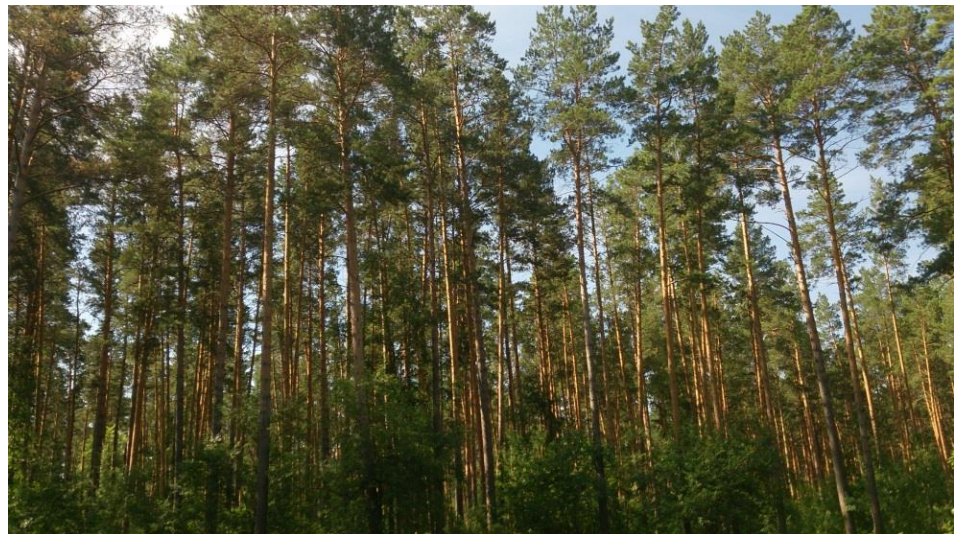


ФГБУН ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ И
ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ РАН



Пространственное распределение
дождевых червей
в лесах Новосибирской области

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**.



Актуальность работы

В Западной Сибири было проведено сравнительно немного исследований, посвященных дождевым червям. На территории Новосибирской области население дождевых червей было лишь частично изучено и упомянуто в работах И.В. Стебаева, Т.С. Перель, Ю.Б. Бызовой:

- **Стебаев И.В., Волковинцер В.В., Животное населения почв северной части Барабинской лесостепи и водный режим почв // Зоологический журнал. – 1964. – Т. 43, № 10. – С. 1425–1439.**
- **Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. – М., Наука, 1979. – 272 с.**
- **Бызова Ю.Б. Дыхание почвенных беспозвоночных – М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. – 328 с.**

Актуальность работы

Следует отметить, что дождевые черви очень неоднородно распространены на территории Новосибирской области. **Большая часть** ее часть приходится на типичные **лесостепные и степные ландшафты**, где дождевых червей либо очень мало, либо они вовсе не были обнаружены, что объясняется частыми засухами и засоленностью почв. (По сборам и наблюдениям Ким-Кашменской М.Н. и Ермолова С.А. на юге НСО).



Актуальность работы

Одним из наиболее благоприятных регионов области для дождевых червей является лесостепное Приобье, где присутствуют не только лесостепные, но и лесные ландшафты, представленные ленточными борами, смешанными лесами, сосняками, березово-осиновыми лесами и березовыми колками.



Мугако А.Л. **Природа Новосибирской области.** – Новосибирск: Новосибирский государственный краеведческий музей, 2008. – 40 с.

Актуальность работы: лесные микросайты

Как известно, лес представляет собой сложное растительное сообщество, состоящее из разных микросайтов.

К лесным микросайтам относится подкروновое и межкroновое пространство, валежник и «окна».

Исследования, посвященные почвенным и подстилочным беспозвоночным в лесах, не раз показывали насколько различным может быть их население в зависимости от обитания в определённом микросайте даже в одном типе леса. Это также объясняется совокупностью экологических факторов, которая может варьировать в зависимости от типа микросайта.

Подход к изучению сообществ дождевых червей с учетом микросайтной организации леса позволяет объяснить неоднородность их распределения и дать оценку их функциональному разнообразию.



Гераськина А.П. Население дождевых червей (Lumbricidae) в основных типах темнохвойных лесов Печеро-Ильчского заповедника // Зоологический журнал. – 2016. – Т. 95, № 4. – С. 394–405.

Гончаров А.А. Структура трофических ниш в сообществах почвенных беспозвоночных (мезофауна) лесных экосистем. // Дисс. канд. биол. наук. – Москва, ИПЭЭ РАН. – 2016.

Список опубликованных работ, посвященных исследованию дождевых червей на территории НСО в 2015-2020 гг.

Ермолов С.А. Сравнительный анализ населения и динамики численности кольчатых червей в биотопах речных долин // Экология России и сопредельных территорий: Тез. докл. Всерос. студ. конф. с междунар. участием. 28 — 30 октября 2016 г. - Новосибирск, 2016. – С. 104.

Ермолов С.А. Особенности распределения жизненных форм дождевых червей (Lumbricidae) лесостепного Приобья // Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы Всероссийской научной конференции. – Москва: ЦЭПЛ РАН, 2018а. – 230 с.

Ермолов С.А. Фаунистическое разнообразие и экология дождевых червей в биотопах речных долин лесостепного Приобья // Материалы XVIII Всероссийского совещания по почвенной зоологии: Тез. докл. 22–26 октября 2018 г. – Москва, 2018б. – С. 78–79.

Ермолов С.А. Биотопическое распределение дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в малых речных долинах лесостепного Приобья // Russian Journal of Ecosystem Ecology. – 2019. – Vol. 4, № 2– С. 1-18.

Ермолов С.А. Сообщества дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья. // Вопросы лесной науки. Выпуск: «Лесное почвоведение» – 2020. – Т. 3, №. 2. – С. 1–24.

Ким-Кашменская М.Н. Фауна дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) долина р. Бердь в Присалаирье // Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: Тез. докл. Всерос. конф. молодых ученых с междунар. участием. 23–27 июня 2016 г. – Улан-Удэ, 2016. – С. 242 – 243.

Список опубликованных работ, посвященных исследованию дождевых червей на территории НСО в 2015-2020 гг.

Ким-Кашменская М.Н. Оценка сообществ дождевых червей лесных природных зон юга Западной Сибири. // Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы Всероссийской научной конференции. – Москва: ЦЭПЛ РАН, 2020.

Шеховцов С.В., Базарова Н.Э., Берман Д.И., Булахова Н.А., Голованова Е.В., Коняев С.В., Кругова Т.М., Любечанский И.И., Пельтек С.Е. ДНК-штрихкодирование: сколько видов дождевых червей живет на юге Западной Сибири? // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – 20(1). – С. 125–130.

Шеховцов С.В., Голованова Е.В., Базарова Н.Э., Белова Ю.Н., Берман Д.И., Держинский Е.А., Шашков М.П., Пельтек С.Е. Генетическое разнообразие видов комплекса *Aporrectodea caliginosa* на территории России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017 – 21(3) – С. 374–379.

Shekhovtsov S.V., Berman D.I., Bulakhova N.A., Vinokurov N.N., Peltek S.E. Phylogeography of *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi* (Lumbricidae, Oligochaeta) from the north of Asia // Polar Biol – 2018 – № 41– P. 237-247.

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 – 6(1) – С. 5-9.

Цели и задачи

Цель данной работы — исследование пространственного распределения населения дождевых червей хвойных (сосновых боров и, возможно, темнохвойных лесов) и мелколиственных (березовые, березово-осиновые, и, возможно, реликтовая липовая роща) лесов Новосибирской области и выявление его взаимосвязей с основными экологическими факторами среды обитания.

