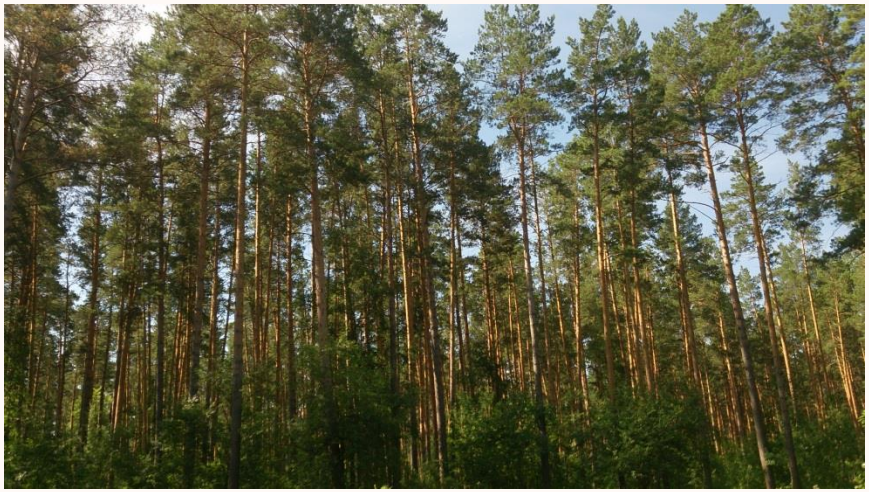
ФГБУН **ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ** РАН

НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, НГУ)

Сообщества дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья

Ермолов Сергей, аспирант 1-го года обучения ЦЭПЛ РАН



Москва, Новосибирск, 2020

Введение

В функционировании лесных экосистем ***дождевые черви*** являются одной из важных групп организмов-почвообразователей. Будучи сапрофагами, дождевые черви обеспечивают трансформацию органического вещества, а присутствие тех или иных ***видов и жизненных форм*** дождевых червей и оценка их ***плотности населения*** могут служить индикаторами состояния лесных почв.

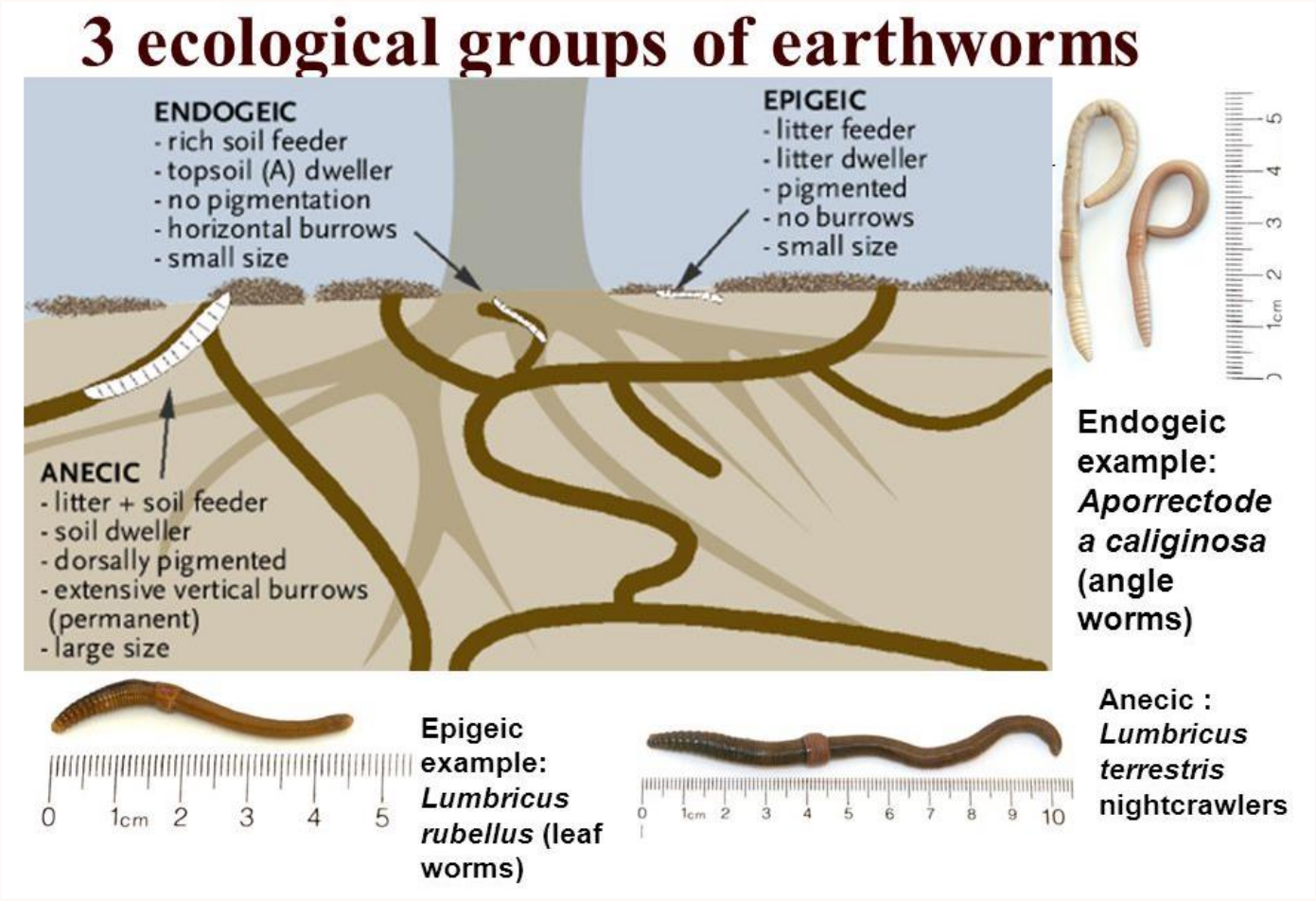
В ***Новосибирской области,*** в частности в районе ***лесостепного Приобья***, проводятся работы по изучению филогеографического и молекулярно-генетического разнообразия дождевых червей, в то время как подробные исследования видового состава и соотношения жизненных форм дождевых червей в ***лесных экосистемах почти не проводились***.

Зарубежная классификация жизненных форм дождевых червей:Bouche,1970-е гг.

Epigeic – обитают на небольшой глубине близко к поверхности почвы, питаются растительной подстилкой.

Endogeic – обитают на разной глубине в гумусовом и минеральном почвенных горизонтах, питаются в гумусовом горизонте.

Anecic – проделывают сквозь почвенные горизонты длинные вертикальные ходы, питаются на поверхности растительной подстилкой.



Классификация жизненных форм дождевых червей Т.С. Всеволодовой-Перель, 1975 г.

А) Питающиеся на поверхности почвы:

1) ***Подстилочные*** (поверхностнообитающие) (*Dendrobaena octaedra)*

2) ***Почвенно-подстилочные*** *(Lumbricus rubellus)*

2.1) ***Амфибиотические*** (*Eisenia balatonica*)

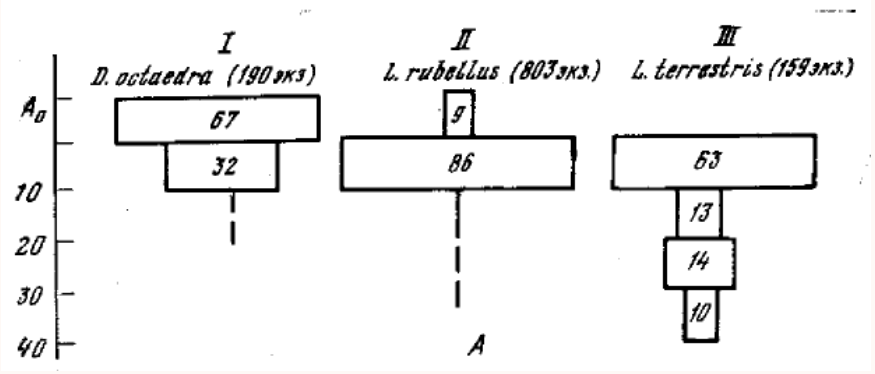
3) ***Норные*** *(Lumbricus terrestris)*

Б) Питающиеся почвенным перегноем (собственно-почвенные):

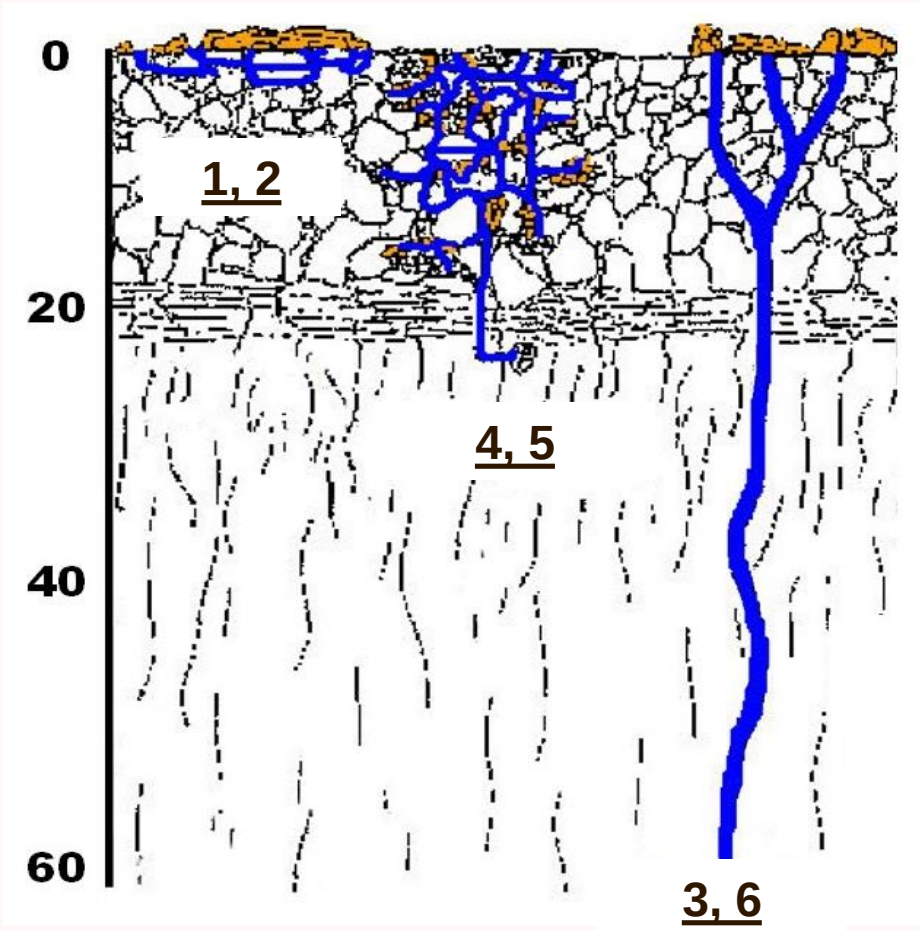
4) ***Верхнеярусные*** *(Octolasion lacteum)*

