

УДК 502.51: 504.5 (478.2)

**Л. В. Старшикова<sup>1</sup>, Г. Н. Некрасова<sup>2</sup>, А. В. Авхачев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры химико-биологического образования, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Старший преподаватель кафедры инженерно-педагогического образования, УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И. П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

<sup>3</sup>Инженер-эколог, ОАО «Дорожно-строительное управление № 2», г. Гомель, Республика Беларусь

### **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДКОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В статье приведены результаты исследования отходов биологической очистки сточных вод (ОСВ) нефтеперерабатывающего завода микробиологическими и фитоиндикационными методами. Обнаружено развитие санитарно-показательных групп микроорганизмов в почве иловых площадок, определено содержание нефтепродуктов в избыточном активном иле. Проведена статистическая обработка результатов фитоиндикационных исследований модельных образцов в «острых» опытах, предложено максимально допустимое количество ОСВ в качестве удобрения.*

*Ключевые слова: избыточный активный ил, осадки биологической очистки сточных вод, микробиологические и фитоиндикационные методы исследования, удобрение из активного ила.*

#### **Введение**

Одной из экологических проблем современных производственных процессов является утилизация отходов производства и потребления, в том числе избыточного активного ила, осадков сточных вод (ОСВ) биологических очистных сооружений.

С точки зрения организации безотходного производства биохимический метод очистки не может считаться универсальным, так как ценные вещества, поступающие со сточными водами, не извлекаются, а перерабатываются в биомассу избыточного ила, также требующего утилизации и обезвреживания. Однако, в настоящее время это единственный метод, который обеспечивает очистку сточных вод до показателей, позволяющих использовать очищенную воду как в оборотных системах охлаждения, так и для возврата в естественные водоемы. Сооружения биологической очистки сточных вод химических предприятий эксплуатируют технологические схемы, которые выбирают в зависимости от качественной характеристики поступающих сточных вод. Ежегодно на очистных сооружениях республики образуются свыше шести млн. м<sup>3</sup> ОСВ, которые накапливаются на очистных сооружениях, затрудняя работу последних. Твердые отходы производственных процессов являются причиной нарушения экологической безопасности в регионе, создают организационные и технические трудности [1], [2], [3, 116–132].

ОАО Мозырский НПЗ – крупное градообразующее предприятие нефтеперерабатывающей отрасли промышленности РБ. Промплощадка завода общей площадью 290 га находится в промышленном районе в 16 км на юго-восток от г. Мозыря. Для нефтеперерабатывающего завода установлена санитарно-защитная зона, составляющая по периметру 20000 м. Биологические очистные сооружения завода осуществляют очистку сточных вод предприятия и канализационных стоков г.г. Калинковичи, Мозырь, Ельск. Таким образом, в цех биологической очистки завода поступает смесь сточных вод, отличающихся по содержанию микрорфлоры, основных биогенных элементов, химических составляющих. Биологические способы очистки сточных вод основаны на жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов, которые преобразуют сложные органические соединения в простые, безвредные минеральные вещества. Микрофлора активных илов, очищающих многокомпонентные сточные воды химических производств, весьма лабильна и зависит от состава очищаемых стоков, технологического режима аэротенков и условий эксплуатации всего комплекса очистных сооружений [4], [5].

В процессах биологической очистки в первичных и вторичных отстойниках образуются значительные массы осадков, которые необходимо утилизировать или обрабатывать с целью уменьшения загрязнений биосферы. Твердые отходы процесса биологической очистки сточных вод, представляют собой смесь осадков сточных вод и избыточного активного ила, в основном, трех типов:

- 1) осадки в основном минерального состава;
- 2) осадки органического состава;
- 3) смешанные осадки высокого уровня влажности.

Высокая влажность осадков обусловлена присутствием свободной (60–65 %) и связанной (30–35 %) воды. Для дальнейшего использования осадка необходимо удалить воду. Уплотнение осадков путем удаления свободной влаги является необходимой стадией технологической схемы обработки осадков и в среднем сокращает массу осадка в 2,5 раза.