Задачи:

1. Изучить видовой состав и плотность населения дождевых червей в почве и валежнике сосновых боров и (по возможности) темнохвойных лесов Новосибирской области.
2. Изучить видовой состав и плотность населения дождевых червей в почве и валежнике мелколиственных лесов Новосибирской области.
3. Оценить структуру комплексов жизненных форм дождевых червей в разных типах леса и лесных микросайтах.
4. Сравнить показатели биомассы червей в разных условиях обитания (типы почвы, валежник, подкroновое или межкroновое пространство).
5. Выявить взаимосвязи между плотностью населения и/или биомассой отдельных видов и жизненных форм дождевых червей с основными физико-химическими свойствами почвы: влажность, кислотность, содержание углерода, азота, кальция, степенью засоленности.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ

Материалы и методы

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



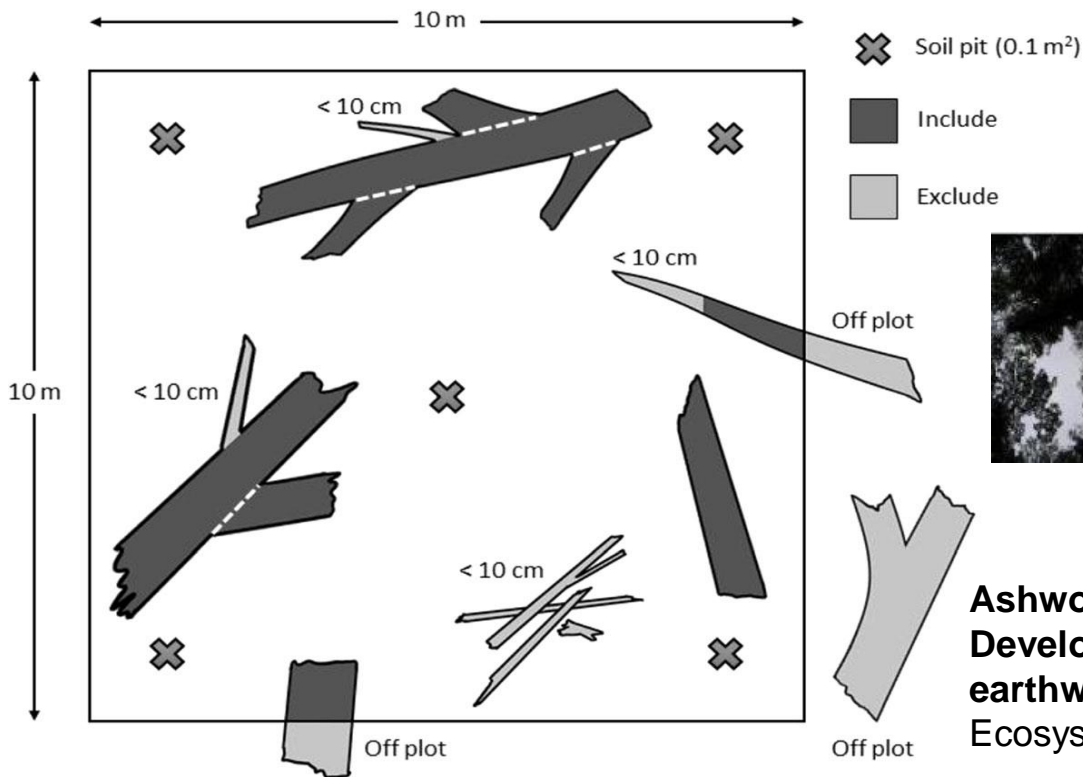
- ✓ **Разбор валежника:** червей выбирают из-под мхов, коры и гниющей древесины упавших стволов **2-3-й стадий разложения**, разбор по мере возможности, проводится до почвы. Также измеряется диаметр и высота стволов. Полученные данные рассчитываются на объём.



Примечание: стадии разложения валежника определялись согласно шкале П.В. Гордиенко (1979) ¹¹

Методика учета

- ✓ На территории леса площадью около 50 x 50 м закладывается 3 площадки 10 x 10 м;
- ✓ В пределах каждой площадки происходит взятие почвенных проб в межкроновом и подкроновом пространстве, по **пять проб** в каждом микросайте;
- ✓ Также происходит разбор валежника, находящегося на территории площадки, диаметр которого составляет более 10 см;
- ✓ При наличии в площадке «окон», в них будут взяты дополнительные пробы.

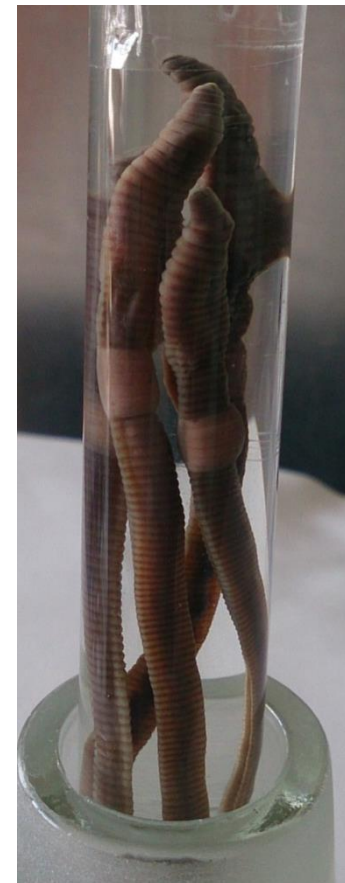


Ashwood F., Vanguelova E.I., Benham S., Butt K.R.
Developing a systematic sampling method for earthworms in and around deadwood // Forest Ecosystems. – 2019. – Vol. 6. – No. 33 – P. 1-12. 12

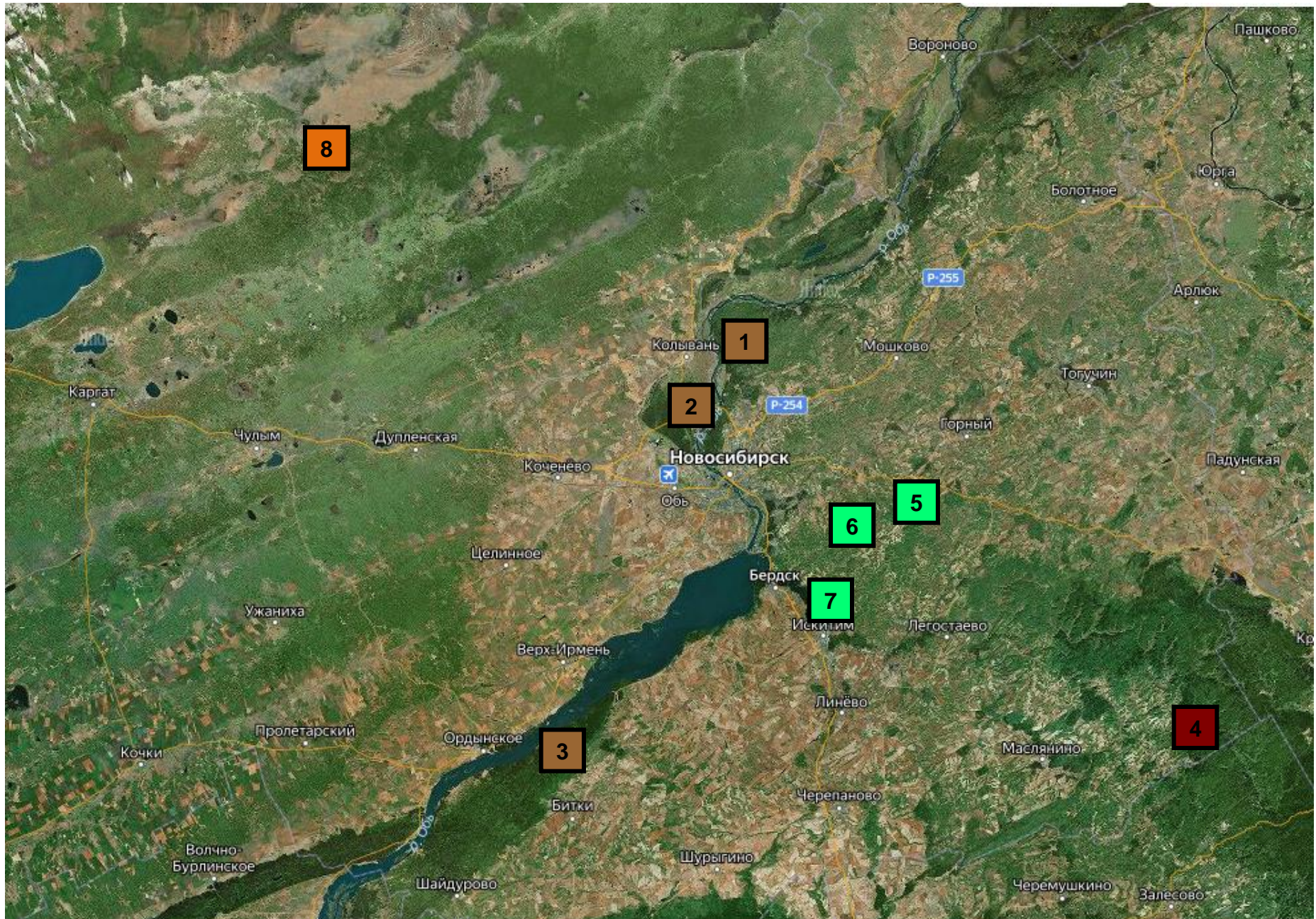
Подготовка материала для хранения

Обработка собранных червей проводится в два этапа - умерщвление и фиксация:

- Использование раствора формальдегида: для умерщвления используется 2 % р-р формальдегида, для фиксации используется 4 % р-р формальдегида с глицерином.
- Использование этилового спирта: для умерщвления используется 70 % р-р этилового спирта, для фиксации используется 96 % этиловый спирт.



