

Василий Васильевич ПОПОВИЧ¹

УДК 574.24

**БИОИНДИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЭДАФОТОПОВ СВАЛОК
С ПОМОЩЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
*LUMBRICUS TERRESTRIS***

¹ кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры эксплуатации транспортных средств
и пожарно-спасательной техники,
Львовский государственный университет
безопасности жизнедеятельности
porovich2007@ukr.net

Аннотация

Одним из наиболее распространенных биоиндикаторов экологических условий эдафотопов являются дождевые черви. Во время биоиндикации эдафотопов с помощью дождевых червей обычно используются такие критерии, как численность особей, степень выживания, степень повреждения внешних покровов и интенсивность метаболизма. При некоторых исследованиях техногенно загрязненных эдафотопов используется такой критерий, как скорость закапывания дождевого червя в почву.

Физико-химические и механические свойства эдафотопов свалок на различных участках могут существенно отличаться. Причина такого явления — нарушение правил эксплуатации свалок, неравномерность нанесения (или отсутствие) насыпных почвосмесей, хаотическое отведение и накопление фильтрата.

Целью данной работы является биоиндикация техногенных эдафотопов свалок с помощью жизнедеятельности дождевых червей, которая наблюдается на северных экспозициях склона, что позволяет утверждать о формировании только здесь положительных эдафо-климатописических условий для развития флоры.

Цитирование: Попович В. В. Биоиндикация техногенных эдафотопов свалок с помощью изучения жизнедеятельности *Lumbricus terrestris* / В. В. Попович // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2016. Том 2. № 2. С. 64-78
DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-2-64-78

Ключевые слова

Биоиндикация, *Lumbricus terrestris*, эдафотоп, свалка.

DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-2-64-78

Введение

Значительное влияние на развитие фитоценозов имеет эдафотоп. В зависимости от его физико-химических, механических, кислотных свойств растительность на свалках и полигонах твердых бытовых отходов развивается по-разному. В Украине проводятся многочисленные исследования эдафотопов техногенных ландшафтов. Значительный вклад в развитие отечественной науки по изучению техногенных эдафотопов сделал И. Х. Узбек, совместно с соавторами исследовавший особенности почвообразования в условиях техноземов степного Приднепровья. По И. Х. Узбеку (2004), в условиях техногенных ландшафтов эдафотоп — это техногенно сформированная, пространственно ограниченная биоксная система, которая находится в постоянном развитии под влиянием факторов почвообразования. В работах определено участие мохового покрова *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. в восстановлении техногенных субстратов вследствие улучшения их эдафических свойств.

Установлено, что низкая активность оксидоредуктаз и уреазы в почвах бывших разработок серных месторождений является следствием значительного угнетения деятельности почвенной микрофлоры, которая является основным продуцентом ферментов, техногенными факторами. Таким образом, исследования эдафотопов техногенных ландшафтов, в том числе свалок, актуальны с точки зрения уменьшения их пагубного влияния и возвращения в народнохозяйственное использование.

Твердые бытовые отходы накапливаются на стихийных свалках и полигонах. Стихийная (несанкционированная) свалка — это не предусмотренные нормативными актами места отсыпки отходов, возникших в процессе деятельности человека. Полигон твердых бытовых отходов — инженерное сооружение, предназначенное для их захоронения, должно предотвращать негативное влияние на окружающую среду, и соответствовать санитарно-эпидемиологическим и экологическим нормам. Как свалки, так и полигоны твердых бытовых отходов пагубно влияют на окружающую среду, загрязняя при этом прилегающие территории, воздух, почвы, водоемы.

На свалках в пределах Западной Лесостепи растительность характеризуется насыщенностью видового состава травяного покрова у подошвы и практически отсутствием его на вершине (южный склон). Использование преобразовательной функции адаптированных растительных сообществ позволяет значительно снизить интенсивность процессов денудации техногенных субстратов, инициировать в них почвообразующие процессы.