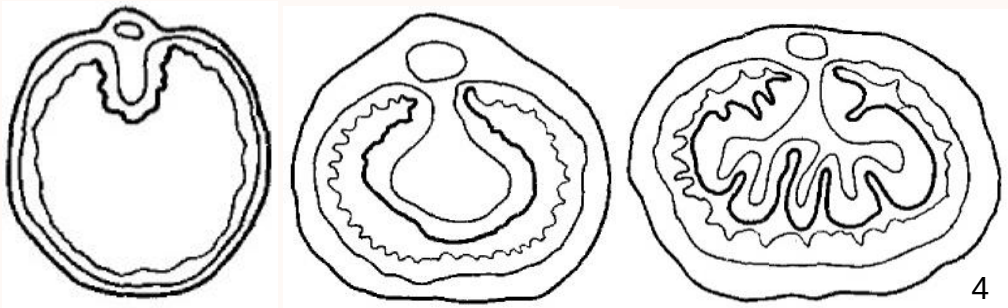
5) ***Среднеярусные*** *(Aporrectodea caliginosa)*

6) ***Нижнеярусные*** *(Allolobophora kaznakovi)*

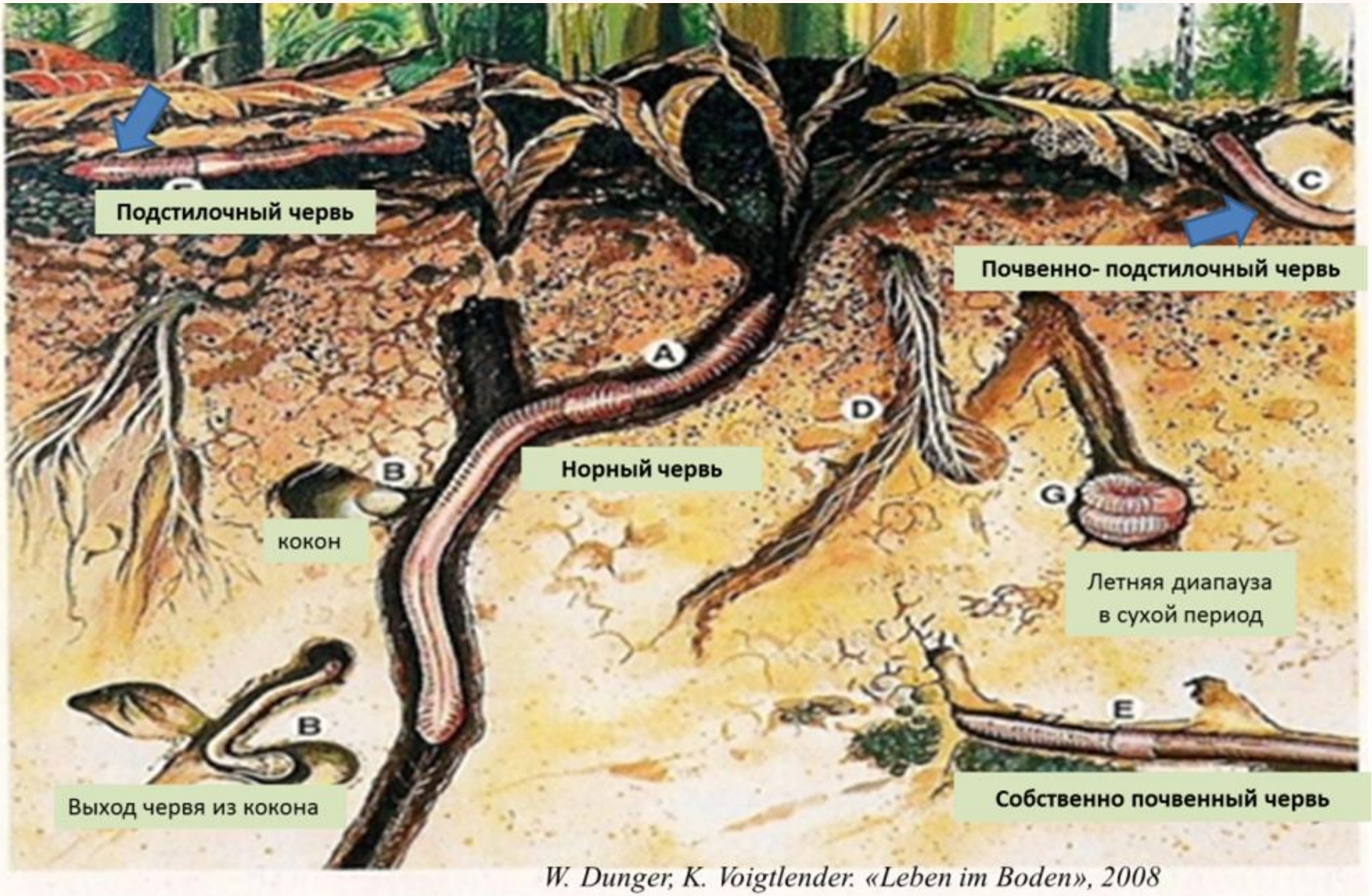


Иллюстрации по Всеволодовой-Перель, 1979





Полночленный комплекс жизненных форм дождевых червей: W. Dunger, K. Voigtlender, цит. по: А.П. Гераськина, 2016 г.



Наличие в биотопе всех возможных морфо-экологических типов и групп дождевых червей

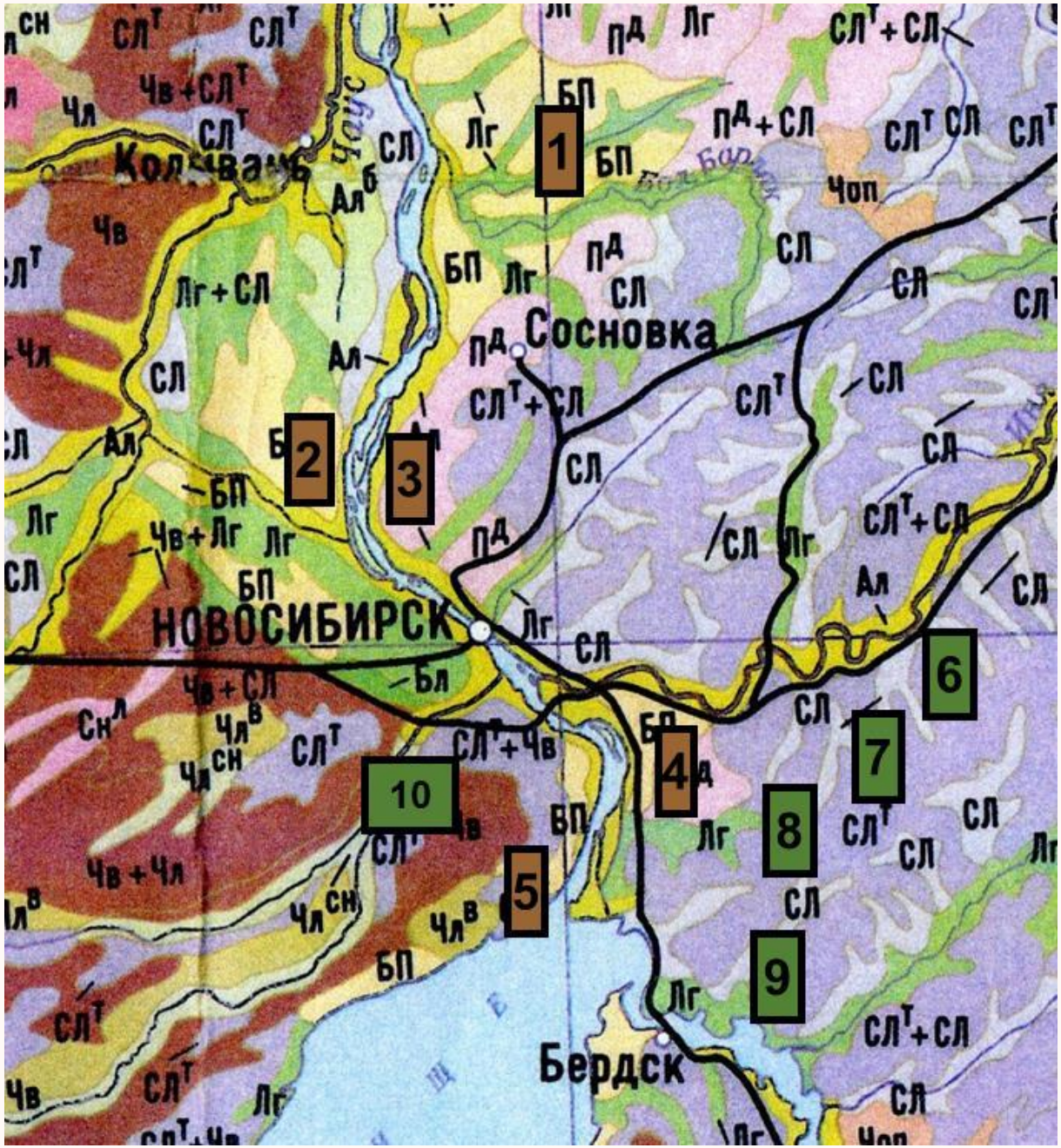
Цели и задачи

Цель данной работы — провести сравнительный анализ населения дождевых червей хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья Новосибирской области и выявить взаимосвязь его состава с основными факторами среды обитания.

Задачи:

1. Сравнить видовой состав и комплексы жизненных форм дождевых червей (Lumbricidae) хвойных (сосновых боров) и мелколиственных (березово-осиновых) лесов.
2. Изучить население дождевых червей лесного валежника, как специфического местообитания почвенных сапрофагов.
3. Исследовать взаимосвязи плотности населения и видового состава дождевых червей с основными физико-химическими свойствами лесных почв.
4. Оценить изменчивость внешних морфологических признаков у полиморфного дождевого червя *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi* и обосновать выделение крупной и мелкой размерных форм.