Карта региона исследований



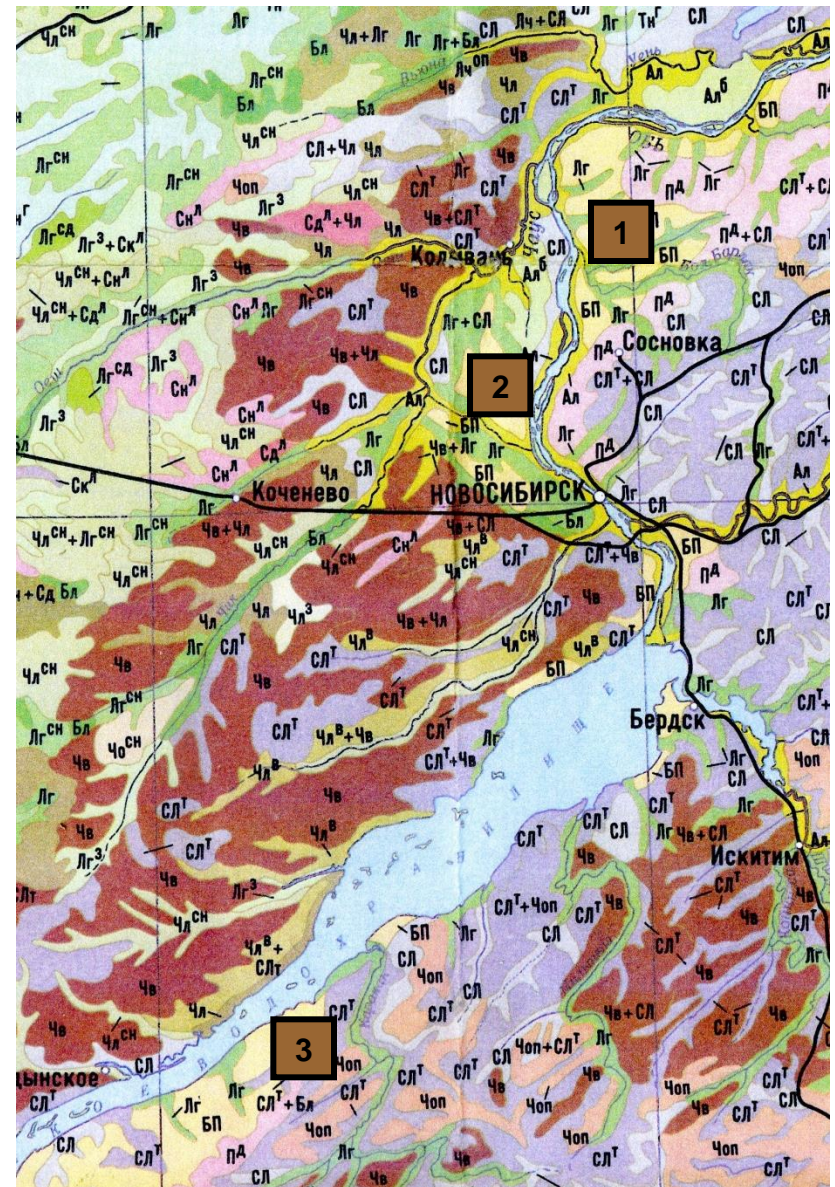
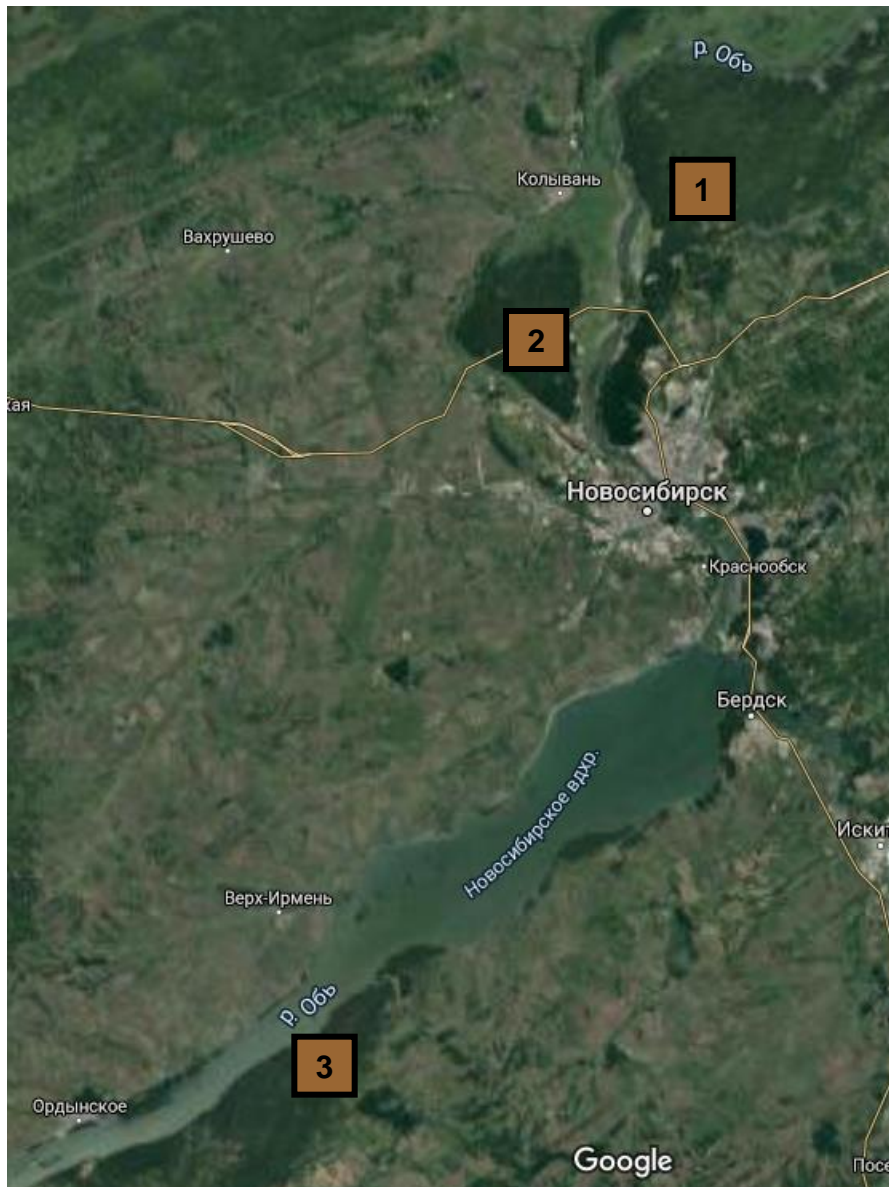
Объекты исследования: хвойные леса

Хвойные леса занимают сравнительно небольшую часть территории области. Многие из них до сих пор остаются малоизученными или неизученными. В плане дождевых червей эти местообитания интересны тем, что в них по большей части обитают черви с ограниченным ареалом, населяющие только азиатскую часть РФ, а виды-космополиты представлены заметно меньше, по сравнению, например, с речными поймами.

Не исключено, что при массовом заселении области космополитами, о чем в последнее время сообщают исследователи из Томска и Омска, хвойные леса могут стать рефугиумами для азиатских дождевых червей.

