70	47,11'	5,70 ± 1,37	18,82 ± 1,26
Собственно-почвенные среднеярусные	0,43 ± 0,43	0,06'	3,64 ± 0,67	–	1,58 ± 1,58	3,21 ± 0,29
Норные	3,76 ± 3,76	–	–	–	–	8,60 (ед.)
Итого	22,91 ± 3,65	38,00'	90,09 ± 33,90	191,55'	35,87 ± 3,00	70,84 ± 1,07
Жизненная форма	окр. пос. Каменушка			окр. пос. Морозово	окр. с. Быково	
	Береза, ст. 2–3, пл.	Осина, ст. 2, пл.	Осина, ст. 3, окно	Осина, ст. 2, пл.	Береза, ст. 2–3, пл.	Береза, ст. 3, окно
Березово-осиновые папоротниковые леса						
Подстилочные	46,37'	3,46'	7,25 ± 0,47	56,82 ± 4,50	7,96 ± 1,15	2,03'
Почвенно-подстилочные	228,30'	9,59'	36,08 ± 4,12	27,64 ± 3,32	74,15 ± 14,42	76,47'
Собственно-почвенные верхнеярусные	7,98'	3,75'	4,46 ± 0,81	–	19,46 ± 3,75	3,52'
Собственно-почвенные среднеярусные	–	2,26'	1,18 ± 0,26	0,15 ± 0,15	7,26 ± 1,17	19,62'
Норные	–	1,00'	–	10,69 ± 1,47	10,96 ± 1,65	1,06'
<b>Итого</b>	282,65'	20,05'	48,97 ± 5,07	95,30 ± 6,65	119,78 ± 21,51	102,70'

П р и м е ч а н и е. См. табл. 4.

вых пространствах, где накапливается больше опавшей листвы [Смирнова 1998], но подтвердилась эта гипотеза лишь в лесу окрестностей с. Быково (см. табл. 3). В целом подкروновое и межкroновое пространства в мелколиственных лесах не различаются по видовому составу, структуре комплексов, плотности населения и биомассе дождевых червей. Также почва в этих лесах более влажная, чем в сосняках, что было подтверждено как органолептическим методом, так и измерениями, проведенными ранее [Ермолов, 2020], что также благоприятствует обитанию не только этих червей, но и собственно-почвенных верхнеярусных, представленных видом *O. lacteum* (ранее ошибочно считался синонимом *Octolasion tyrtaeum*), который является влаголюбивым [Перель, 1975]. Следует отметить, что в данном регионе для этого вида характерен ярко выраженный полиморфизм, проявляющийся в размерно-весовых и молекулярно-

генетических характеристиках: у вида имеется мелкая размерная форма и две крупные, относящиеся к разным генетическим линиям, причем крупные формы в Новосибирской области склонны обитать в переувлажненных и сильно гумусированных почвах, например в поймах рек, а мелкая форма также встречается в поймах, антропогенных местообитаниях и наиболее представлена в лесных ландшафтах, где крупная форма отсутствует [Шеховцов и др., 2020]. В данном исследовании во всех комплексах собственно-почвенные верхнеярусные черви представлены мелкой формой *O. lacteum*. Главный представитель собственно-почвенных среднеярусных червей *A. caliginosa* в целом неприхотлив к условиям обитания, вследствие чего является одним из самых распространенных космополитов в РФ [Шеховцов и др., 2017]. Однако при благоприятных условиях обитания его численность может быть очень высока: *A. caligi-*



*nosa* диапазирует в засушливые периоды и активно размножается при достаточном увлажнении. Поэтому в комплексах окон всех мелколиственных лесов, куда, как правило, поступает большее количество влаги из осадков [Shevchenko et al., 2021; Гераськина, 2022], мы наблюдаем наиболее высокие показатели плотности населения этого вида, которые обусловлены как половозрелыми, так и ювенильными особями.