Регион исследования



Сосновые боры:

1 – Окрестности п. Сосновка

2 – Кудряшовский бор

3 – Заельцовский бор

4 – Окрестности с. Барышево

5 – Чемской бор

Мелколиственные леса в окрестностях населенных пунктов:

6 – ст. Шелковичиха

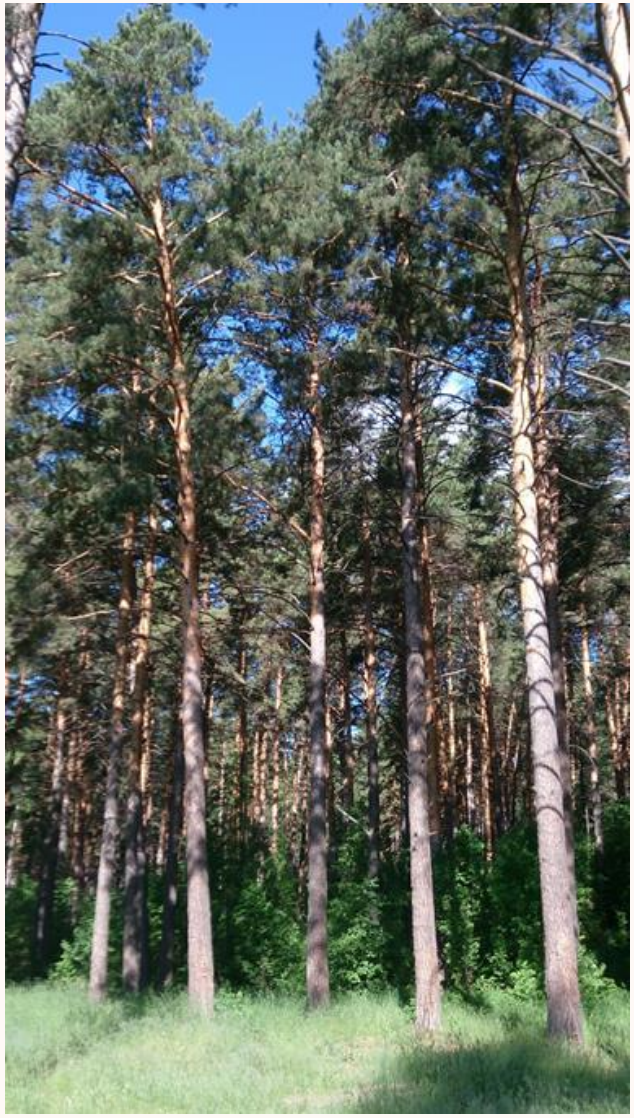
7 – с. Быково

8 – п. Кольцово

9 – п. Морозово

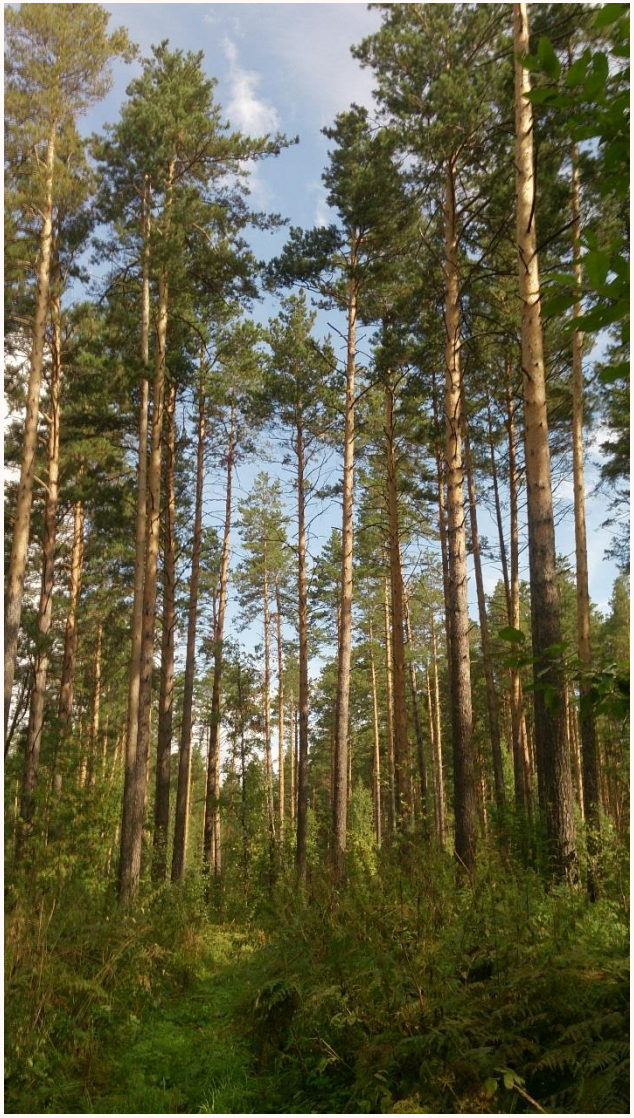
10 – с. Верх-Тула

Местообитания: сосновые боры



Чемской бор

Кудряшовский бор



Барышевский бор

Местообитания: мелколиственные леса

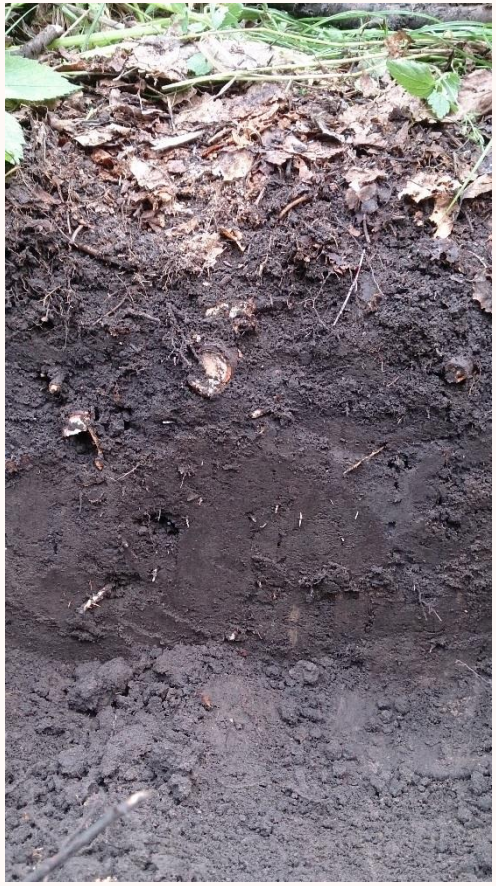
Окрестности села Быково

Окрестности села Шелковичиха

Окрестности села Верх-Тула

Почвы

В исследованных местообитаниях были отмечены следующие типы почв: ***серые лесные почвы***, ***дерново-подзолистые и боровые пески (дерново-слабоподзолистые песчаные)***.



Серая лесная почва

Дерново-подзолистая и Боровые пески

Материалы и методы

- ***Послойная выкопка и разбор почвенных проб*:** на поверхности земли размечался квадрат стороной 25 или 50 см. Сначала перебирался ***опад (подстилка)***, затем снимались слои ***почвы*** толщиной 0-2 см, 2-5 см, 5-10 см и более 10 см (~до 30 см или глубже). Почва перебиралась в ручную; крупные комья и сплетения корней растений разбирались на мелкие части.

- ***Разбор валежника:*** червей выбирали из-под мхов, коры и гниющей древесины упавших стволов ***2-3-й стадий разложения***, разбор по мере возможности, проводится до почвы. Также измерялся диаметр и высота стволов. Полученные данные рассчитывались на объём.

Примечание: ***стадии разложения валежника определялись согласно шкале П.В. Гордиенко (1979)***

Материалы и методы

Почвенные пробы были взяты во время сбора дождевых червей; каждая проба бралась при раскопке на определенной глубине (0-2, 2-5, 5-10, 10-30 см). Пробы расфасовали и оставили сушиться. Также были измерены **мощность подстилки** и **гумусового горизонта.**

Материалы и методы

Влажность почвы (гигроскопическая влажность) – количество влаги в почве, выраженное в процентах от ее веса или объема.

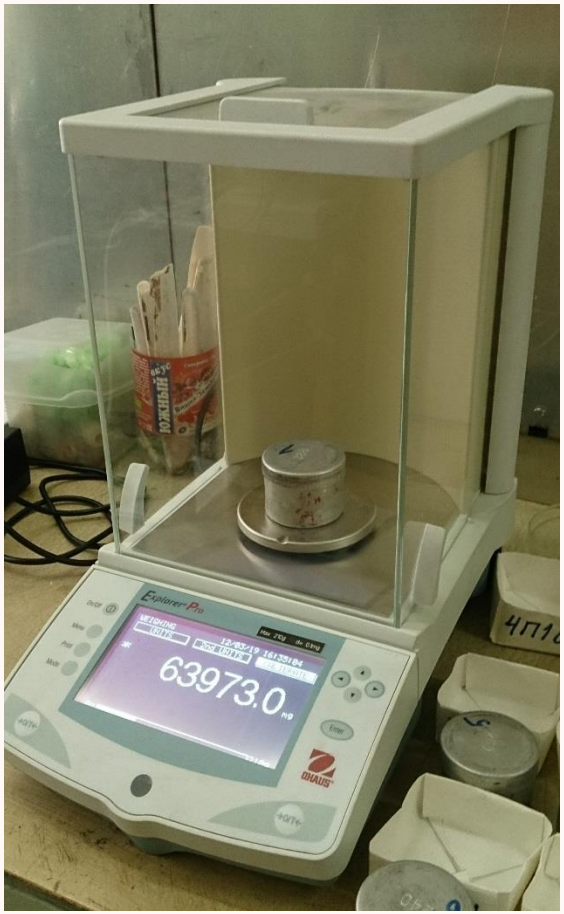
Для измерения влажности почва взвешивалась до и после высушивания на воздухе, а содержание влаги рассчитывалось по формуле:

$$\omega(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} * 100$$

m0 - масса пустого бюкса с крышкой, г

m1 - масса бюкса с влажной пробой почвы, г

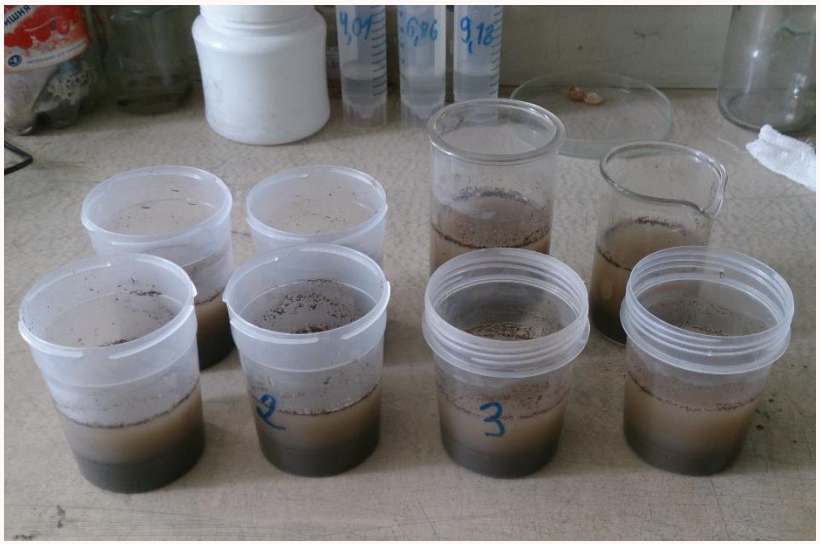
m2 - масса бюкса с сухой пробой почвы, г