В настоящее время *обезвоживание* осадков нефтеперерабатывающий завод проводит на иловых площадках. В этом случае почву используют в качестве фильтра для разделения ила и воды. Свободная вода сравнительно легко может быть удалена из осадка, для удаления связанной воды (коллоидно-связанной и гигроскопической) необходимо использовать технологические приемы [6].

Утилизация осадков биологической очистки сточных вод осуществляется различными способами. Для изготовления белково-витаминных и кормовых продуктов, технического витамина В<sub>12</sub> (для кормления животных, рыб и птиц); термически, методом сжигания; в цементном производстве, дорожном строительстве; в компостировании бытового мусора и осадка сточных вод [2]. Значительное содержание в активном иле биогенных элементов (% сух. в-ва) – 37–52 белка, 20–35 аминокислот позволяет рассматривать отходы как важный элемент стратегии повторного использования в качестве удобрения [7].

В 2009 г. в РБ были впервые введены Технические условия ТУ ВУ 300003249.-2009 «Удобрения из осадков сточных вод», предусматривающие изготовление удобрений из осадков сточных вод, которые образуются на сооружениях биологической очистки хозяйственно-бытовых, смеси производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, сточных вод молочных заводов, мясокомбинатов, предприятий по производству бумаги и картона. В соответствии с ТУ применение подобных удобрений допускается при рекультивации нарушенных земель и полигонов твердых коммунальных отходов, в зеленом строительстве, промышленном цветоводстве, декоративных и лесных питомниках. Однако указание на возможность использования для удобрения отходов нефтеперерабатывающих заводов в данных ТУ отсутствует [8].

**Цель работы:** исследовать морфологические формы микроорганизмов и степень контаминации санитарно-показательными микроорганизмами ОСВ нефтеперерабатывающего завода, складированных на иловых площадках за производственной территорией; изучить возможность использования ОСВ иловых площадок в качестве удобрения.

**Задачи:** выявить уровень контаминации почв промышленной площадки санитарно-показательными микроорганизмами (СПМ); определить содержание нефтепродуктов в ОСВ; изучить микрофлору модельных образцов; дать фитоиндикационную оценку модельным образцам.

**Актуальность и практическая значимость исследований** заключается в изучении отходов биологической очистки сточных вод на микробиологические показатели с учетом требований экологической безопасности, определение возможности использования в качестве удобрения.

**Материалы и методы исследований.** Объектом данных исследований является избыточный активный ил и осадки цеха биологической очистки сточных вод, которые в настоящее время вывозят для хранения на иловые площадки за территорию завода. При отборе проб почвы предварительно проводили визуальную оценку территории иловых площадок, которые расположены за производственной территорией завода.

Точечные пробы почвы отбирали на пробных площадках методом конверта, с учетом горизонтов почвы.

Для бактериологического анализа и контроля загрязнения нефтепродуктами точечные пробы отбирали послойно с глубины 0–5 и 5–20 см массой не более 200 г каждая, с соблюдением условий асептики и помещали в стерильную тару.

Общее количество бактерий определяли методом посева почвенных разведений на мясопептонный агар (МПА), содержание различных групп бактерий посевами на элективные питательные среды в соответствии с Инструкцией 4.2.10-12-9-2006 «Методы санитарно-микробиологического исследования почвы» [9], [10].

Разнообразие морфологических форм бактерий из выросших бактериальных колоний, определяли путем визуального просмотра нативных препаратов и фиксированных мазков, окрашенных по Граму. Полученные препараты фотографировали на микроскопе Биолам И, с использованием микрофотонасадки и фотоаппарата Canon.

Расчет количества клеток бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в 1 г почвы проводили путем умножения среднего числа колоний, выросших в посевах на чашках Петри, на степень разведения:

$$N_c = n \cdot a$$

где  $N_c$  – количество клеток бактерий в 1 г почвы;  
 $a$  – степень десятикратного разведения;  
 $n$  – среднее арифметическое число колоний, выросших на чашках Петри.