Сосняки принято считать менее благоприятными местообитаниями для дождевых червей [Перель, 1979; Гераськина, 2016; Ким-Кашменская, 2020]. Действительно, показатели плотности населения и биомассы дождевых червей в них значительно ниже, чем в мелколиственных лесах (см. табл. 2), но при этом есть характерные особенности фаунистического состава: в березово-осиновых и смешанных лесах области на правобережье Оби типичные представители азиатских дождевых червей в почве встречаются редко, чаще населяют валежник, только в левобережных березовых лесах они могут составлять практически все население [Ермолов, 2019, 2020]. Но в сосняках азиатские виды зачастую являются единственными представителями Lumbricidae (см. табл. 1). Также следует отметить высокую плотность населения подстилочных червей, особенно в Заельцовском бору, среди которых сильно преобладает космополит *D. octaedra*, а *Dr. rubidus* и *E. sibirica* являются малочисленными видами. Во многом это обусловлено особенностями биологии видов: почвенно-подстилочные и норные черви *E. n. nordenskioldi* и собственно-почвенные среднеярусные *E. n. pallida* отличаются высокой устойчивостью к низкой влажности почв и способны обитать в периодически засушливых биотопах, которыми являются многие сосняки и прочие бореальные леса. Для этих видов, а также *D. octaedra*, *Dr. rubidus* и *E. sibirica* характерна довольно высокая холодоустойчивость и толерантность к низкой кислотности почв (которая свойственна подстилкам из хвои и боровым пескам [Почвы..., 1966]), что позволяет им значительно расселяться в хвойных лесах на территории Западной и Восточной Сибири [Берман, 2002а, б]. В исследованных сосняках отмечена довольно мощная подстилка (от 4 до 8 см), которая помимо хвои содержит останки травянистого

покрова и листов подлеска (рябина, черемуха, крушина, частично береза), что создает пригодный ярус для обитания подстилочных червей: в мощной подстилке они перемещаются на расстояния, размножаются (были отмечены особи разных возрастов и, иногда, коконы), питаются не хвоей, а другими составляющими, в почву проникают не глубже чем на 2 см. В окрестностях д. Бурмистрово почвы и подстилка в сосняке были довольно сухие, подлесок развит слабо, в связи с чем наибольшие показатели плотности населения и биомассы подстилочных червей (причем единственных представителей таковых, в других микросайтах прочие формы встречаются почти единично) наблюдались в окнах, где ввиду большего увлажнения началось активное развитие травянистого яруса и листового подлеска, обеспечивающих более питательную подстилку червям [Смирнова, 1998; Shevchenko et al., 2021; Гераськина, 2022]. В Заельцовском бору почвы более влажные, а подлесок одинаково развит во всех микросайтах, поэтому в данном случае наиболее благоприятным микросайтом для этой формы являются подкroновое и межкroновое пространство, где сосредоточена самая мощная подстилка (6–8 см). Следует отметить, что только в некоторых участках Заельцовского бора (на одной из площадок и в окне) помимо почвенно-подстилочного *E. n. nordenskioldi* немногочисленно встречался *L. rubellus*, причем вместе с собственно-почвенным верхнеярусным *O. lacteum*, что свидетельствует о наличии в бору обильно увлажненных участков, так как оба вида являются влаголюбивыми и часто сопутствуют друг другу, например, в речных поймах [Ермолов, 2019]. В Кудряшовском бору почвы умеренно влажные, подлесок развит, поэтому подстилочные черви, как и представители других групп, распространены в лесу равномерно. Но этот сосняк примечателен весьма высокой плотностью населения и биомассой собственно-почвенных среднеярусных червей, среди которых помимо обычного для сосняков *E. n. pallida* обильно встречается космополит *A. caliginosa*. Эти черви довольно крупные и массивные, чем и обусловлены высокие значения биомассы, а также более плодовиты, чем *E. n. pallida*. В Заельцовском бору этот вид почти единично встречался всего

на одной из площадок. Ранее было установлено, что он изобилует в долине р. Ельцовка 2-я [Ермолов, 2019], откуда, видимо, избирательно заселяет некоторые участки сосняка. По сравнению с березово-осиновыми лесами, в сосняках почвенно-подстилочных червей немного, основу комплексов составляют подстилочные и собственно-почвенные среднеярусные черви (более устойчивы к засухе, чем верхнеярусные), которые по своим функциям составляют такой же “тандем”, как почвенно-подстилочные и собственно-почвенные верхнеярусные в березово-осиновых лесах – переработка подстилки и минерализация органического вещества почвы соответственно.