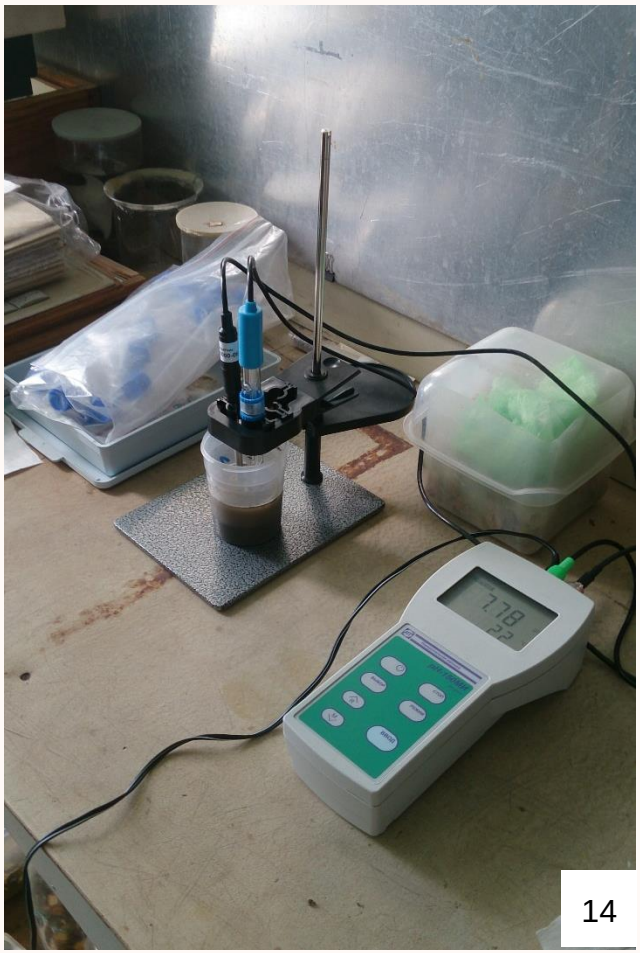


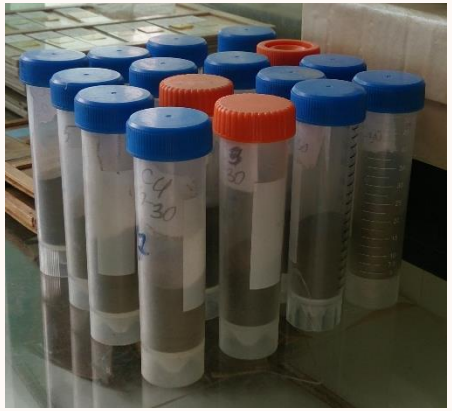
Материалы и методы

Кислотность почвы (актуальная кислотность, pH водн.) – обусловлена наличием и концентрацией ионов водорода в почвенном растворе (суспензии) при обработке почвы водой, связана с различными водно-растворимыми кислотами и их кислыми солями.

Определение pH водной суспензии: в химический стакан на 100-150 мл берется просеянная навеска 20 г сухой почвы и приливается 50 мл дистиллированной воды. Затем содержимое перемешивают 1-2 мин и оставляют стоять 5 мин. Перед определением суспензию еще раз перемешивают и опускают в нее электрод pH-метра.







Подстилочные формы

Dendrodrilus rubidus tenuis

Dendrobaena octaedra

Dendrodrilus rubidus subrubicundus

Почвенно-подстилочные формы

Lumbricus rubellus

Eisenia fetida

Eisenia nordenskioldi nordenskioldi

Собственно-почвенные формы

Octolasion lacteum

Aporrectodae caliginosa caliginosa

Eisenia nordenskioldi pallida

Норные (?) формы

Eisenia nordenskioldi nordenskioldi

Полиморфизм *E. nordenskioldi nordenskioldi*

1 – Крупная форма, почва;

2 – Кольцово, валежник;

3 – Быково, валежник;

4 – Верх-Тула, почва

№ выборки	*Место сбора*	*Число особей*	*Число сегментов*	*Длина тела, мм*	*Ширина тела, мм*	*Длина пояска, мм*	*Ширина пояска, мм*	*Вес, г*
Мелкая размерная форма								
1	**Верх-Тула, почва**	**11**	**115±5**	**49±2**	**2,7±0,1**	**4,2±0,2**	**2,9±0,1**	**0,18±0,01**
2	**Быково, валежник**	**20**	**106±1**	**54±1**	**3,1±0,1**	**4,4±0,1**	**3,2±0,1**	**0,25±0,01**
3	**Кольцово, валежник**	**17**	**103±2**	**61±2**	**3,2±0,1**	**3,7±0,1**	**3,2±0,1**	**0,31±0,01**
Крупная размерная форма								
4	**Боры**	**9**	**133±7**	**114±6**	**6,0±0,3**	**6,7±0,4**	**4,9±0,2**	**1,77±0,2**
5	**Мелколист. леса**	**7**	**126±5**	**105±4**	**5,2±0,1**	**6,1±0,2**	**5,3±0,2**	**1,50±0,2**

Полиморфизм *E. nordenskioldi nordenskioldi*

КС – количество сегментов;

Д - длина тела;

Ш - ширина тела;

ДП - длина пояска;

ШП - ширина пояска;

В - вес

Перечень достоверно различающихся признаков между выборками (тест Уитни-Манна, $p < 0.01$)

№ выборки	2	3	4	5
1	КС, Ш, В	КС, Д, Ш, В	Д, Ш, ДП, ШП, В	Д, Ш, ДП, ШП, В
2	–	Д, ДП, В	КС, Д, Ш, ДП, ШП, В	КС, Д, Ш, ДП, ШП, В
3		–	КС, Д, Ш, ДП, ШП, В	КС, Д, Ш, ДП, ШП, В

Упоминание о норной форме *E. n. nordenskioldi* в литературе и устных сообщениях

Боескоров В.С. Экологические условия обитания дождевого червя *Eisenia nordenskioldi*, Eisen в мерзлотных почвах Якутии // Автореф. … дисс. канд. биол. наук. Улан-Удэ: ИОиЭБ СО РАН, 2004. 24 с.

Бызова Ю.Б. Дыхание почвенных беспозвоночных. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 328 с.

Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.

Перель Т.С., Графодатский А.С. Полиморфизм *Eisenia nordenskioldi* (Eisen) // Докл. АН СССР. 1983. Т. 269, № 4. С. 1019-1021.

Перель Т.С. Дождевые черви (Oligochaeta, Lumbricidae) в лесах Западного Саяна (с описанием нового вида) // Зоологический журнал. 1994. Т. 73, № 2. С. 18-22.

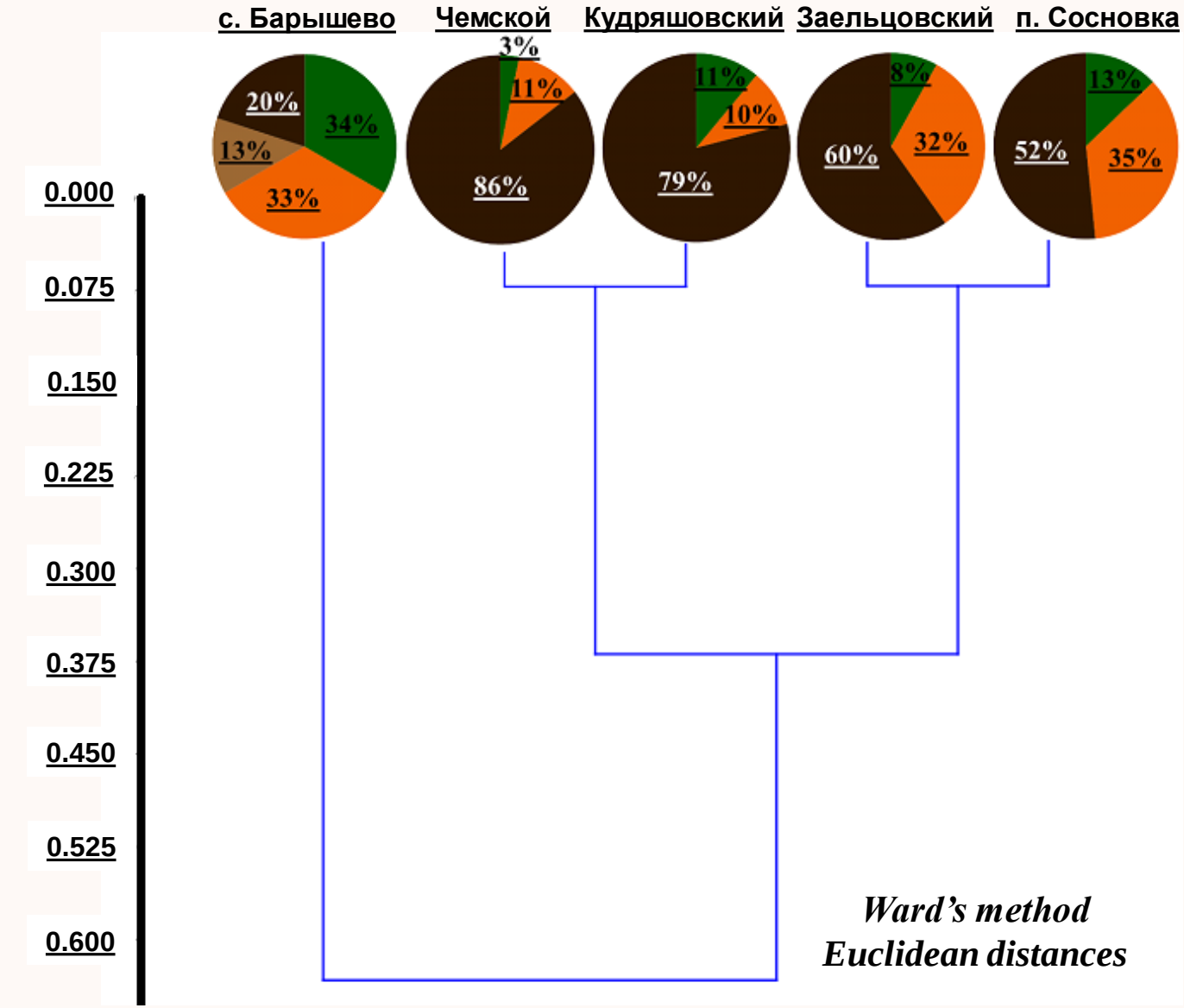
Войтехов М.Я. (Устное сообщение: обнаружены ходы норных червей в почве березняков в окрестностях Буготакских сопок, Новосибирская область).

Ким-Кашменская М.Н. (Устное сообщение: обнаружение ходов норных червей в местообитаниях окрестностей Новосибирской и Кемеровской областей).

Ермолов С.А. (Устное сообщение: обнаружение крупных особей *E. n. nordenskioldi* и их ходов в Новосибирской области).