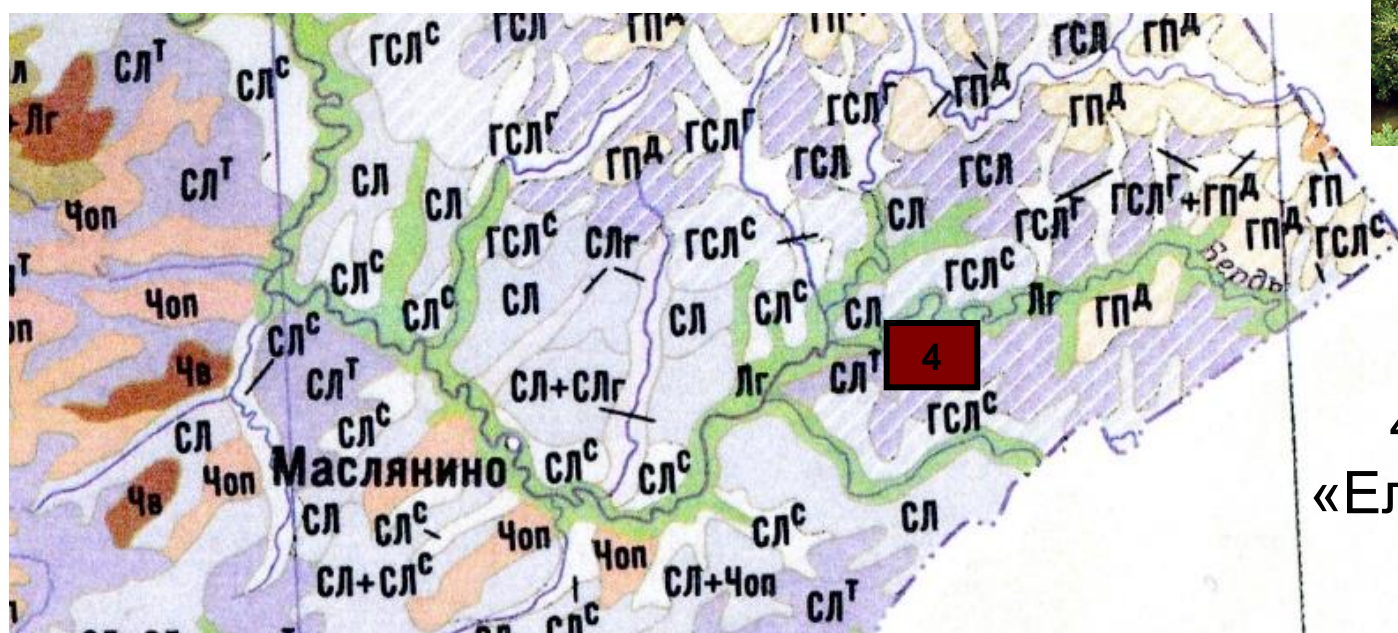


Объекты исследования: сосновые боры



1 – Заельцовский бор; 2 – Кудряшовский бор; 3 – Караканский бор

Объекты исследования: темнохвойные леса



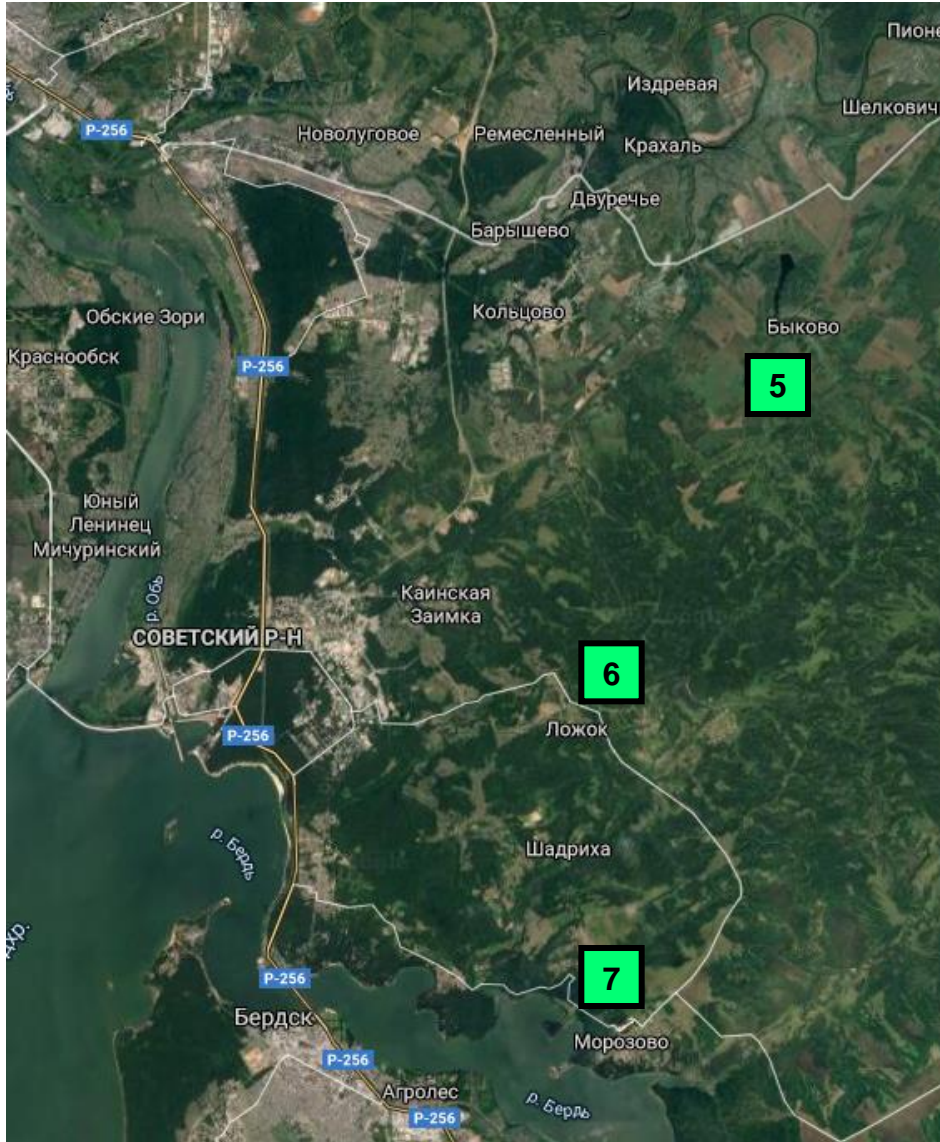
4 – Заповедник
«Елбанские ельники»

Объекты исследования: мелколиственные леса

- ✓ Мелколиственные леса на территории Новосибирской области также распространены неоднородно.
- ✓ В западных районах они либо представлены единичными березовыми колками либо вовсе отсутствуют, в то время как в восточной части области березово-осиновые занимают сравнительно обширную территорию. В плане подробного исследования экологии дождевых червей данные местообитания почти не изучены.
- ✓ Немалый интерес представляет собой и реликтовая липовая роща в Убинском районе (северо-запад области), которая до сих пор практически не исследована как на предмет дождевых червей, так и прочих беспозвоночных.