Естественное зарастание свалок в пределах Западной Лесостепи происходит у подножия и, частично, на боковых поверхностях. Небольшие заросшие участки на поверхности свалок являются следствием проведения рекультивационных работ (горнотехнического и биологического этапов). Однако рекультивационные работы, очевидно, не предполагали предварительного изучения фитоценозов, а их подбор осуществлялся некорректно, что привело к гибели лесных культур.

Установлено, что фитоценозам полигонов в основном присуща сингенетическая сукцессия, которая получила наибольшее развитие на северных экспозициях склонов. Губительными для сукцессионных процессов являются неконтролируемые горения мусора, система накопления и отвода фильтрата, свалочный газ. Эти процессы тормозят гумусообразование и накопление фитомассы на свалках в целом (рис. 1 а, б).



Рис. 1(а). Места отбора проб



Рис. 1(б). Места отбора проб

Для вывода свалок с эксплуатации при помощи фитомелиоративного воспроизведения нами предлагаются два пути: естественный (экстенсив) и искусственный (интенсив). Первый способ предусматривает использование рудеральных фитомелиорантов, которые возникли в процессе естественного зарастания, второй — использование искусственно созданных насаждений (специальных фитомелиорантов).

Естественное фитомелиоративное воспроизведение предусматривает три основных мероприятия обращения с рудеральными фитомелиорантами:

- содействие естественному зарастанию рудеральной растительностью — тушение пожаров на свалках, отвод фильтрата в канавы, сбор биогаза, ограничение движения транспорта, запрет хаотического отсыпки отходов;

- сохранение сложившихся группировок — ограждение участков со сложившимися фитоценозами для предупреждения вытаптывания растений, предотвращения выпаса скота и вырубki деревьев на свалках;
- регулирование развития рудероценозов — прополки, прокосы, формирование крон деревьев и кустарников, уборка засохших ветвей и деревьев, санитарные рубки.

Для формирования искусственных фитоценозов-мелиорантов на свалках (биологический этап рекультивации) предварительно необходимо выполнить подготовительный и технический этапы рекультивации. Ряд нормативных документов предписывает проводить рекультивационные работы на свалках на техническом и биологическом этапах в одном из следующих направлений: сельскохозяйственном, лесохозяйственном, строительном. Нами предлагается лесохозяйственное направление рекультивации.

Подготовительный этап рекультивации свалок является едва ли не главным и заключается в разработке экономических обоснований и составлении технических рабочих проектов по восстановлению девастированных ландшафтов. Этот этап рекультивации предусматривает: комплексное обследование нарушенных территорий и условий нарушений; изучение геологического строения и состава пород и почвы в зоне влияния свалки; определение целевого использования территории; выбор методов работы; выбор технических и транспортных средств; составление технико-экономических обоснований проведения рекультивационных работ; разработку проекта рекультивации и фитомелиорации свалки.

Преыдушими нашими исследованиями установлено, что субстраты свалок (в т. ч. в пределах генетических горизонтов) являются кислыми. Для снижения кислотности среды предлагаем использовать известковые удобрения, которые нейтрализуют почвенную кислотность и улучшают питание растительности кальцием и магнием. Внесение минеральных удобрений в субстрат одновременно с известкованием значительно повышают плодородие. Известковые удобрения получают путем размола или обжига плотных известняков (доломита, мела) или добывают сыпучие породы — известковый туф, доломитовую муку, озерные известняки и др. Значительное количество известковых материалов можно получить в виде отходов промышленности. Все известняки, которые встречаются в природе, состоят в основном из карбоната кальция. В состав некоторых известняков входит карбонат магния.

При подборе ассортимента видов для проведения лесной рекультивации необходимо всесторонне изучить экологические особенности растений, стадийную динамику роста и развития их надземных и подземных органов, способность к воспроизводству, что обеспечивает сохранение культурной группировки длительное время, и других показателей. Ряд научных исследований свидетельствуют о том, что не все виды растений могут развиваться в условиях специфической

экологической среды свалок. При выборе ассортимента растений для создания культурфитоценозов на дегазированных ландшафтах во многих случаях надо учитывать и такой дополнительный экологический фактор, как загрязнение атмосферы выбросами продуктов горения и биогаза. Ведь у растений отсутствуют какие-либо специальные механизмы приспособления к этим негативным факторам среды.