Сходство внешнего строения между крупной формой ***E. nordenskioldi nordenskioldi*** (вверху) и типичным норником ***L. terrestris*** (внизу)

Соотношение жизненных форм: Боры



Подстилочные

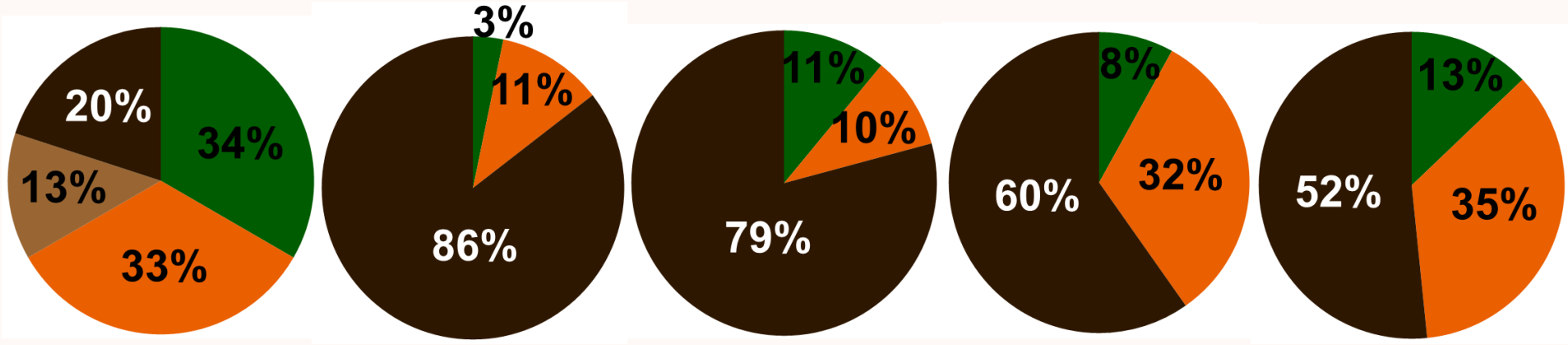
Почвенно-подстилочные

Собственно-почвенные (верхнеярусные)

Собственно-почвенные (среднеярусные)

Соотношение жизненных форм

Высокотравно-папоротниковые сосновые боры



Виды	Плотность населения, особей/м2				
	с. Барышево	Чемской	Кудряшовский	Заельцовский	п. Сосновка
Dendrobaena octaedra	9	4	16	14	16
Dendrodrillus rubidus subrubicundus	1	0	3	0	0
Lumbricus rubellus	0	2	1	42	0
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (мелкая форма)	9	6	11	10	32
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (крупная форма)	1	6	5	4	12
Octolasion lacteum	4	0	0	0	0
Aporrectodea caliginosa caliginosa	0	84	80	42	0
Eisenia nordenskioldi pallida	6	22	57	62	64

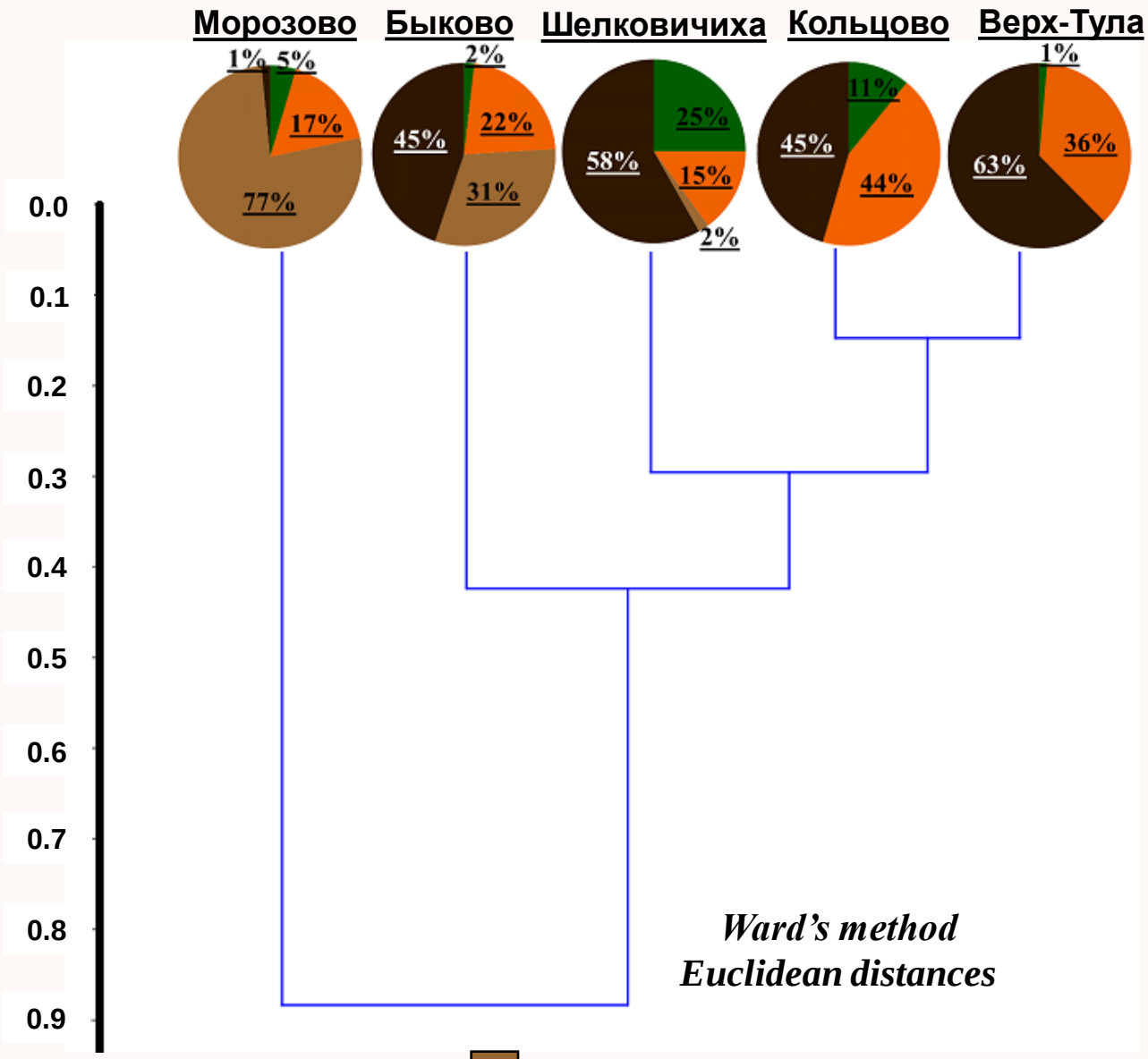
Подстилочные

Почвенно-подстилочные

Собственно-почвенные (верхнеярусные)

Собственно-почвенные (среднеярусные)

Соотношение жизненных форм: мелколиственные леса



Подстилочные

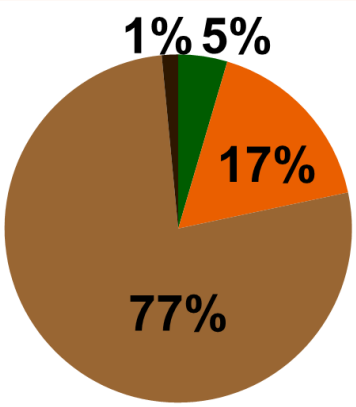
Почвенно-подстилочные

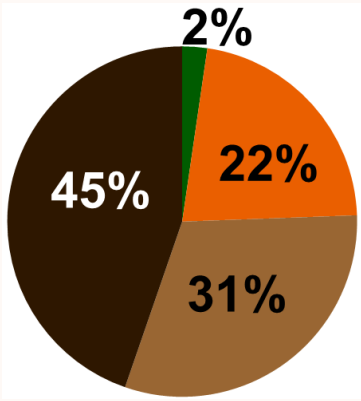
Собственно-почвенные (верхнеярусные)

Собственно-почвенные (среднеярусные)

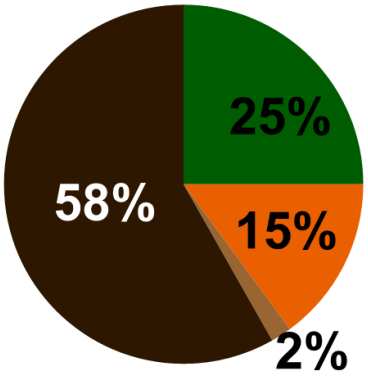
Соотношение жизненных форм

Высокотравно-папоротниковые березово-осиновые леса

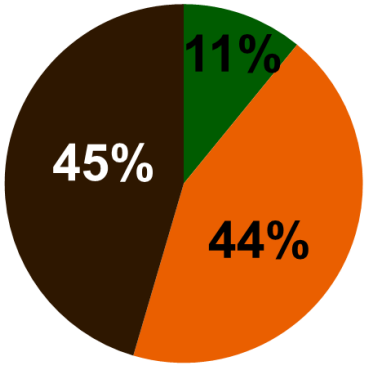




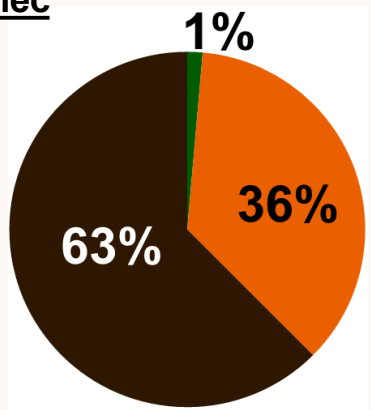
Высокотравно-снытиевый березово-осиновый лес