Особенности структуры комплексов дождевых червей в исследованных валежниках позволяют приурочить их к конкретному типу леса: валежники в сосняках, как сосновый, так и редко встречающийся березовый в плане населения дождевых червей являются своеобразным продолжением верхних слоев почвы (0–5 см), так как населены подстилочными (преобладают в населении) и почвенно-подстилочными дождевыми червями, *D. octaedra* и *E. n. nordenskioldi* соответственно, которые проникают туда из подстилки и почвы; норные (*E. n. nordenskioldi*) и собственно-почвенные среднеярусные черви (*E. n. pallida*) отмечены в нем единично, и, судя по всему, их нахождение случайно. В березово-осиновых лесах большую часть комплексов дождевых червей в валеже составляют почвенно-подстилочные черви *L. rubellus* и, что примечательно, *E. n. nordenskioldi* (за исключением валежника в лесу окрестностей пос. Морозово, где преобладали подстилочные *D. octaedra*). Но также в березовом и осиновом валежнике довольно заметно представлены обе группы собственно-почвенных червей (*O. lacteum*, *A. caliginosa*) и норные черви (*E. n. nordenskioldi*), причем как взрослые, так и ювенильные особи. В комплексах некоторых валежников мелколиственных лесов все обнаруженные формы (кроме почвенно-подстилочных, доля которых всегда выше) представлены практически в равном соотношении. Таким образом, мы делаем вывод, что валежник в березово-осиновых лесах является не продолжением верхних слоев почвы, а отдельным обособленным микросайтом, в котором, как и в почве данных лесов, сосредоточен полночленный

комплекс жизненных форм дождевых червей. Лишь только содержание собственно-почвенных форм в нем меньше, чем в почве. Следует отметить, что валежник мелколиственных пород более влажный и мягкий, нежели сосновый, поэтому в сосняках, где на площадках был единично найден березовый валежник (д. Бурмистрово и Кудряшовский бор), плотность населения и биомасса червей в нем существенно выше, чем в сосновом. В валежнике хвойных пород подстилочные и почвенно-подстилочные черви способны обитать длительное время, нередко в течение всей жизни, и размножаться, о чем свидетельствуют найденные коконы; напротив, в валежнике мелколиственных лесов помимо этих групп также могут длительно обитать собственно-почвенные и норные черви, в то время как валежник хвойных при достаточной влажности они используют в качестве временного убежища [Гераськина, 2016]. Эту гипотезу подтверждают и наши наблюдения. Также следует отметить, что учеты дождевых червей в валежнике часто позволяют обнаружить виды, не отмеченные в почве: например, почвенно-подстилочный синантроп *E. fetida* был единично найден только в валежниках березово-осиновых лесов окрестностей Каменушки и Быково, а подстилочный азиатский *E. sibirica*, единично обнаруженный нами в почве, встречался десятками особей разных возрастов в валежниках четырех лесов (Кудряшовский и Заельцовский боры, окрестности Морозово и Каменушки). Также в большинстве исследованных микросайтов в почве и подстилке отсутствовал подстилочный *Dr. rubidus*, предпочитающий населять валежник.

Норные черви представлены в данном регионе двумя видами, но природные биотопы населяет только типичный азиатский норник *E. n. nordenskioldi*, а космополит *L. terrestris* редко встречается только в антропогенных местообитаниях [Ермолов, 2020]. Определенных предпочтений у норного *E. n. nordenskioldi* нет, так как черви встречаются почти во всех микросайтах исследованных лесов. Плотность их населения крайне низка (за исключением единичного случая в окнах леса у пос. Морозово), но при этом весьма значим вклад в общую биомассу комплексов дождевых червей ввиду очень крупного размера.