Существуют разные способы фитомелиоративной подготовки территорий для проведения лесной рекультивации, которые определяются местными условиями. Ряд ученых отмечает, что основная тенденция в выборе ассортимента древесных растений для лесной рекультивации должна быть направлена на использование видов местной флоры, экологически приспособленных к условиям существования в определенной почвенно-климатической зоне.

Основными методами создания лесных культур на рекультивированных землях является посев и посадка. В лесном хозяйстве наибольшее распространение получила посадка. Культуры, созданные при помощи этого метода, меньше страдают от конкуренции травянистой растительности и требуют меньшего количества агротехнических уходов, особенно это актуально на свалках.

Посадка лесных культур осуществляется следующими способами: механизированным, автомеханизированным и вручную. В двух первых случаях используют лесопосадочные машины с ручным и автомеханизированным представлением посадочного материала в зажимы саджального аппарата.

Для посадки на свалках необходимо использовать сеянцы 1-3-летнего возраста. Они должны быть хорошо развитыми, высотой 10-60 см, длиной корневой системы 10-30 см. Посадочный материал, завезенный на рекультивированные участки свалок, немедленно заворачивают землей, предотвращая этим даже незначительное высыхание корней. Сеянцы заворачивают в канавы на глубину $\frac{1}{4}$ их высоты, саженцы — на 20-30% высоты их надземной части.

Лучшей порой для посадки лесных культур на свалках является ранняя весна. В этот период наиболее интенсивно наблюдается корнеобразование древесно-кустарниковой растительности. Корни начинают расти раньше, чем надземная часть растений, и продолжают в течение весны и в начале лета. В июле-сентябре наблюдается полное прекращение роста. Поздней осенью корни снова начинают расти, однако интенсивность роста значительно ниже, чем весной.

На свалках как дегазированных ландшафтах сформировались специфические эдафические и климатические условия для развития растительности. Физико-химические и механические свойства эдафотопов на различных участках свалок могут существенно отличаться. Причиной такого явления является нарушение правил эксплуатации свалок, неравномерность нанесения (или отсутствие) насыпных почвосмесей, хаотическое отведение и накопления фильтрата и т. п. В таких условиях сукцессионные процессы протекают медленно, а в местах выравнивания плато бульдозерами — вообще отсутствуют. Значительную

роль в гумусообразовании и, как следствие, в формировании эдафотопов играют детритофаги, т. е. представители почвенной фауны. Экологические условия деградированных ландшафтов существенно влияют на жизнедеятельность представителей почвенной фауны [7].

Одним из наиболее распространенных биоиндикаторов экологических условий эдафотопов являются дождевые черви. Во время биоиндикации эдафотопов с помощью дождевых червей обычно используются такие критерии, как численность особей, степень выживания, степень повреждения внешних покровов, интенсивность метаболизма [4, 12]. При некоторых исследованиях техногенно загрязненных эдафотопов используется такой критерий, как скорость закапывания дождевого червя в почву [6]. Исследователи пришли к выводу, что загрязнение опасными веществами концентрацией 2,5% и более приводит к быстрой и неотвратимой гибели всех подопытных животных.

Большое внимание было уделено исследованию распространения дождевых червей в зависимости от реакции почвенного раствора [11]. Авторами [5] доказано, что дождевые черви могут быть биоиндикаторами радиационного загрязнения почв. Ученые в работе [1] приводят результаты исследований о возможности использовать этих беспозвоночных для биоиндикации режима использования пастбищ. В работе [8] автор приводит результаты исследований о влиянии экологических условий агромикрорландшафта на популяцию дождевых червей. Наиболее информативными индикационными показателями являются видовая структура, численность и биомасса.