Присутствие *Clostridium perfringens* определяли методом посева на селективную среду Вильсона-Блера. Посевы инкубировали при 37 °С в течение 24 часов. При обнаружении колоний черного цвета различной интенсивности готовили мазки, окрашивали по Граму, микроскопировали [11, 347–349].

Обменную кислотность почвы определяли на потенциометре рН–150 М, содержание сухих веществ – гравиметрически. Массовую долю воды в анализируемом материале определяли гравиметрически [12], [9, 56–64], [13].

Из образцов почвы остаточную нефть и продукты окисления трижды экстрагировали хлороформом (в отношении 1:3, по объему). Экстракт каждого образца сливали в колбу с известной постоянной массой, помещали для испарения хлороформа под вытяжку на 24 ч. Затем взвешивали и рассчитывали количество остаточных нефтепродуктов [9].

Фитоиндикационные испытания почвенных образцов осуществляли по методу Т. Я. Ашихминой, с использованием кресс-салата в качестве тест-объекта [14, 163–170].

#### Результаты исследований и их обсуждение

Исследовали семь почвенных проб; пробы № 1; 2; 3; 4 отобраны на территории промышленной зоны за территорией НПЗ; пробы № 5; 6 – контрольные. Визуальная характеристика пробных площадок представлена на рисунках 1, 2, 3, 4, 5. Наименование пробных площадок и рН образцов проб представлены в таблице 1.



Рисунок 1. – Иловая площадка НПЗ



Рисунок 2. – Почва под пластом избыточного активного ила



Рисунок 3. – Почва детской игровой площадки



Рисунок 4. – Почва агроценоза



Рисунок 5. – Избыточный активный ил

Таблица 1. – Наименование пробных площадок и pH образцов

№ пробы	Наименование пробных площадок и образцов проб	pH <sub>KCl</sub>
1	Иловая площадка	4,3
2	Сухой избыточный активный ил	6,10
3	Свежий избыточный активный ил	5,85
4	Агроценоз, на расстоянии 1000 м	5,0
5 (контроль)	Детская игровая площадка в черте города	6,4
6 (контроль)	Речной песок	6,80

Из данных таблицы следует, что в образцах почвы реакция среды изменяется от слабокислой до нейтральной. В пробах 1 реакция среды сильнокислая; 4 – среднекислая; 3 – слабокислая; 2; 5; 6 – близкие к нейтральной.

Культивирование санитарно-показательных микроорганизмов проводили из разведений почвенных проб 1–6. Суспензию из каждой пробы, в количестве 1 см<sup>3</sup>, засеивали в пробирку с 9 см<sup>3</sup> жидкой среды Кесслера.

Показателем жизнедеятельности бактерий группы кишечной палочки в среде Кесслера является газообразование и изменение цвета среды от синего до желтоватого. В пробирках с посевами из проб 3 и 4 через 24 ч наблюдали выделение газа и изменение цвета среды, что свидетельствует о присутствии БГКП.

Степень контаминации избыточного активного ила определяли в «острых» опытах на модельных образцах. Модельные образцы составляли в пересчете на содержание сухих веществ в избыточном активном иле и речном песке. Фракционный состав модельных образцов представлен в таблице 2.

Таблица 2. – Фракционный состав модельных образцов

№ п/п	Модельный образец	Содержание избыточного активного ила, %	Содержание песка, %	Массовая доля сухого вещества, %
1	Опыт 1	5	95	-
2	Опыт 2	15	85	-
3	Контроль 1	100	-	23
4	Контроль 2	-	100	98

Выявление присутствия *Clostridium perfringens* в модельных образцах проводили на средах Китт-Тароцци, Вильсона-Блера.

Колонии черного цвета, выросшие на питательной среде обнаружены в пробирках с почвенными разведениями модельных образцов опыт 1; опыт 2; контроль 1 (рисунок 6).