Объекты исследования: березово-осиновые леса

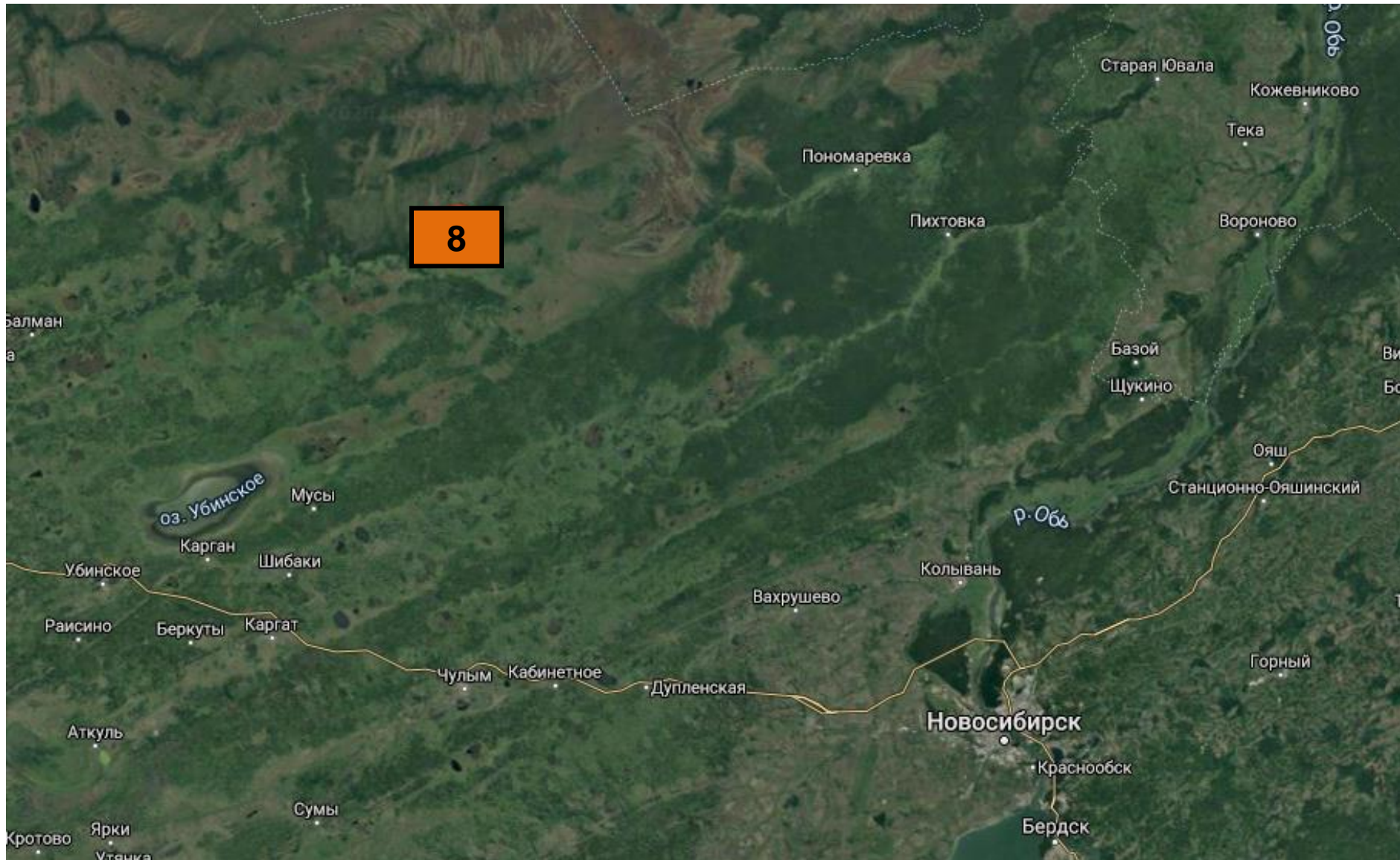


5 – окрестности с. Быково;

6 – окрестности п. Ложок;

7 – окрестности п. Морозово

Объекты исследования: реликтовая липовая роща



8 – Реликтовая липовая роща, Убинский район НСО

План исследовательской работы: первый год

Анализ литературных источников по теме данной работы, начало подготовки литературного обзора, подробное обсуждение методов исследования.

Разработка метода оптимальной оценки биомассы дождевых червей, с учетом особенностей их фиксации и хранения.

Проведение **учетов** дождевых червей в **почве** и **валежнике** в **трех сосновых борах и трех мелколиственных лесах**:

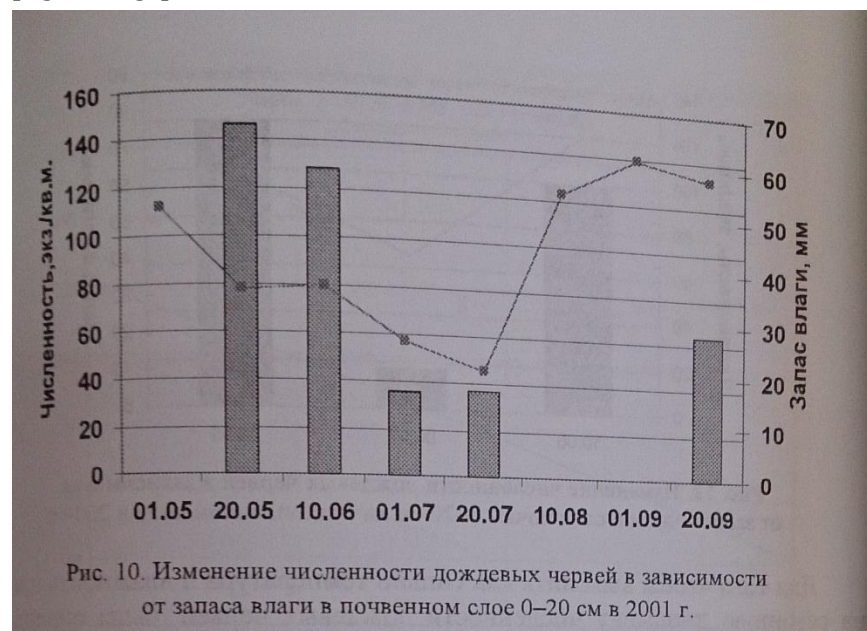
- 1) сравнение видового состава населения, соотношения жизненных форм и показателей биомассы дождевых червей в разных типах леса;
- 2) выявление различий в населении дождевых червей в зависимости от обитания в определенном микросайте (как в лесах одного типа, так и в разных);
- 3) взятие почвенных проб для химического анализа и поиска взаимосвязи между физико-химическими свойствами почвы и плотностью населения червей.

План исследовательской работы: второй и третий годы

Среди исследованных ранее лесов будут выделены два леса разных типов с наиболее высокой плотностью населения и наиболее разнообразными соотношением жизненных форм и видовым составом для дальнейшего исследования.

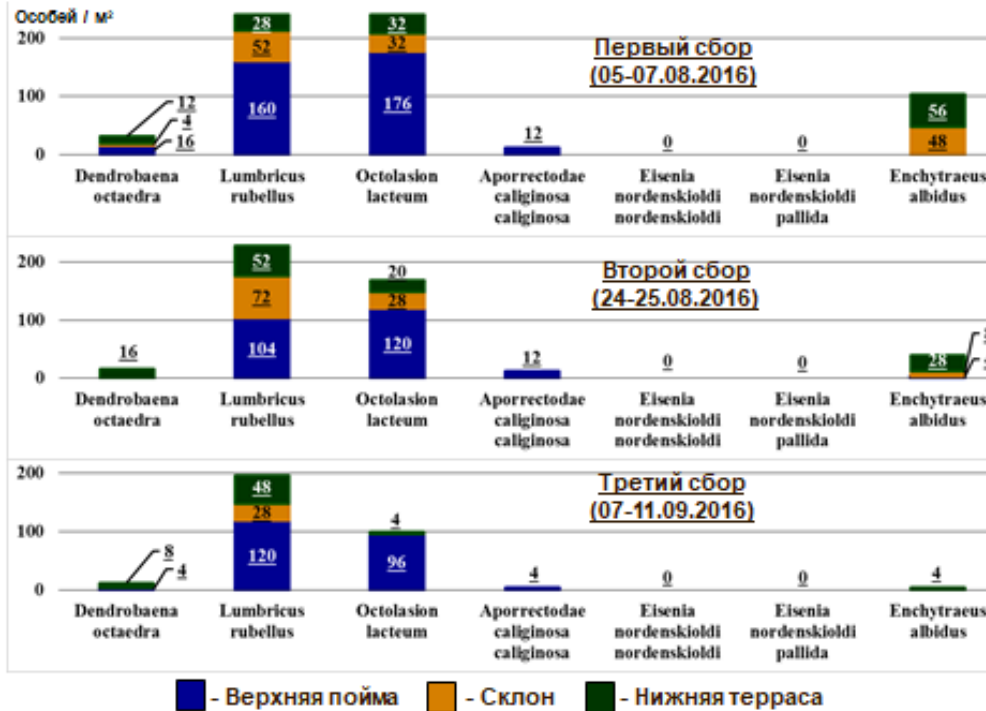
В них планируется отслеживать изменения сезонной динамики популяции дождевых червей (май-июль-сентябрь) в течение двух последующих лет.

Наблюдение за сезонными и годовыми изменениями плотности населения популяции и ее демографической структуры.