Высокотравно-папоротниковый березово-осиновый лес



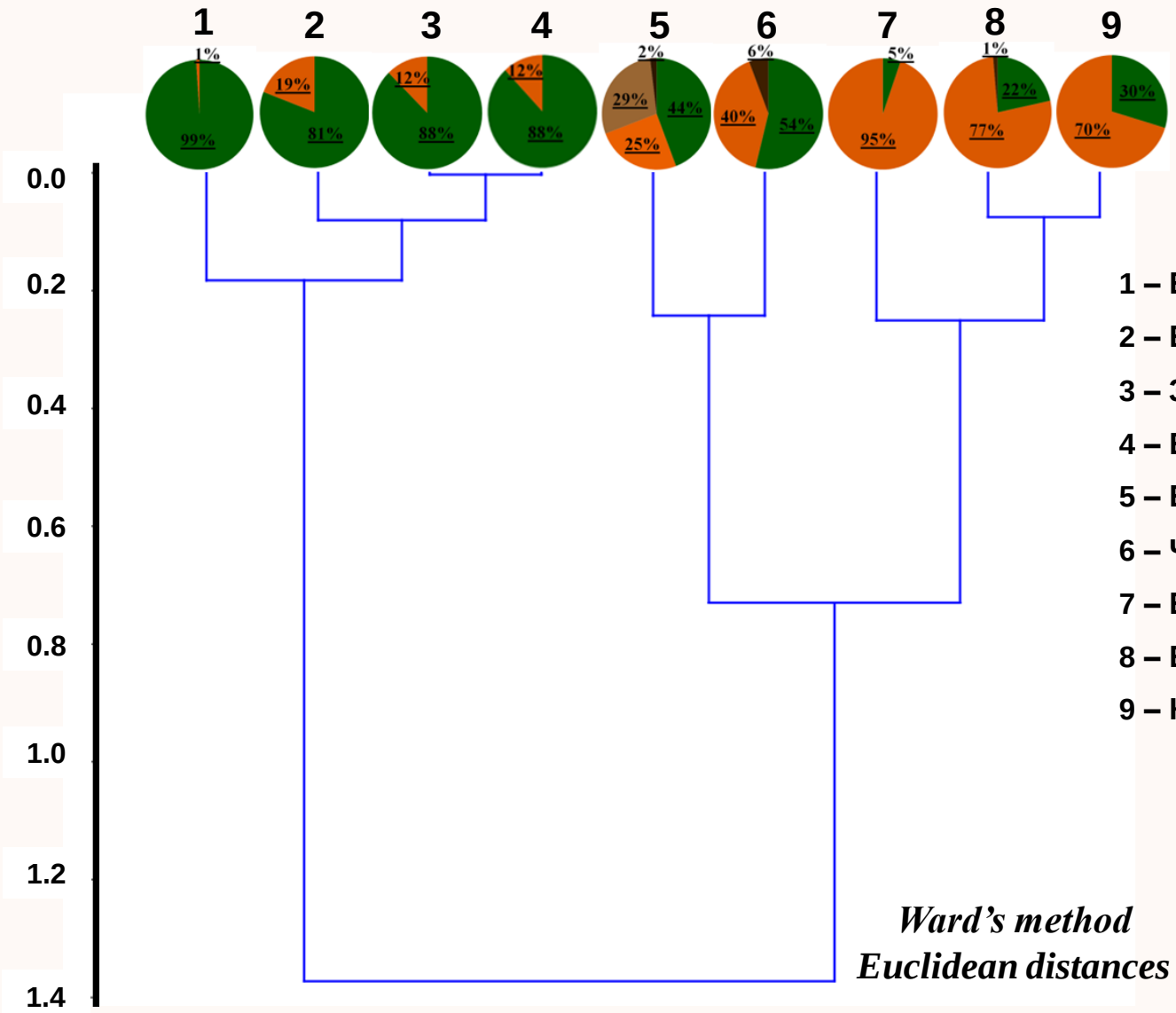
Низкотравный березовый лес



Виды	Плотность населения, особей/м2				
	Морозово	Быково	Шелковичиха	Кольцово	Верх-Тула
Dendrobaena octaedra	12	5	64	6	1
Dendrodrilus rubidus tenuis	0	0	3	0	0
Lumbricus rubellus	0	39	27	0	0
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (мелкая форма)	39	8	8	23	26
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (крупная форма)	6	1	5	1	0
Octolasion lacteum	202	67	5	0	0
Aporrectodea caliginosa caliginosa	4	95	146	0	0
Aporrectodea rosea	0	2	0	0	0
Eisenia nordenskioldi pallida	0	0	10	25	45

- ***Подстилочные***
- ***Почвенно-подстилочные***
- ***Собственно-почвенные (верхнеярусные)***
- ***Собственно-почвенные (среднеярусные)***

Соотношение жизненных форм: валежник



1 – Барышево, бор, сосна, стадия 2

2 – Быково, береза, стадия 2

3 – Заельцовский бор, сосна, стадия 2

4 – Барышево, бор, береза, стадия 3

5 – Барышево, бор, сосна, стадия 3

6 – Чемской бор, береза, стадия 2

7 – Быково, береза, стадия 2

8 – Быково, береза, стадия 3

9 – Кольцово, береза, стадия 2

Подстилочные

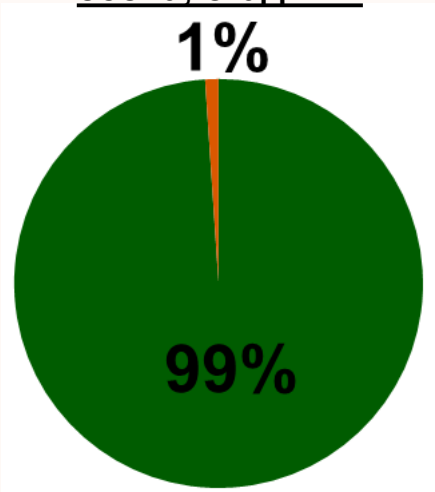
Почвенно-подстилочные

Собственно-почвенные (верхнеярусные)

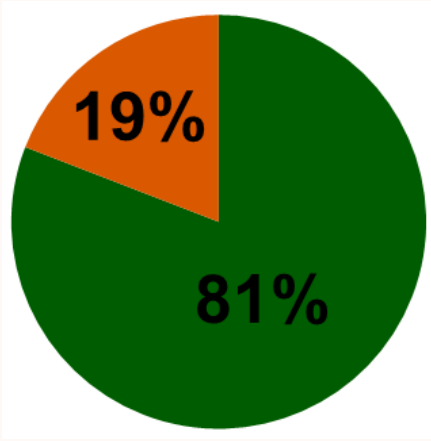
Собственно-почвенные (среднеярусные)

Соотношение жизненных форм в валежнике

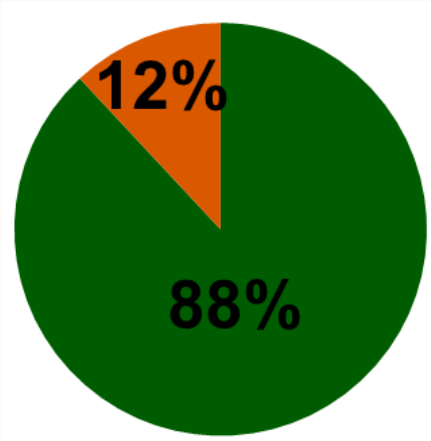
Барышево, бор, сосна, стадия 2



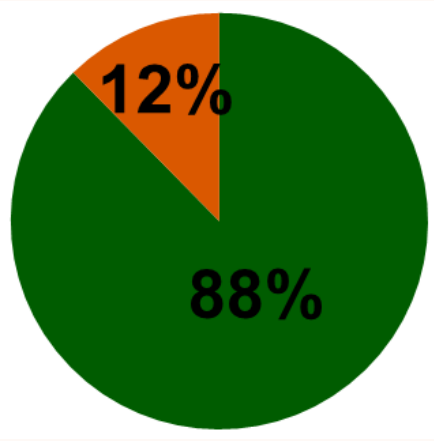
Быково, береза, стадия 2



Заельцовский бор, сосна, стадия 2



Барышево, бор, береза, стадия 3



Виды	Плотность населения, особей/м3			
	Барышево бор, сосна, стадия 2	Быково, береза, стадия 2	Заельцовский бор, сосна, стадия 2	Барышево бор, береза, стадия 3
Dendrobaena octaedra	192	500	101	164
Dendrodrilus rubidus tenuis	169	600	0	120
Dendrodrillus rubidus subrubicundus	0	0	8	0
Lumbricus rubellus	0	20	14	0
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (мелкая форма)	4	240	1	40

Подстилочные

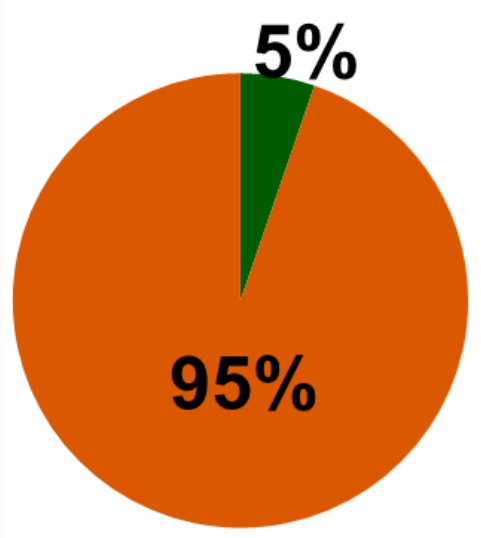
Почвенно-подстилочные

Собственно-почвенные (верхнеярусные)

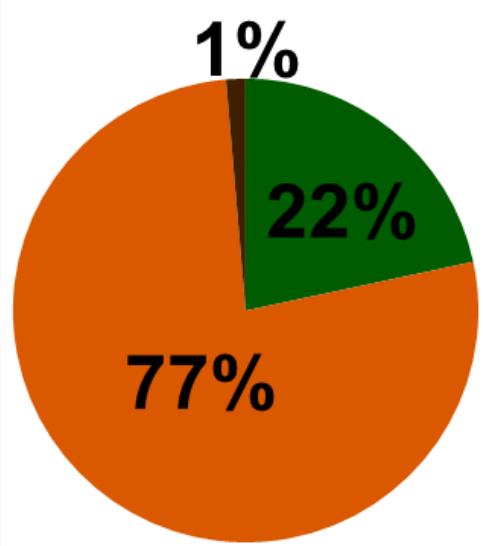
Собственно-почвенные (среднеярусные)

Соотношение жизненных форм в валежнике

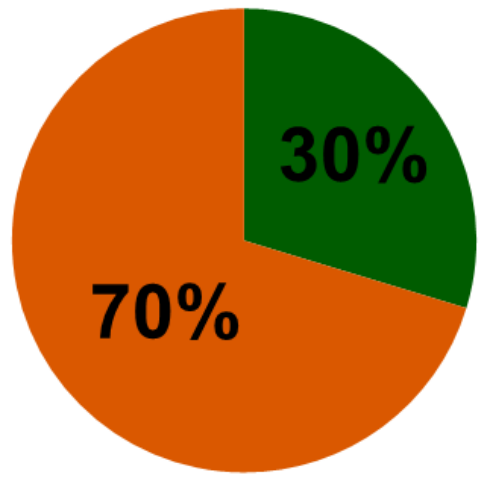
Быково, береза, стадия 2



Быково, береза, стадия 3



Кольцово, береза, стадия 2



Виды	Плотность населения, особей/м3		
	Быково, береза, стадия 2	Быково, береза, стадия 3	Кольцово, береза, стадия 2
Dendrobaena octaedra	0	0	4
Dendrodrilus rubidus tenuis	25	7	50
Dendrodrillus rubidus subrubicundus	0	0	62
Lumbricus rubellus	350	16	0
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (мелкая форма)	100	6	273
Eisenia fetida	0	2	0
Aporrectodae caliginosa caliginosa	0	1	0

Подстилочные

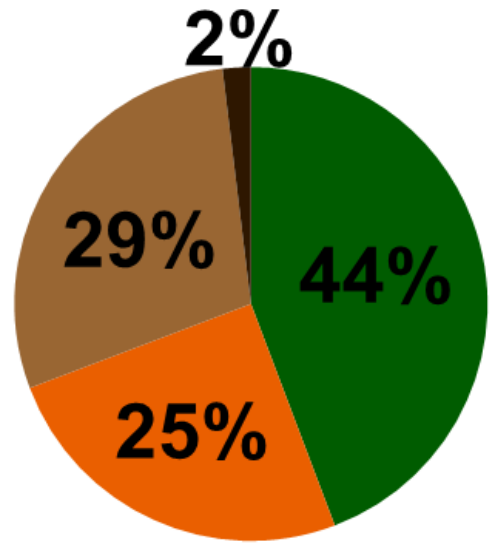
Почвенно-подстилочные

Собственно-почвенные (верхнеярусные)