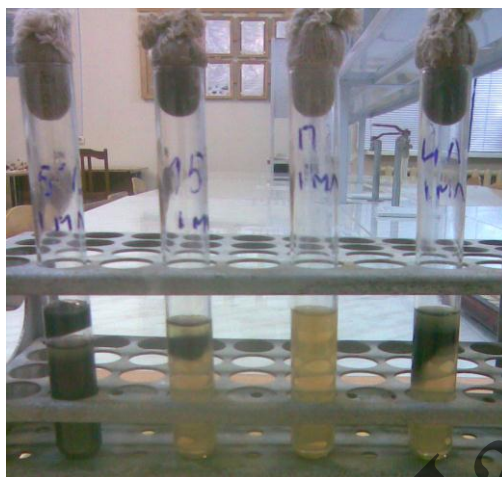


Рисунок 6. – Почернение питательной среды Вильсона-Блера, указывающее на присутствие *Clostridium perfringens*

Микроскопирование препаратов показало присутствие в среде бактерий в виде палочек с закругленными концами, расположенных одиночно, либо в виде штакетообразных скоплений. Развитие подобных морфологических форм бактерий на селективных средах указывает на рост и развитие бактерий *Cl. perfringens*. Среда накопления модельного образца контроль 2 изменений не претерпела, что говорит об отсутствии *Cl. perfringens*.

**Выявление и идентификация *Enterococcus*.** Исследования проводили методом капельного посева на поверхность агаризованной среды. В чашки Петри с питательной средой энтерококк-агар вносили микропипеткой по 10 капель последовательных разведений почвенной суспензии. Посевы термостатировали при 37 °С в течение 24 часов. Рост колоний не наблюдали. Энтерококки во всех модельных образцах отсутствовали.

**Выявление и идентификация БГКП.** Почвенные суспензии последовательных разведений модельных образцов высевали на среду Эндо. За исключением посевов образца – контроль 2 во всех чашках Петри зарегистрировано образование колоний БГКП. Наиболее обильное развитие колоний приходится на посевы образца контроль 1, где отмечен сплошной рост бактериальных колоний. В посевах модельных образцов опыт 1 и опыт 2 выросли обособленные колонии. Данные о количестве клеток БГКП в модельных образцах представлены в таблице 3.

Таблица 3. – Число клеток БГКП в модельных образцах

№ п/п	Модельный образец	Степень почвенного разведения	Среднее число колоний	Количество клеток БГКП в 1 г почвы
1	Контроль 1	1:250	сплошной рост	св.30000
2	Опыт 1	1:1000	15,5	15500
3	Опыт 2	1:1000	16	16000
4	Контроль 2	1:1000	-	-

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют об увеличении числа клеток БГКП в модельных образцах при увеличении доли избыточного активного ила.

**Выявление и идентификация грибов.** На твердую питательную среду сусло-агар высевали почвенные суспензии последовательных разведений модельных образцов, в посевах образцов опыт 1; опыт 2; контроль 1 выросли обширные грибные колонии. В таблице 4 представлены группы СПМ, выросшие на селективных питательных средах в модельных образцах.

Таблица 4. – Показатели контаминации микроорганизмами модельных образцов

№ п/п	Питательная среда	СПМ	Рост СПМ			
			Модельные образцы			
			Опыт		Контроль	
			1	2	1	2
		5 %	15 %	ил	песок	
1	Среда Вильсона-Блера; среда Китт-Тароцци	<i>Clostridium perfringens</i>	+	+	+	-
2	Энтерококкагар	Энтерококки	-	-	-	-
3	Среда Эндо	БГКП	+	+	+	-
4	Сусло-агар	Грибы	+	+	+	-

Как видно из данных таблицы посевы на селективные питательные среды последовательных разведений модельного образца контроль 2 не выявили контаминации СПМ. Активный рост колоний наблюдался в модельных образцах опыт 1; опыт 2; контроль 1, что свидетельствует о значительном обсеменении данными микроорганизмами. Уровень контаминации возрастает с увеличением доли ОСВ в рассматриваемых модельных образцах, т. е. источником бактериального обсеменения является ОСВ.