Также норные черви служат своеобразным индикатором: их присутствие в полночленном комплексе дождевых червей говорит о благоприятности эдафических факторов и в целом малой нарушенности почв [Перель, 1975; Гераськина, 2016].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В населении сосняков лесостепного Приобья Новосибирской области преобладают азиатские виды дождевых червей, а березово-осиновых лесов – космополиты. При этом космополиты спорадически встречаются в почве сосняков, а азиатские виды – в валежнике березово-осиновых лесов. Основу комплексов жизненных форм дождевых червей в сосняках составляют подстилочные и собственно-почвенные среднеярусные формы, а в березово-осиновых лесах – почвенно-подстилочные и собственно-почвенные верхнеярусные формы. Структура комплексов жизненных форм дождевых червей по показателям плотности населения и биомассы слабо различается между собой в подкроновых и межкроновых пространствах в лесах одного типа, поэтому при дальнейших исследованиях эти микросайты допустимо объединить в один, обозначив его как “подпологовое пространство”. В окнах лесов разных типов комплексы дождевых червей могут отличаться от других микросайтов по общим показателям плотности и биомассы или по таковым для определенных жизненных форм, и даже по наличию или отсутствию формы. Поэтому окна в дальнейшем следует рассматривать как отдельный лесной микросайт.

Валежник в сосновых лесах является своеобразным “продолжением” верхних слоев почвы и подстилки, так как в основном заселен подстилочными и почвенно-подстилочными червями, а в березово-осиновых лесах валежник представляет собой отдельный микросайт, содержащий полночленный комплекс жизненных форм дождевых червей. Также в валежнике возможно обнаружить виды и жизненные формы дождевых червей, не отмеченные в почвенных учтах.

### Благодарности

Автор выражает искреннюю признательность и благодарность старшему научному сотруднику

Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, к. б. н. Гераськиной Анне Петровне, за наставничество и руководство, помощь в постановке работы, многочисленные консультации и справедливые замечания; старшим преподавателям кафедры общей биологии и экологии Новосибирского государственного университета Ким-Кашменской Марии Никитичне за консультации по фаунистике дождевых червей Сибири и Молодцову Владимиру Владимировичу за научные советы; а также директору турбазы НГУ “Университетская” Дашкевич Нине Федоровне за организацию проживания в окрестностях д. Бурмистрово.

### Вклад авторов

Автором самостоятельно проведены сборы и определение зоологического материала, статистическая обработка полученных данных и анализ литературных источников по теме исследования.

### Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках работы лаборатории климаторегулирующих функций лесов Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук (регистрационный номер НИОКТР 122111500023-6).

### Соблюдение этических стандартов

В данной работе отсутствуют экспериментальные исследования человека или животных.

### Конфликт интересов

Автор данной работы заявляет, что у него нет конфликта интересов.

### ЛИТЕРАТУРА

- Берман Д. И., Лейрих А. Н., Алфимов А. В. Об устойчивости дождевого червя *Eisenia nordenskioldi* (Oligochaeta, Lumbricidae) к экстремально низкой влажности почвы на северо-востоке Азии // Зоол. журн. 2002а. Т. 81, № 11. С. 1308–1318.
- Берман Д. И., Мещерякова Е. Н., Алфимов А. В., Лейрих А. Н. Распространение дождевого червя *Dendrobaena octaedra* (Oligochaeta, Lumbricidae) на севере Голарктики ограничено недостаточной морозостойкостью // Зоол. журн. 2002б. Т. 81, № 10. С. 1210–1221.
- Бессолицына Е. П. Ландшафтно-экологические закономерности распределения дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в почвах юга Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 2013. Т. 20, № 1. С. 27–36 [Bessolitsyna E. P. Landscape-Ecological Patterns of Earthworms Distribution in Soils of the Southern Part of Middle Siberia // Contemporary Problems of Ecology. 2013. Vol. 6, N 1. P. 20–27].
- Волковинцер В. В. Структура животного населения почв высотного пояса ландшафтов Горного Алтая // Экология и структура населения почвообитающих животных Алтая. Новосибирск, 1973. С. 195–222.

- Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.
- Гераськина А. П. Проблемы количественной оценки и учета фаунистического разнообразия дождевых червей в лесных сообществах // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2016. Vol. 2, N 2. P. 1–9.
- Гераськина А. П. Пространственное распределение дождевых червей в элементах лесной мозаики // Биота, генезис и продуктивность почв: материалы XIX Всерос. совещ. по почвенной зоологии / под ред. А. В. Тиунова, К. Б. Гонгальского, А. В. Уварова. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2022. С. 45–46.
- Голованова Е. В. Популяции дождевых червей придорожных полос в условиях загрязнения свинцом: автореф. ... дис. канд. биол. наук. Омск: ОМГПУ, 2003. 23 с.
- Гришина Л. Г. Животное население черноземов и сопутствующих им почв Горного Алтая и его изменение под влиянием сельскохозяйственного использования // Животное население почв в безлесных биогеоценозах Алтае-Саянской горной системы. Новосибирск, 1968. С. 209–239.
- Ермолов С. А. Биотопическое распределение дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в малых речных долинах лесостепного Приобья // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2019. Vol. 4, N 2. P. 1–18.
- Ермолов С. А. Сообщества дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья // *Вопр. лесной науки*. 2020. Т. 3, № 2. С. 1–24.
- Заушинцева А. В., Скалон Н. В., Заушинцен А. С., Зубко К. С. Реакция дождевых червей (сем. Lumbricidae) на изменение абиотических факторов // *Вестн. КемГУ. Биология*. 2014. Т. 1, № 1 (57). С. 7–13.
- Ким-Кашменская М. Н. Оценка сообществ дождевых червей лесных природных зон юга Западной Сибири // *Научные основы устойчивого управления лесами: материалы всерос. науч. конф. М.: ЦЭПЛ РАН*, 2020. С. 53–55.
- Козлов К. С. Разнообразие дождевых червей Томской области // Сборник материалов II Междунар. науч. конф. “Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах”. Днепропетровск, 2003. С. 76–78.
- Лапшина Е. И. Березовые леса лесостепи юго-востока Западной Сибири // *Тр. ЦСБС СО АН СССР*. Вып. 6. Новосибирск, 1963. С. 103–130.
- Методы почвенно-зоологических исследований // под ред. М. С. Гилярова. М.: Наука, 1975. 281 с.
- Мордкович В. Г. Устойчивость и динамика агрегаций педобионтов под крупными растениями Курайской степи // *Экология и структура населения почвообитающих животных Алтая*. Новосибирск, 1973. С. 182–194.
- Мугако А. Л. Природа Новосибирской области. – Новосибирск: Новосибирский государственный краеведческий музей, 2008. 40 с.
- Перель Т. С. Жизненные формы дождевых червей (Lumbricidae) // *Журн. общ. биологии*. 1975. Т. 36, № 2. С. 189–202.
- Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М., Наука, 1979. 272 с.
- Перель Т. С. Дождевые черви (Oligochaeta, Lumbricidae) в лесах Западного Саяна (с описанием нового вида) // *Зоол. журн*. 1994. Т. 73, № 2. С. 18–22.
- Перель Т. С., Графодатский А. С. Поллиморфизм *Eisenia nordenskioldi* (Eisen) // *Докл. АН СССР*. 1983. Т. 269, № 4. С. 1019–1021.
- Перель Т. С., Графодатский А. С. Новые виды рода *Eisenia* (Lumbricidae, Oligochaeta) и их хромосомные наборы // *Зоол. журн*. 1984. Т. 63, № 4. С. 610–612.
- Поляков А. В. Перспективы кариотипической диагностики для изучения структуры видов дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в Западной Сибири // V Междунар. конф. по кариосистематике беспозвоночных животных: тез. докл. 16–20 августа 2010 г. Новосибирск, 2010. 66 с.
- Почвы Новосибирской области / под ред. Р. В. Ковалева. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1966. 421 с.
- Смирнова О. В. Популяционная организация биоценотического покрова лесных ландшафтов // *Успехи современной биологии*. 1998. Т. 118, вып. 2. С. 148–165.
- Стебаев И. В., Волковинцер В. В. Животное население почв северной части Барабинской лесостепи и водный режим почв // *Зоол. журн*. 1964. Т. 43, № 10. С. 1425–1439.
- Стебаев И. В., Волковинцер В. В. Животное население каштановых и сопутствующих им почв Тувы и южной части Хакасии // Животное население почв в безлесных биогеоценозах Алтае-Саянской горной системы. Новосибирск, 1968. С. 7–78.
- Таран И. В. Сосновые леса Западной Сибири / отв. ред. Г. В. Крылов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. 291 с.
- Шеховцов С. В., Базарова Н. Э., Берман Д. И., Булахова Н. А., Голованова Е. В., Коняев С. В., Кругова Т. М., Любчанский И. И., Пельтек С. Е. ДНК-штрихкодирование: сколько видов дождевых червей живет на юге Западной Сибири? // *Вавиловский журн. генетики и селекции*. 2016. Т. 20, № 1. С. 125–130.
- Шеховцов С. В., Голованова Е. В., Базарова Н. Э., Белова Ю. Н., Берман Д. И., Держинский Е. А., Пашков М. П., Пельтек С. Е. Генетическое разнообразие видов комплекса *Aporrectodea caliginosa* на территории России // *Вавиловский журн. генетики и селекции*. 2017. Т. 21, № 3. С. 374–379.
- Шеховцов С. В., Ермолов С. А., Держинский Е. А., Полубоярова Т. В., Ларичева М. С., Пельтек С. Е. Генетическая и размерная изменчивость *Octolasion tyrtaeum* (Lumbricidae, Annelida) // *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2020. Т. 6, № 1. С. 5–9.
- Kashmenskaya M. N., Polyakov A. V. Karyotype analysis of five species of earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) // *Comparative Cytogenetics*. 2008. Vol. 2, N 2. P. 121–125.
- Shevchenko N., Geraskina A., Kuprin A., Grabenko E. The role of canopy gaps in maintaining biodiversity of plants and soil macrofauna in the forests of the north-western Caucasus // *Ecological Questions*. 2021. Vol. 32, N 2. P. 93–110.