Биотестирование экологического состояния почв свалок с помощью дождевых червей (*Lumbricus terrestris*) осуществлялись В. Н. Любомировой [9]. Автором использованы методы оценки влияния токсичной среды на организм червя в соответствии с международными стандартами ISO 11268-1(2-3) і EPA OPPTS 850.6200, которые предусматривают исследования степени выживания и плодоношения. Установлено, что выживание дождевых червей в почвах свалок составляло менее 50%, а репродуктивный потенциал не обнаружен: через 30 суток культивирования не выявлено ни коконов червей, ни самих особей. В результате проведенных опытов сделан вывод, что почвы свалок обладают острым токсическим действием на почвенную фауну и непригодны для ее развития. За многие годы исследований на перегоревших и насыщенных фильтраатами территориях свалок дождевых червей автором не обнаружено.

Биотестирование фильтрационных водоемов свалок и донных отложений рядом расположенных с ними каналов проводилось Д. А. Гапоновым [2] с помощью ракообразных *Daphnia magna*, микроводорослей *Scenedesmus obliquus*, редиса *Raphanus sativus*. Было установлено, что фильтраты из каналов вызывают острое токсическое действие на тест-объекты. Целью данной работы была биоиндикация техногенных эдафотопов свалок с помощью жизнедеятельности дождевых червей.

Объекты и методы

Наибольший вклад в развитие учения о почвенной фауне внес М. С. Гиляров [3]. Именно по его методикам осуществлялись представленные исследования жизнедеятельности дождевого червя. Вид дождевых червей определялся по методике Т. С. Перель [10].

Методы исследований почвенной флоры подразделяются на прямые и побочные [3]. При почвенно-зоологических исследованиях применяют прямые методы, которые позволяют определить количество почвенных животных во всем объеме почвы (принято 1 м²). Мы использовали метод послойного выкапывания и разборки проб почв, размер которых составлял 0,25 м² (50×50 см). Пробы отбирали до нижнего уровня выявления беспозвоночных.

Процесс отбора проб происходит следующим образом: сначала отмечают площадь пробы, забивая по углам отмеренного квадрата колья, протянув через них ограждающую ленту. Затем от краев отмеренного участка сгибают в разные стороны отпад и подстилку. Наряду с пробой с одной стороны раскладывают плотную ткань, на которую перемещают выбранную из пробы почву (рис. 2).

Сначала из пробы на материю переносятся отпад, листья, растительные остатки, которые перебираются и учитываются все отпавшие особи. Беспозвоночных, которые были обнаружены, отмечают и записывают отдельно от всех других почвенных животных. Затем выкапывают почву на пробной области. Порции почвы раскладывают на плотной ткани рядом с пробой и подробно перебирают руками (рис. 3).

Животных собирают отдельно с каждого слоя пробы (каждый слой по 10 см). Всех найденных при раскопках животных (в том числе погибших и раненых)



Рис. 2. Отбор почвы для исследования дождевого червя



Рис. 3. Переборка почвы для учета дождевого червя

учитывают и записывают в дневник. В мешочки с червями, в банки или пробирки помещают временную этикетку с номером пробы.

Приборы и материалы: прямоугольная лопата, плотная ткань, колья (4 шт.), ограждающая лента, карандаш, полевой дневник, банки для червей, влагомер МГ-44, рН-метр КС-300В, портативная метеостанция Kestrel-4000.

Результаты и их обсуждение

Для исследования жизнедеятельности дождевого червя в техногенных эдафотопях свалок и в пределах их воздействия выбрано 5 участков — на поверхности свалки, в 20 м от поверхности свалки на запад, средний уровень северной экспозиции склона, подножия свалки и в радиусе 300 м от подножия. Установлен вид червя — *Lumbricus terrestris*.

В таблице 1 приведены физико-химические свойства исследуемых проб почв. Общеизвестно, что на склонах в результате процессов эрозии мощность гумусового горизонта меньше, содержание фосфора и калия ниже, гидролитическая кислотность выше, а также присутствует низкая насыщенность почвы основаниями [8]. Для червей важным фактором среды является кислотность почвы, оптимальное значение для различных видов червей, обитающих на сельскохозяйственных угодьях, близко нейтральной [11].