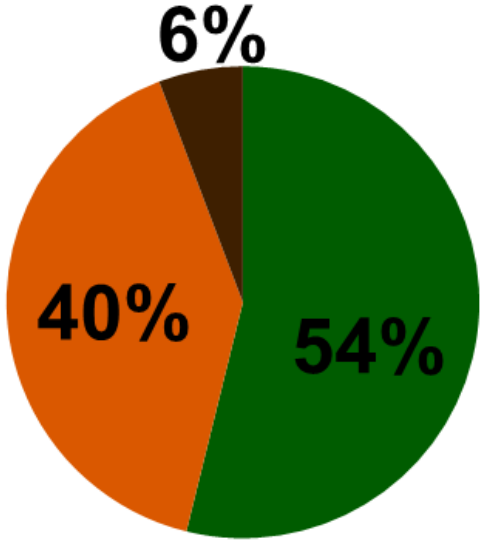
Собственно-почвенные (среднеярусные)

Соотношение жизненных форм в валежнике

Барышево, бор, сосна, стадия 3



Чемской бор, береза, стадия 2



Виды	Плотность населения, особей/м3	
	Барышево, бор, сосна, стадия 3	Чемской бор, береза, стадия 2
Dendrobaena octaedra	12	64
Dendrodrilus rubidus tenuis	13	48
Eisenia nordenskioldi nordenskioldi (мелкая форма)	14	84
Octolasion lacteum	17	0
Eisenia nordenskioldi pallida	1	12

Подстилочные

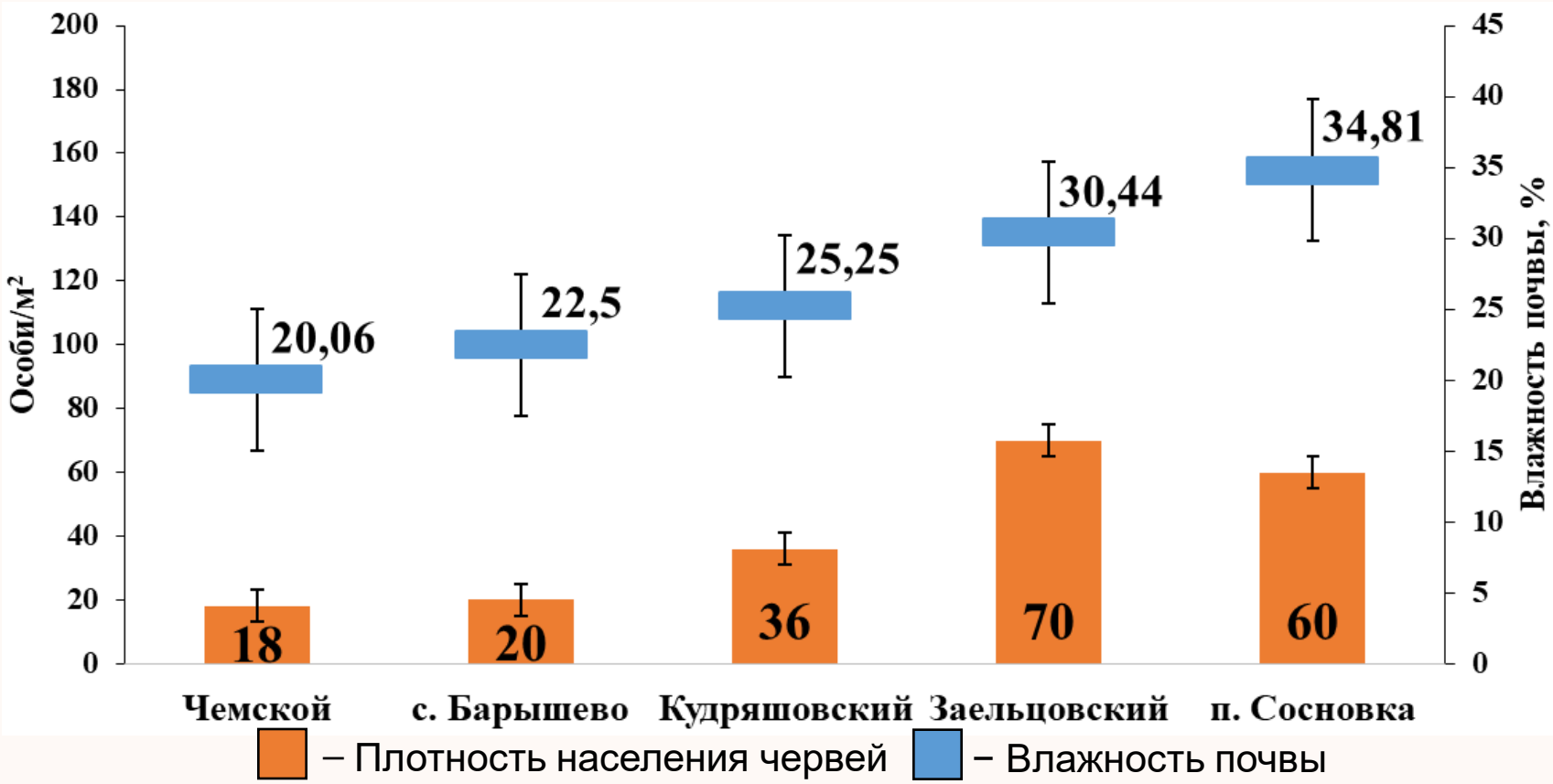
Собственно-почвенные (верхнеярусные)

Почвенно-подстилочные

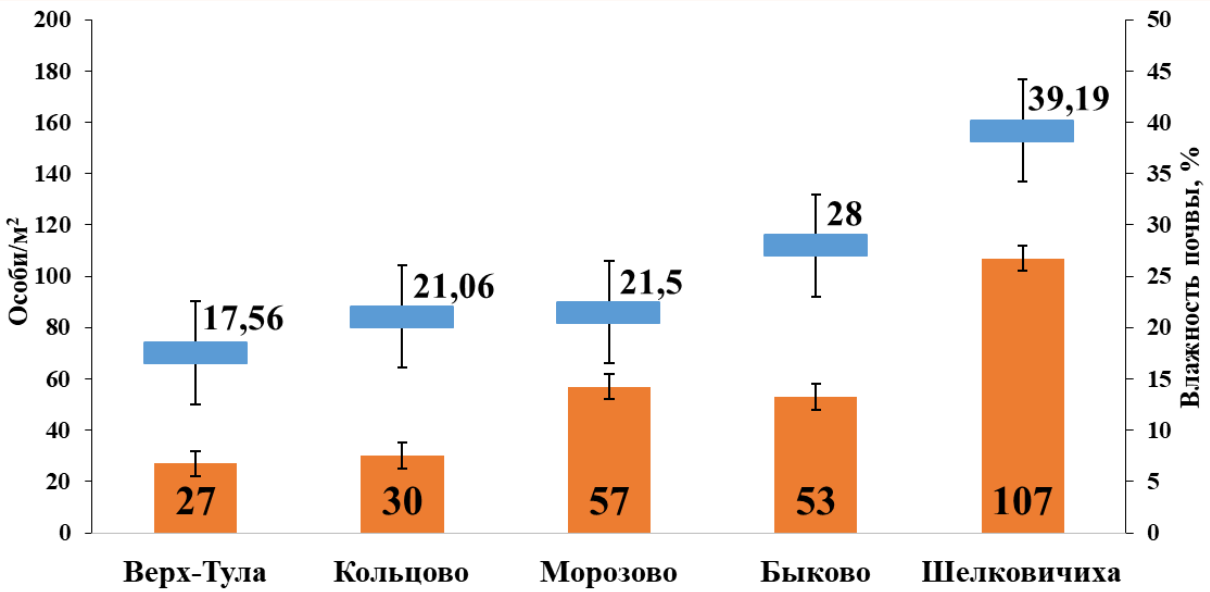
Собственно-почвенные (среднеярусные)

Зависимость плотности населения поверхностнообитающих червей от влажности почвы в сосновых борах

Коэффициент корреляции Спирмена: r_s=0,89; Значимость: P<0,05; n=5

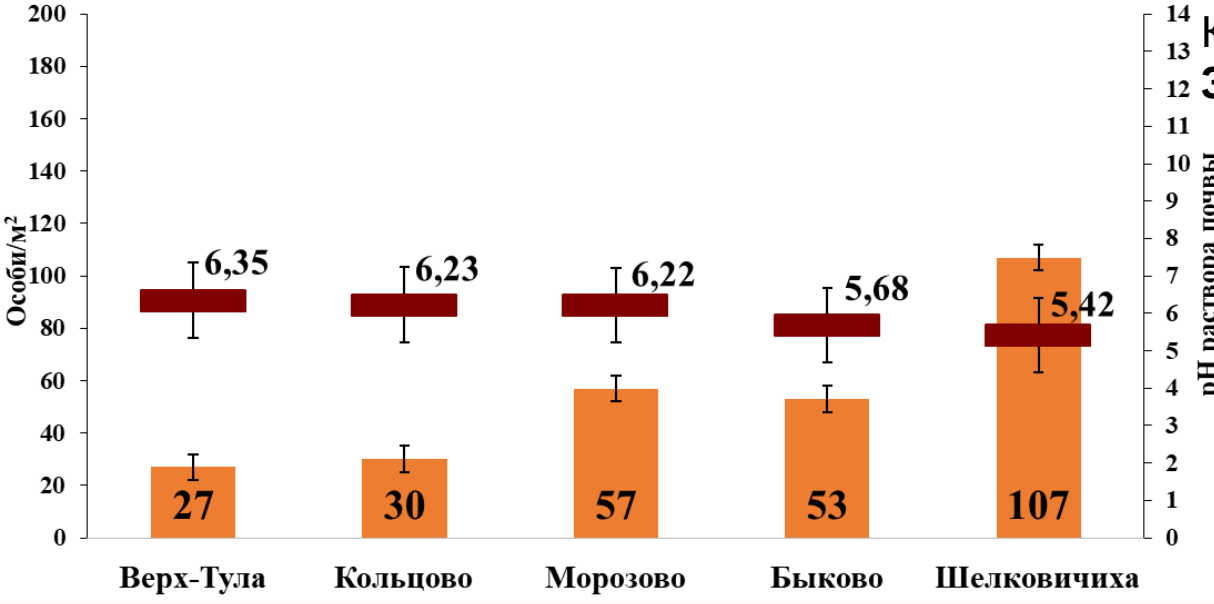


Зависимость плотности населения поверхностнообитающих червей от свойств почвы в мелколиственных лесах