# **Influence of the forest mosaic on functional diversity of earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae) (on the example of forest-steppe Ob region in Novosibirsk area)**

S. A. ERMOLOV

*Center for Forest Ecology and Productivity of RAS  
84/32, build. 14, Profsovnaya str., Moscow, 117997, Russia  
E-mail: ermserg96@gmail.com*

In pine and birch-aspen forests that are typical for forest-steppe Ob region in Novosibirsk area we conducted a study of earthworm populations (Lumbricidae) with taking into account forest mosaic. A detailed analysis of the structure of earthworm complexes made it possible to identify concrete species and living forms that are biotopically distributed to both a certain type of forest and a forest microsite. Asian species mainly predominate in pine forests, cosmopolitans in birch-aspen forests. Differences in the population of forest microsites in terms of earthworm population density and biomass are more pronounced in the forest gaps than in the spaces under tree crown and between tree crown, especially in pine forests. Studying the population of earthworms in the deadwood we revealed the characteristic features of complexes structure for each type of forest: in pine forests incomplete deadwood earthworm complexes complement soil ones, in birch-aspen forests, deadwood is a specific microsite with a full-complete earthworm complex.

**Key words:** earthworms, living forms, forest-steppe Ob region, pine forests, birch-aspen forests, deadwood, forest mosaic.