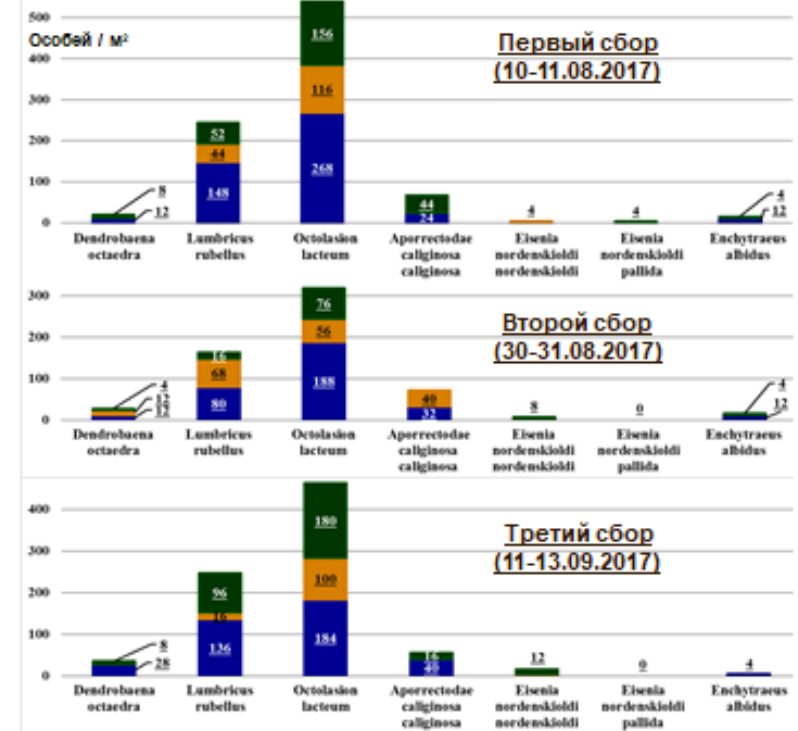


Сезонная динамика в ранних исследованиях

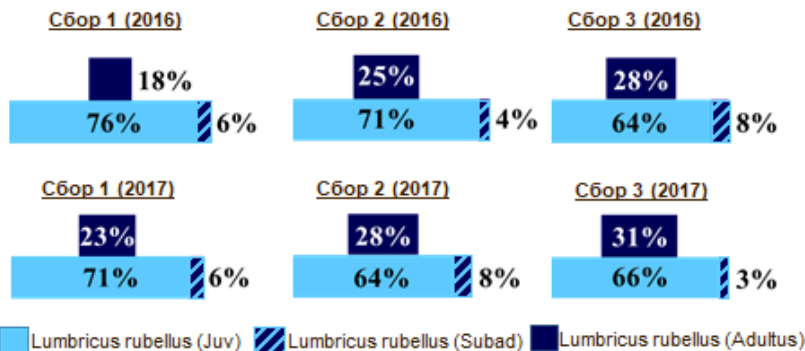
Сезонная динамика в долине реки Иня 2016 г



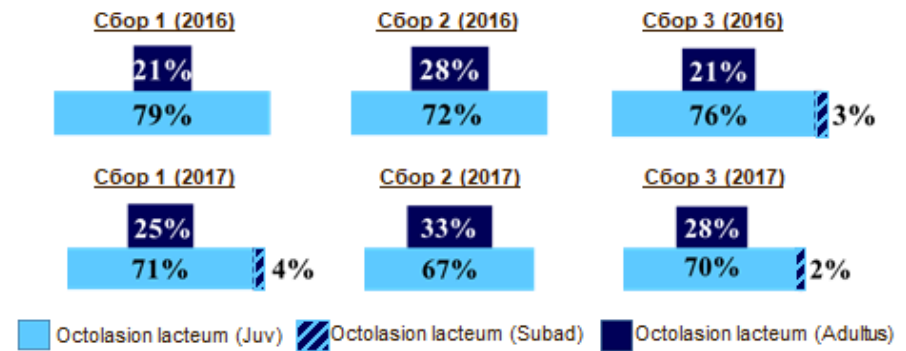
Сезонная динамика в долине реки Иня 2017 г



Демографические структуры: *Lumbricus rubellus*



Демографические структуры: *Octolasion lacteum*



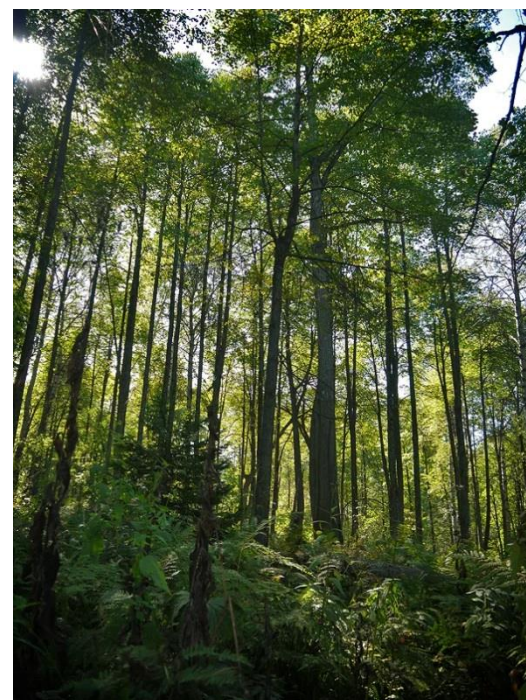
План исследовательской работы: второй и третий годы

Проведение учетов дождевых червей упомянутыми выше методами в темнохвойных лесах и реликтовой липовой роще.

Поиск закономерностей в распределении дождевых червей (например, азиатских видов по сравнению с космополитами) на исследованной территории, исходя из результатов исследований.

Статистическая обработка полученных данных, работа над диссертацией.

Написание и публикация статей и тезисов, участие в конференциях.



К вопросу о биомассе дождевых червей

На данный момент до сих пор **НЕТ** общепринятого метода оценки биомассы дождевых червей!

Подходы к измерению биомассы дождевых червей:

- Взвешивание живых особей с заполненным кишечником перед фиксацией;
- Взвешивание живых особей с вычищенным кишечником (выдерживание на влажной фильтровальной бумаге) перед фиксацией;
- Взвешивание свежеумерщвленных особей перед фиксацией;
- Взвешивание влажного фиксированного материала.

Часто возникающие проблемы и вопросы :

- ? Взвешивать живых или свежеумерщвленных дождевых червей в полевых условиях не всегда удается;
- ? Есть ли разница во влиянии **типа фиксирующей жидкости** (формалин / этиловый спирт) на собранный материал, различаются ли **потери влаги** (тканевых жидкостей) при хранении в том или ином фиксаторе;
- ? Насколько значимо **заполнение кишечника** почвой при определении биомассы червей, можно ли пренебречь этим фактором;
- ? Различия в заполнении кишечника в зависимости от местообитания (почва, валежник) и их влияние на биомассу червей.

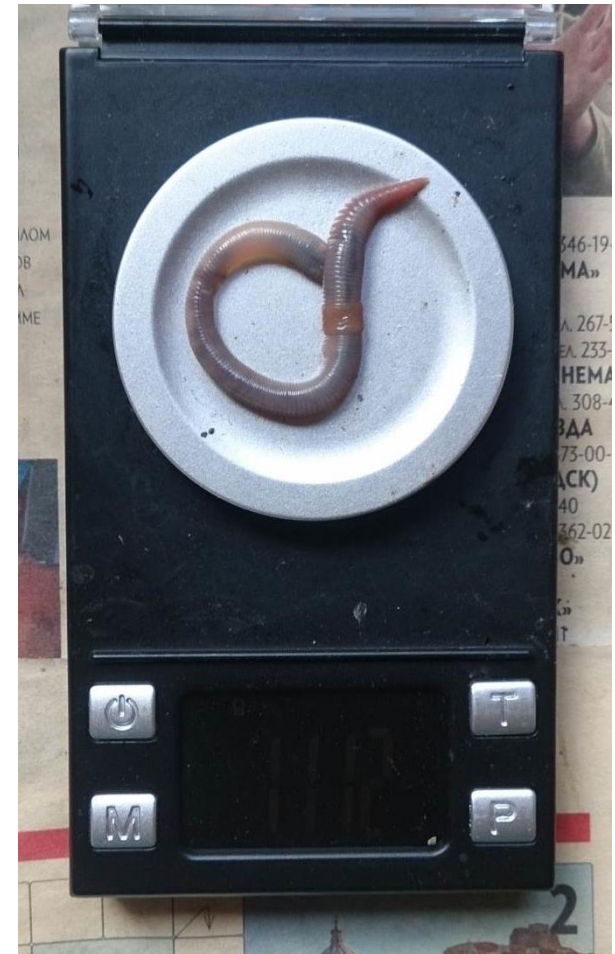
Экспериментальный подход к обобщению методов оценки биомассы