Коэфф. коррел. Спирмена: r_s=0,89

Значимость: P<0,05; n=5

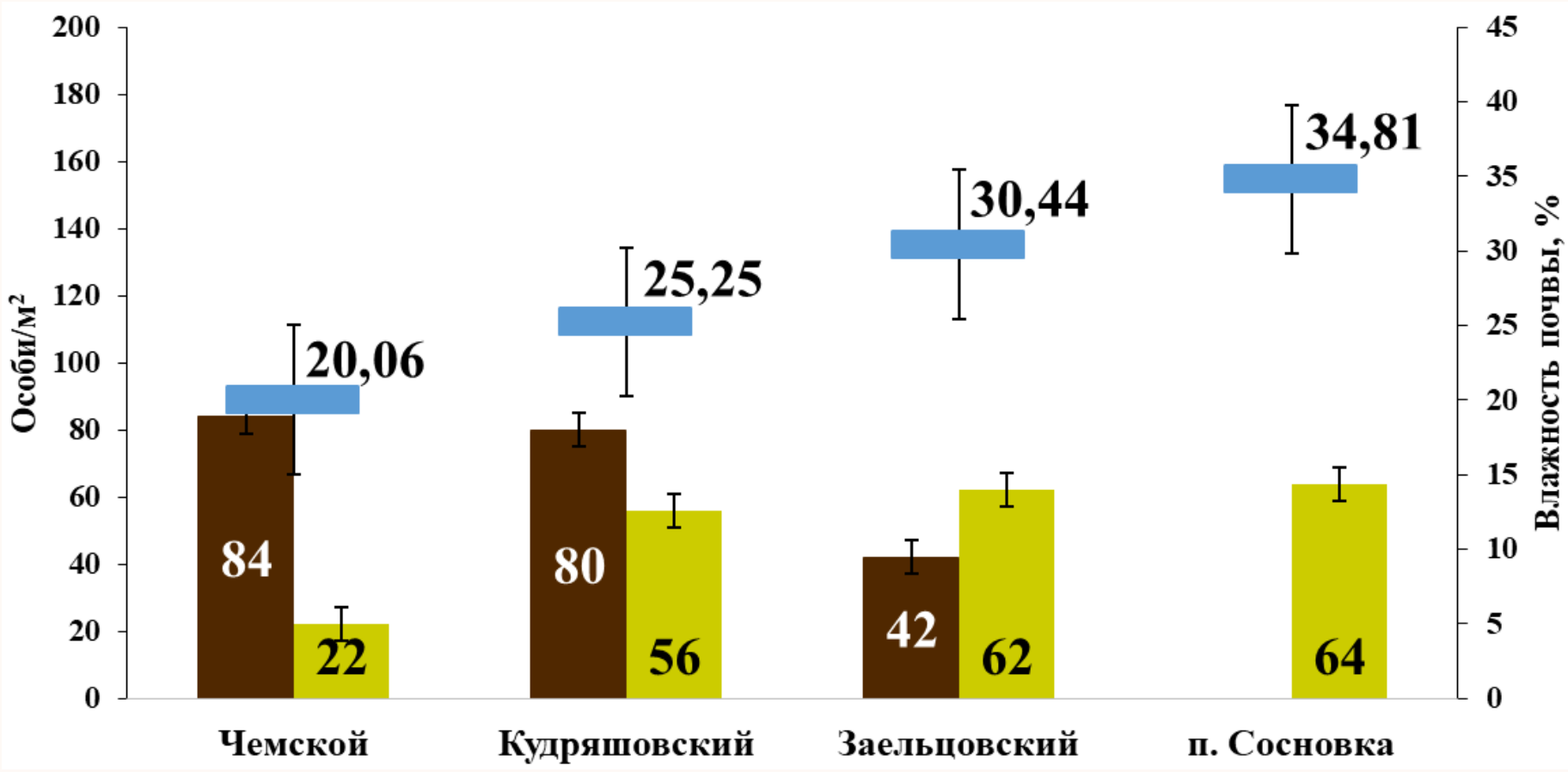


Коэфф. коррел. Спирмена: r_s=-0,89

Значимость: P<0,05; n=5

– Плотность населения червей – Влажность почвы – Кислотность почвы

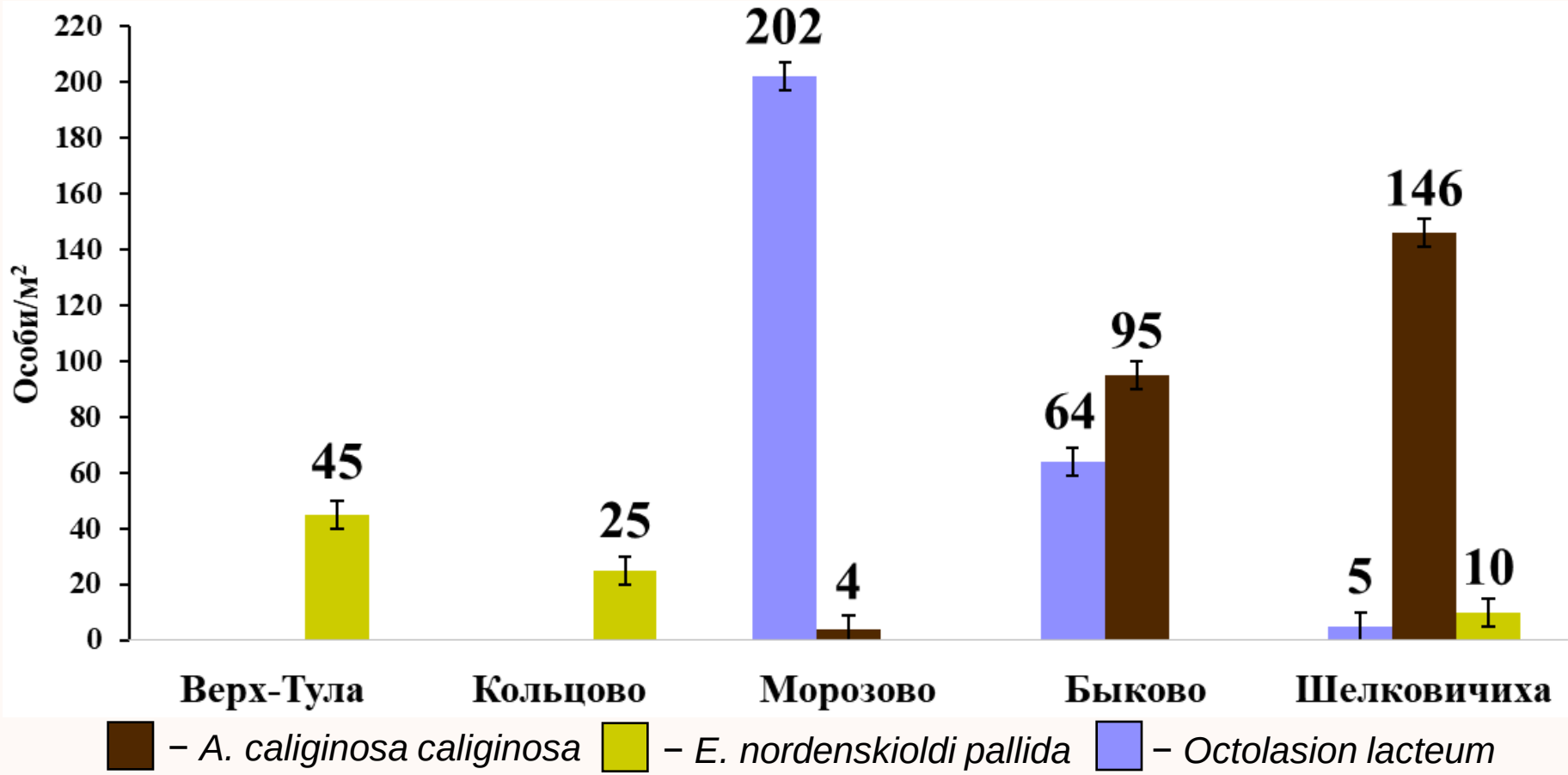
Зависимость плотности населения собственно-почвенных дождевых червей от влажности почвы в сосновых борах



Коэфф. коррел. Спирмена для *E. nordenskioldi pallida* : **r_s= 0,90; Значимость: P<0,05; n=4**

Коэфф. коррел. Спирмена для *A. caliginosa caliginosa* : **r_s= -0,90; Значимость: P<0,05; n=4**

Разнообразие видового состава и плотности населения собственно-почвенных червей в мелколиственных лесах



Лес в окрестности п. Морозово: с мощный гумусовый горизонт (19.9 см) и слабокислая реакция почв (pHводн.= 6.22), преобладание *O. lacteum.*

Леса в окрестностях с. Быково и ст. Шелковичиха: кислая реакция почв (pHводн.= 5.68; 5.42, соответственно) и менее развитый гумусовый горизонт (12.3 см и 9.9 см, соответственно), преобладание *A. c. caliginosa*.

Плотность населения ***E. n. pallida* в мелколиственных лесах заметно ниже**, чем в сосновых борах и не объясняется измеренными характеристиками почвы.

Выводы

1. В сосновых борах и мелколиственных лесах лесостепного Приобья Новосибирской области видовой состав дождевых червей во многом сходен, но суммарная плотность населения червей заметно выше в мелколиственных лесах. В большинстве местообитаний значительную долю населения червей составляют **собственно-почвенные среднеярусные** формы (***Aporrectodea caliginosa caliginosa* и *Eisenia nordenskioldi pallida***), лишь в одном случае (мелколиственный лес в п. Морозово) доминантами оказались **собственно-почвенные верхнеярусные черви** (***Octolasion lacteum***). Также в некоторых лесах высока доля **поверхностнообитающих форм дождевых червей**.

2. При исследованнии сообществ дождевых червей местных **валежников** выделены **три группы таксоценов**, различающиеся по соотношению жизненных форм. **Больше** всего таксоценов с преобладанием **подстилочных форм**, **меньше** - с присутствием **собственно-почвенных форм**. При одинаковом соотношении жизненных форм таксоцены в пределах одной группы могут заметно различаться по видовому составу червей. Выявлены слабые связи между стадией разложения валежника и жизненными формами червей населяющих его.

3. В ходе исследования подтверждено, что в лесных экосистемах наиболее значимым фактором для дождевых червей является **влажность почвы**, особенно для **поверхностнообитающих жизненных форм**. Для собственно-почвенных форм дождевых червей также важна мощность гумусового горизонта.

4. После проведения морфометрического анализа по внешним морфологическим признакам обосновано выделение крупной и мелкой размерных форм ***Eisenia nordenskioldi nordenskioldi***. Мелкие формы данного подвида являются **типичным почвенно-подстилочными червями**, населяющими верхние слои почвы и валежник. Крупная форма, возможно, относится к **червям-норникам**.

Спасибо за внимание!