Реакция почвенного покрова на исследуемых участках оказалась слабо-кислой и близка к нейтральной. Наибольший показатель гумуса среди природных почв выявлен на участке 20 м к западу от свалки (1,7%). В почвах антропогенного происхождения содержание гумуса составляло 0,8%. Наиболее высокая влажность эдафотопов обнаружена на участке северной экспозиции склона — 8,1%, наиболее низкая влажность — у подножия (28,1%).

Таблица 1

Эдафические и микроклиматические свойства почв исследуемых участков

Показатель	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5
Название свалки	Львовская	Львовская	Львовская	Львовская	Львовская
Место нахождения	поверхность	20 м на зап.	сев. склон	подножие	300 м
Субстрат	неорельеф	естественный	насыпной	насыпной	естественный
Гумус, %	-	1,7	0,8	-	0,71
Влажность субстрата на глубине 5 см, %	37,1	31,4	48,1	28,1	44,2
T поверхности субстрата, °C	34,6	19,7	25,7	35,1	28,4
pH на глубине 5 см	6,0	6,5	7,0	6,0	7,0
Скорость ветра на высоте 0,2 м, м/с	1,5	0,4	0,4	0,4	0,4

Скорость ветра на исследуемых участках составляла 0,4 м/с, кроме поверхности — 1,5 м/с. Температура поверхности субстрата оказалась высокой на поверхности свалки +34,6°C, а наиболее низкой на участке 20 м на запад + 19,7°C (табл. 1).

Таким образом, учитывая эдафические и микроклиматические свойства исследуемых участков, оптимальными условиями для развития *Lumbricus terrestris* можно считать участки на северной экспозиции склона свалки и в радиусе 300 м от подножия.

В результате исследований отмечена жизнедеятельность *Lumbricus terrestris* только на северной экспозиции склона свалки (табл. 2). Наши результаты подтверждают результаты многочисленных исследователей о развитии популяций дождевых червей с северной стороны склонов ландшафтов [8, 10].

Таблица 2

**Характеристика популяций
дождевых червей на свалках**

Показатель	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5
Количество видов	-	-	1	-	-
Количество червей на глуб. 10 см	-	-	8	-	-
Количество червей на глуб. 20 см	-	-	-	-	-
Количество червей на глуб. 30 см	-	-	-	-	-
Длина червей, см	-	-	3-5	-	-
Диаметр червей, мм	-	-	2	-	-
Живая масса, г/м ²	-	-	35±4	-	-

Основными причинами отсутствия популяций дождевого червя в эдафотобах на различных участках свалок являются:

- медленное зарождение неорельефа и протекание сукцессионных процессов в местах отсыпки отходов;
- высокая кислотность эдафотопов;
- повышенная скорость ветра (дождевые черви не развиваются на участках с высокими значениями приземного ветра);
- аэрация фильтрационных стоков в поверхностных горизонтах эдафотопов;
- токсичность эдафотопов.

Выводы

Размеры (3-5 см) и диаметры (2 мм) дождевых червей указывают на то, что в поверхностном слое развиваются молодые особи. Это положительное явление, которое в дальнейшем будет способствовать гумусообразованию генетических горизонтов и развитию древесно-кустарниковой растительности. Жизнедеятельность дождевых червей на северных экспозициях склона позволяет утверждать о формировании только здесь положительных эдафо-климатописических условий для развитию флоры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антощенко В. Ф. Дождевые черви в луговых почвах как показатели режима использования пастбищ / В. Ф. Антощенко, М. И. Василевский, Л. Ф. Насекина // Экология. 1980. № 3. С. 77-82.
2. Гапонов Д. А. Выявление и оценка геофизическими методами локального техногенного загрязнения геологической среды в местах размещения отходов производства и потребления: автореф. дис. канд. геол.-мин. наук / Д. А. Гапонов. Ростов-на-Дону, 2011. 22 с.
3. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны) / М. С. Гиляров // Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука, 1975. С. 12-29.
4. Кибардин В. М. Влияние нефтяного загрязнения на дождевых червей / В. М. Кибардин, А. К. Жеребцов // Матер. 6 научной конференции молодых ученых Казан. ин-та биол. Казан. фил. АН СССР. Казань, 1990. С. 230-232.
5. Криволицкий Д. А. Дождевые черви как биоиндикатор радиоактивного загрязнения почвы / Д. А. Криволицкий, Т. М. Семяшкіна, З. А. Михальцова, В. А. Турчанинова // Экология. 1980. № 6. С. 67-72.
6. Кузьмин Е. В. Скорость закапывания и выживаемость дождевых червей в условиях нефтяного загрязнения различной интенсивности / Е. В. Кузьмин // Актуальные проблемы экологии Ярославской области: Материалы Четвертой науч.-практич. конференции. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2008. Вып. 4. Том 1. С. 297-301.
7. Кучерявый В. А. Общая экология / В. А. Кучерявый. Львов: Мир, 2010. 520 с.
8. Лихачёв С. В. Биоиндикация экологических условий агромикрорландшафта с помощью почвенных червей / С. В. Лихачёв // Научное обеспечение инновационного развития