Идеи и положения эксперимента:

- Наиболее удобным способом является определение биомассы червей на влажном фиксированном материале лабораторных условиях;
- Необходимо провести сравнительный анализ влияния двух фиксирующих жидкостей (этилового спирта и раствора формальдегида с глицерином) на изменение биомассы дождевых червей при длительном хранении;
- Выявить насколько сильно изменяется исходная масса живых дождевых червей при фиксации за некоторый промежуток времени в случае как заполненного почвой, так и вычищенного (частично) кишечника;
- На данном этапе мы не делаем привязку к свойствам почвы, содержащейся в кишечнике; прежде всего нам необходимо доказать, есть ли разница вообще и насколько она достоверна (иначе, ей можно будет просто пренебречь).
- При наличии достоверных различий мы получим некий переводной коэффициент, который будем использовать в дальнейшей работе.

Эксперимент с изменением массы червей

- Эксперимент был начат в августе 2020 года и продолжается в настоящее время.
- Завершение планируется в марте 2021 года (спустя полгода от начала эксперимента).
- Прделав данную часть работы, в дальнейшем мы сможем давать более точную оценку биомассы дождевых червей, собранных в лесных местообитаниях, с учетом особенностей метода их фиксации.



Дополнительные методы

К вопросу о пищевых предпочтениях

- Эксперимент с некоторыми дождевыми червями-гумусообразователями (подстилочными и почвенно-подстилочными);
- Кормление дождевых червей различными типами лесной подстилки; (содержание одного вида на разных типах подстилки или наоборот);
- Подтверждение, что черви одного вида могут иметь преимущество над другим, так как способны к потреблению «непригодного» для других видов субстрата.
- Полученные результаты (по возможности) можно дополнить химическим анализом лесной подстилки.



Войтехов М.Я. О некоторых факторах, лимитирующих почвообразовательную роль дождевых червей в европейской части таежной зоны России // Почвы и окружающая среда. – 2018. – Т. 1, № 4. – С. 267–276.

К вопросу о пищевых предпочтениях

Наиболее подходящим для первых экспериментов представляется почвенно-подстилочный червь ***L. rubellus***: ***космополит, довольно «прожорлив»***, по сравнению с другими червями при содержании в микро- и мезокосмах (Голованова, 2018).

Способы оценки предрасположенности червей к типу корма:

1. степени разложения и скорости потребления корма за определенный период времени;
2. изменению массы выборки дождевых червей;
3. по количеству отложенных коконов.

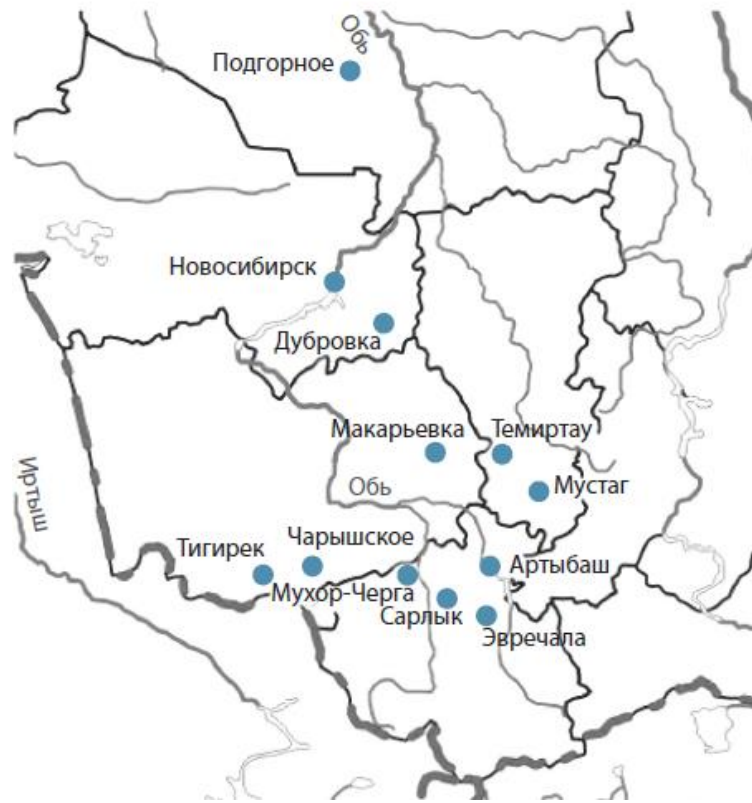
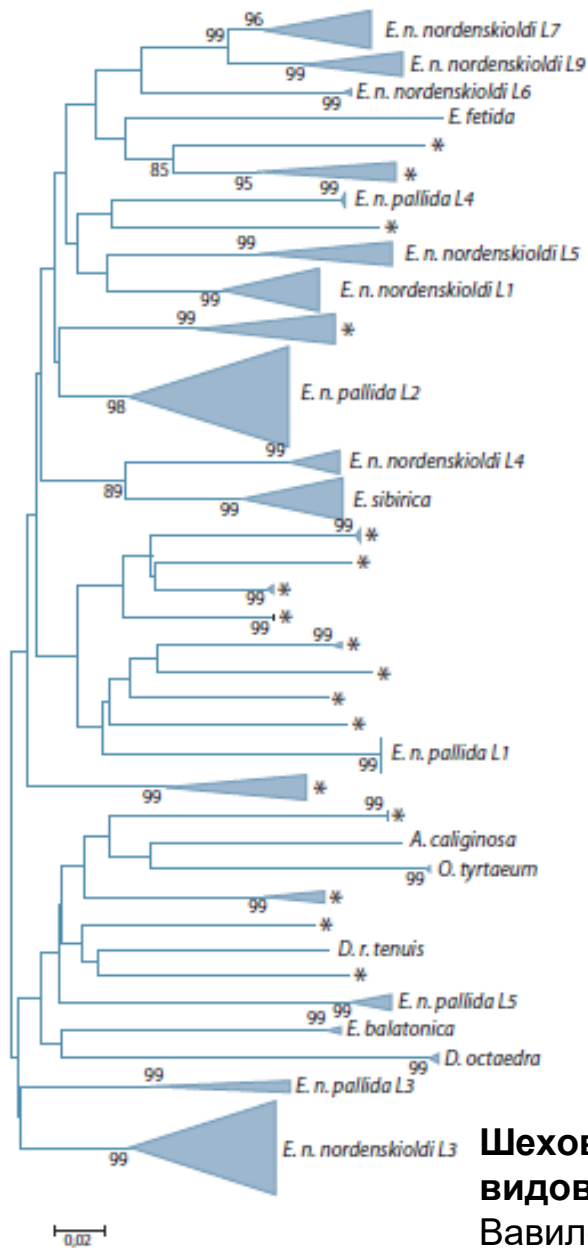
Ведь наличие **подходящих пищевых ресурсов** является одним из важнейших факторов для существования червей-гумусообразователей в определенном местообитании.



Голованова Е.В., Князев С.Ю., Карабан К. Есть ли преимущества у аборигенного вида дождевых червей по сравнению с видами вселенцами в Западной Сибири? // Материалы XVIII Всероссийского совещания по почвенной зоологии: Тез. докл. 22–26 октября 2018 г. – Москва, 2018. – С. 60–61.

Молекулярно-генетические исследования

В исследованиях снс. ИЦИГ СОРАН С.В. Шеховцова было установлено, что среди особей *E. nordenskioldi nordenskioldi*, наиболее характерного для азиатской части РФ, было выделено девять генетических линий.