*Определение содержания нефтепродуктов в почве иловых площадок.* В нормативных показателях «Технические условия. ТУ ВУ 300003249.001-2009 «Удобрения из осадков сточных вод» отсутствует количество остаточных нефтепродуктов. В связи с этим, особый интерес вызывает определение количества нефтепродуктов, содержащихся в ОСВ, вывозимых на иловые площадки. Содержание нефтепродуктов определяли в нативном и высушенном до постоянной массы избыточном активном иле, в качестве контроля использовали речной песок. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5. – Содержание нефтепродуктов в пробах почвы иловых площадок МНПЗ

№ п/п	Наименование пробы	Масса осадка, г	Содержание нефтепродуктов, мг/кг
1	ОСВ иловых площадок	0,22	7330
2	Сухой ОСВ иловых площадок	0,46	15340
3	Сухой ОСВ, отобранный вне иловых площадок	0,43	14300
4	Речной песок (контроль)	0,01	330

Из данных представленных в таблице видно, что содержание нефтепродуктов, в мг/кг сухого вещества, в активном иле в 22 раза превышает результаты контрольного образца и в 43–46 раз больше, чем в образцах сухого ила. Таким образом, при хранении ОСВ на иловых площадках в почве происходит накопление нефтепродуктов. При случайном или несанкционированном попадании исследуемого объекта в почву возможно бактериальное и нефтяное ее загрязнение. Как видно из данных таблицы в пробе 2 – сухой ОСВ, отобранной в лесной зоне за пределами НПЗ, обнаружены загрязнения нефтепродуктами и микроорганизмами.

*Фитоиндикационная оценка модельных образцов.* Биоиндикационные исследования избыточного активного ила проводили в «острых» опытах, используя кресс-салат в качестве тест-культуры. Интенсивность развития кресс-салата определяли путем прямого счета ростков в посевах 2400 семян (рисунк 7, 8).



Рисунок 7. – Фитоиндикационная оценка модельных образцов



Рисунок 8. – Развитие кресс-салата на 8-й день эксперимента

Статистическую обработку результатов проводили, применяя ранговый дисперсионный анализ Фридмана и конкордацию (Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance) – непараметрический аналог дисперсионного анализа повторных измерений. Отличия признавались значимыми на уровне  $p < 0,05$ . Результаты статистического анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6. – Результаты рангового дисперсионного анализа Фридмана и конкордации

Проба	Average rank (срединный ранг)	Sum of rank (сумма рангов)	Mean (ср. арифм.)	Std.Dev. (средне квадратичное отклонение)
Ил	1,00	12,00	4,25	3,08
15 %	2,67	32,00	35,42	8,15
5 %	3,08	37,00	39,67	5,23
Песок	3,25	39,00	39,08	3,48

Как видно из данных, представленных в таблице, всходы семян кресс-салата показали значимые различия ( $\chi^2$  Sqr. ( $N = 12$ ,  $df = 3$ ) = 22,90,  $p < 0,001$ ). Также заметна высокая согласованность сред прорастания – конкордация Кендалла равна 0,64 (среднее ранговых корреляций равно 0,60). Наименьшие показатели прорастания характерны для активного ила, наибольшие – для речного песка. Тенденция увеличения прорастания семян кресс-салата при уменьшении содержания активного ила в модельных образцах наблюдается в ряду «активный ил» – «15 % ила» – «5 % ила» – «песок». Так же четко наблюдается возрастание суммы рангов и среднего ранга в ряду уменьшения содержания активного ила.

На рисунке 9 представлена диаграмма размаха значений прорастания семян кресс-салата в модельных образцах.