- АПК: материалы Всероссийской научн.-практ. конф. (16-19 февраля 2010 г.). В 4-х т. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2010. Т. 1. С. 245-247.
9. Любомирова В. Н. Комплексная оценка экологической опасности несанкционированных свалок твердых бытовых отходов в сельских районах Ульяновской области: автореф. дис. канд. биол. наук / В. Н. Любомирова. Ульяновск, 2013. 25 с.
 10. Перель Т. С. Критический анализ системы Lumbricidae (с определительной таблицей родов фауны СССР) / Т. С. Перель // Зоологический журнал. 1976. № 36. Вып. 6. С. 823-836.
 11. Петров В. С. Активная реакция почвы (рН) как фактор распространения дождевых червей (Lumbricidae, Oligocheta) / В. С. Петров // Зоологический журнал. 1946. № 25. Вып. 2. С. 107-110.
 12. Соромотин А. В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных (мезофауны) в таежных лесах Среднего Приобья / А. В. Соромотин // Сибирский экологический журнал. 1995. № 6. С. 549-552.

Vasily V. POPOVYCH¹

BIOINDICATION EDAPHOTOPS TECHNOGENIC DUMPS BY STUDYING THE LIFE OF *LUMBRICUS TERRESTRIS*

¹ Cand. Sci. (Agricult.), Associate Professor,
Department of Vehicle and Fire-rescue Equipment Maintenance,
Lviv State University of Life Safety
popovich2007@ukr.net

Abstract

One of the most common bio-indicators of environmental conditions for edaphotopes are earthworms. During the process of their bioindication with the help of earthworms, it is common to use such criteria, as the number of individuals, survival rate, the degree of damage to the external surfaces, and the intensity of metabolism. In some studies of the technologically contaminated edaphotopes such criteria, as speed earthworm burrowing into the soil, are used.

Physico-chemical and mechanical properties of edaphotopes from landfills may differ drastically in various areas. The main reason for this phenomenon is violation of the rules of landfills operation, uneven coating (or the absence) of bulk soil, chaotic abstraction, and leachate accumulation.

The aim of this work was the bioindication of technogenic landfills edaphotopes using earthworm activity.

The vital activity of earthworms is observed on the northern slope of the exposures that suggests the formation of the only positive here edaphope-climatopic conditions for the flora development.

Keywords

Bioindication, *Lumbricus terrestris*, edaphotopes, landfill.

DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-2-64-78

Citation: Popovych V. V. 2016. "Bioindication Edaphotops Technogenic Dumps by Studying the Life of *Lumbricus terrestris*". Tyumen State University Herald. Natural Resource Use and Ecology, vol. 2, no 2, pp. 64-78.