Шеховцов С.В., Базарова Н.Э. и др. ДНК-штрихкодирование: сколько видов дождевых червей живет на юге Западной Сибири? // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – 20(1). – С. 125–130. 32

E. nordenskioldi nordenskioldi является полиморфным

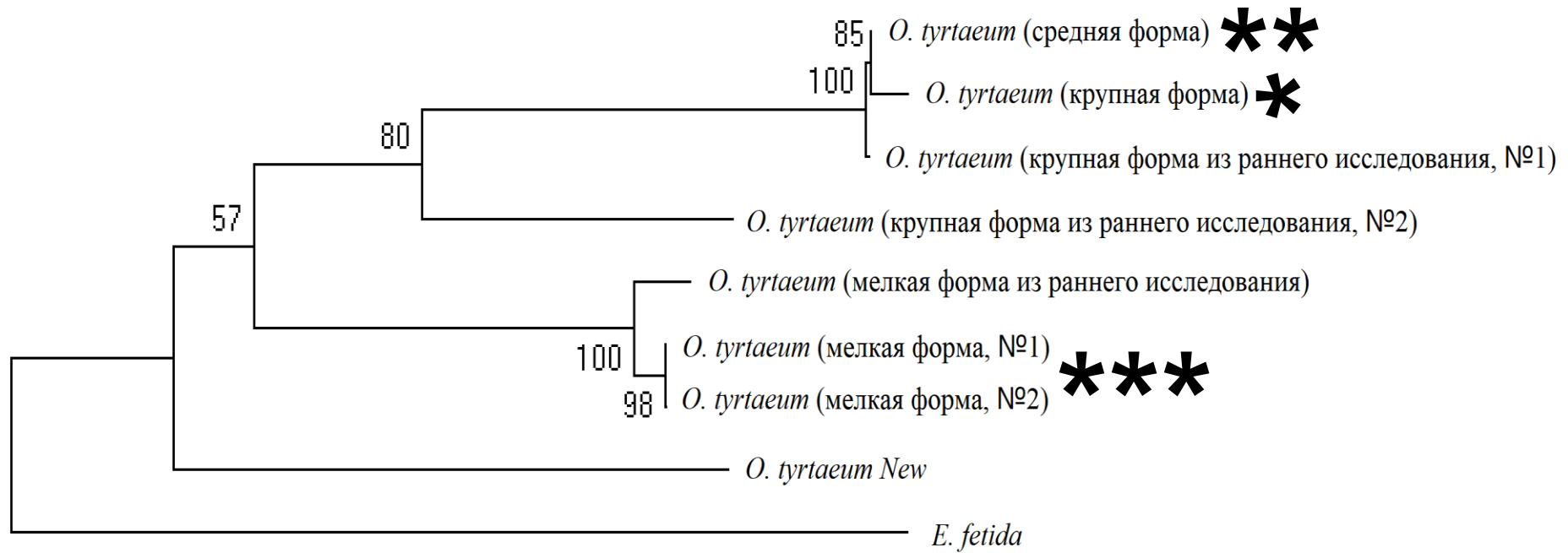
В пределах подвида достоверно выделяется несколько размерных форм, которые, предположительно, также относятся и к разным жизненным формам. Интересно выяснить, есть ли у них различия на молекулярно-генетическом уровне; может быть, они относятся к разным генетическим линиям.



Шеховцов С.В., Берман Д.И., Видовой комплекс *Eisenia nordenskioldi* (Lumbricidae, Oligochaeta): Филогения, филогеография, экология // Материалы XVIII Всероссийского совещания по почвенной зоологии: Тез. докл. 22–26 октября 2018 г. – Москва, 2018. – С. 224–225.

Ермолов С.А. Сообщества дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья. // Вопросы лесной науки. Выпуск: «Лесное почвоведение» – 2020. – Т. 3, №. 2. – С. 1–24.

Филогенетическое дерево для *O. lacteum* (*O. tyrtaeum*), основанное на изменчивости гена *cox1*



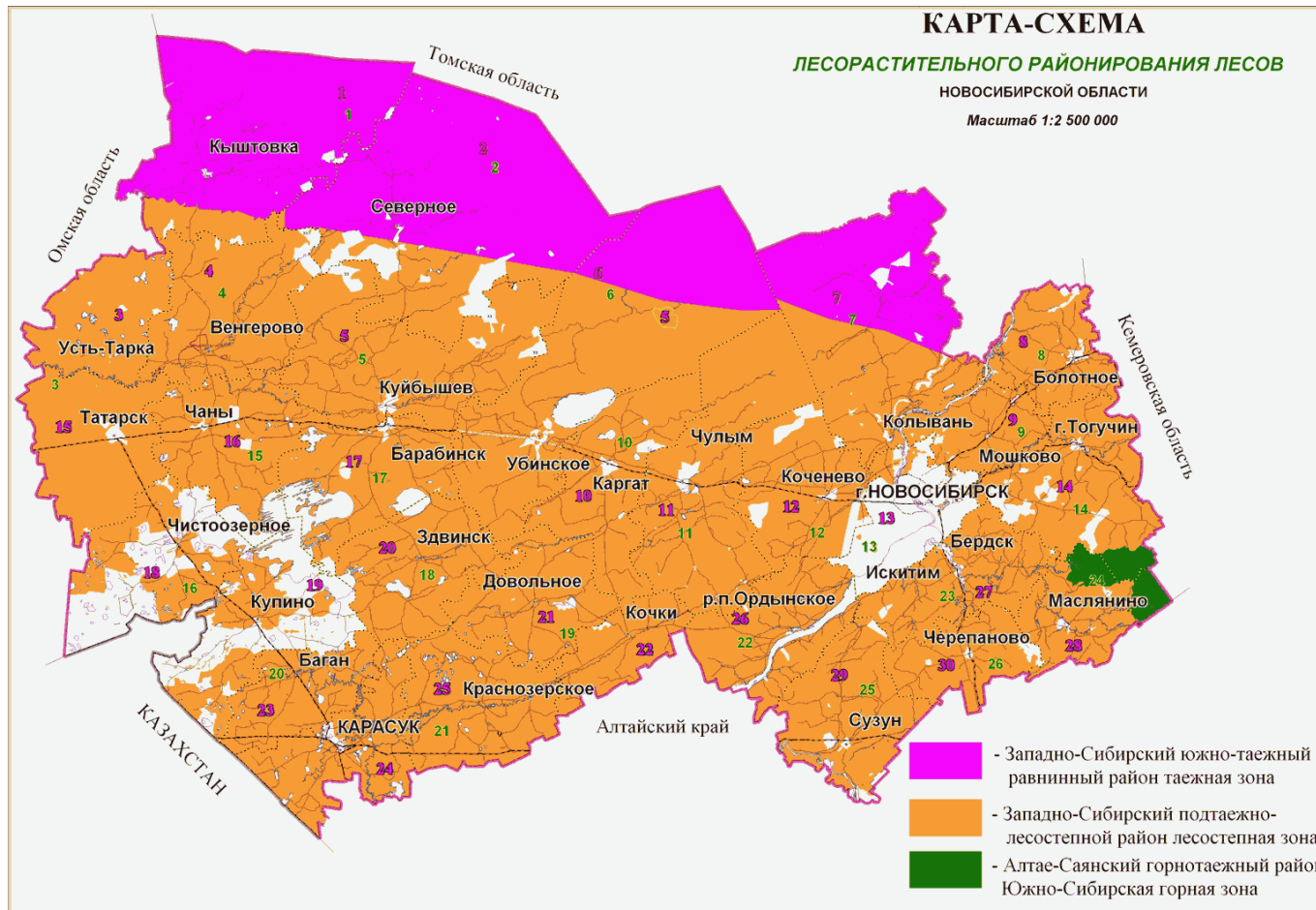
0.05



Шеховцов С.В., Ермолов С.А и др.
Генетическая и размерная
изменчивость *Octolasion tyrtaeum*
(Lumbricidae, Annelida) // Письма в
Вавилонский журнал генетики и
селекции. – 2020 – 6(1) – С. 5-9.

Заключение

Планируемое исследование, при проведении которого будут использованы не только стандартные методы учета дождевых червей, но и дополнительные оригинальные экспериментальные методики, позволит внести вклад в изучении лямбрикофауны хвойных и мелколиственных лесов как Новосибирской области, так и Западной Сибири.



Спасибо за внимание!