DOI: 10.21684/2411-7927-2016-2-2-64-78

REFERENCES

1. Antoshchenkov V. F., Vasilevskiy M. I., Nasekina L. F. 1980. "Dozhdevye chervi v lugovykh pochvakh kak pokazateli rezhima ispolzovaniya pastbishch" [Earthworms in Grassland Soils as a Usage Mode Indicators for Pastures]. *Ekologiya*, no 3, pp. 77-82.
2. Gaponov D. A. 2011. "Vyyavlenie i otsenka geofizicheskimi metodami lokalnogo tekhnogenno zagryazneniya geologicheskoy sredy v mestakh razmeshcheniya otkhodov proizvodstva i potrebleniya" [Identification and Evaluation of Geophysical Methods of Local Man-Made Pollution of the Geological Environment in the Placements of Waste Production and Consumption]. Cand. Sci. (Geol-Min.) diss. abstract. Rostov-na-Donu.
3. Gilyarov M. S. 1975. "Uchet krupnykh pochvennykh bespozvonochnykh (mezofauny)" [Accounting for Large Soil Invertebrates (Mesofauna)]. In: Gilyarov M. S. (ed.). 1975. *Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovaniy*, pp. 12-29. Moscow: Nauka.
4. Kibardin V. M., Zherebtsov A. K. 1990. "Vliyanie nefryanogo zagryazneniya na dozhdevykh chervey" [The Influence of Oil Pollution on Earthworms]. Proceedings of the 6th Research Conference for Young Scientists of Kazan Institute of Biology, pp. 230-232.
5. Krivolutskiy D. A., Semyashkina T. M., Mikhaltsova Z. A., Turchaninova V. A. 1980. "Dozhdevye chervi kak bioindikator radioaktivnogo zagryazneniya pochvy" [Earthworms as a Bioindicator of Radioactive Contamination of the Soil]. *Ekologiya*, no 6, pp. 67-72.
6. Kucheryavy V. A. 2010. *Obshchaya ekologiya* [General Ecology]. Lvov: Mir.
7. Kuzmin Ye. V. 2008. "Skorost zakapyvaniya i vyzhivaemost dozhdevykh chervey v usloviyakh nefryanogo zagryazneniya razlichnoy intensivnosti" [Burying Speed and Survival of Earthworms in Terms of Oil Pollution of Varying Intensity]. Proceedings of the 4th Research Conference "Aktualnye problemy ekologii Yaroslavskoy oblasti", no 4, part 1, pp. 297-301. Yaroslavl: Izdanie VVO REA.
8. Likhachev S. V. 2010. "Bioindikatsiya ekologicheskikh usloviy agromikrolandshafta s pomoshchyu pochvennykh chervey" [Bioindication of Environmental Conditions for Agricultural Micro-Landscape Using Soil Worms]. Proceedings of the Research Conference "Nauchnoe obespechenie innovatsionnogo razvitiya APK" (Izhevsk, February 16-19). In 4 vols, vol. 1, pp. 245-247. Izhevsk: Izhevskaya GSKhA.
9. Lyubomirova V. N. 2013. "Kompleksnaya otsenka ekologicheskoy opasnosti nesanktsionirovannykh svalok tverdykh bytovykh otkhodov v selskikh rayonakh Ulyanovskoy oblasti" [Integrated Assessment of Ecological Danger of Unauthorized Dumps of Solid Household Waste in Rural Areas of the Ulyanovsk Region]. Cand. Sci. (Biol.) diss. abstract. Ulyanovsk.
10. Perel T. S. 1976. "Kriticheskii analiz sistemy Lumbricidae (s opredelitelnoy tablitsy rodov fauny SSSR)" [Critical Analysis Lumbricidae System (with the Key to Genera of the USSR Fauna)]. *Russian Journal of Zoology*, no 6(36), pp. 823-836.
11. Petrov V. S. 1946. "Aktivnaya reaktsiya pochvy (rN) kak faktor rasprostraneniya dozhdevykh chervey (Lumbricidae, Oligocheta)" [Active Soil Reaction (Ph) as a Factor in the Spread of Worms (Lumbricidae, Oligocheta)]. *Russian Journal of Zoology*, no 2(25), pp. 107-110.
12. Soromotin A. V. 1995. "Vliyanie nefryanogo zagryazneniya na pochvennykh bespozvonochnykh (mezofauny) v taezhnykh lesakh Srednego Priobya" [Influence of Oil Pollution on Soil Invertebrates (Mesofauna) in the Boreal Forests of the Middle Ob]. *Sibirskiy Ekologicheskii*.