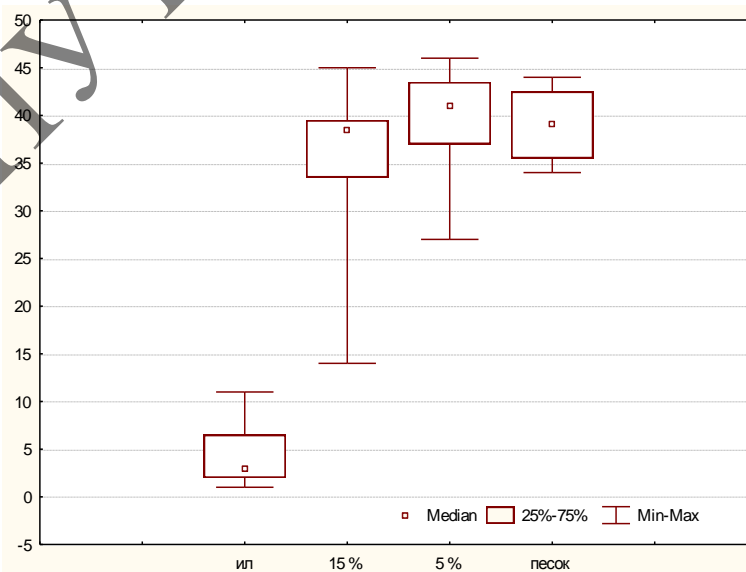


Рисунок 9. – Размах значений прорастания семян кресс-салата в модельных образцах

Диаграмма размаха характеризует разброс значений прорастания семян в различных средах. Так, при анализе диаграммы видно, что наиболее выровнены и согласованны показатели прорастания в модельном образце «песок». Наименее согласованными и обособленными являются показатели активного ила. При увеличении доли активного ила в модельных образцах свыше 5 % число всходов снижается. Всхожесть семян кресс-салата, в %:

контроль 2 («песок») – 78,2;

контроль 1 («ил») – 8,5;

опыт 2 («15 %») – 70,8;

опыт 1 («5 %») – 79,3.

Таким образом, количество всходов кресс-салата снижается при увеличении доли активного ила в модельных образцах более 5 %.

### Выводы

1. Установлено, что исследуемая территория контаминирована санитарно-показательными микроорганизмами. Выделенные из почвенных проб бактерии: группы кишечной палочки, анаэробы (*Cl. perfringens*) являются показателями санитарного неблагополучия исследуемых объектов. Складирование и хранение ОСВ биологических очистных сооружений НПЗ сопровождается развитием в почве санитарно-показательных микроорганизмов.

2. Исследованиями определено количество нефтепродуктов в избыточном активном иле, которое значительно превышает их содержание в контрольном образце, что вызывает сомнение в целесообразности использования данного продукта в качестве удобрения, так как может нанести вред качеству почвы.

3. Выявлен активный рост колоний СПМ в посевах модельных опытных образцов 1 («5 %»), 2 («15 %»), в контроле 1 («ил»). Уровень контаминации образцов возрастает с увеличением доли избыточного активного ила. Присутствие санитарно-показательных микроорганизмов не выявлено в посевах контроля 2 («песок»). Таким образом, источником СПМ является избыточный активный ил биологических очистных сооружений.

4. Статистические расчеты показали существование различий в прорастании семян кресс-салата, используемого в качестве тест-образца биоиндикации в условиях «острого» опыта. Количество всходов кресс-салата снижается при увеличении доли активного ила в модельных образцах более 5 %. Причиной угнетения роста кресс-салата может служить присутствие нефтепродуктов, тяжелых металлов, изменения гранулометрического состава почвы при добавлении избыточного активного ила, что, несомненно, требует проведения дополнительных исследований.

### СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Промышленная экология : учеб. пособие / М. Г. Ясоев [и др.] ; под ред. М. Г. Ясоева. – Минск : БГПУ, 2010. – 308 с.

2. Информационный портал о мусоре, свалках, переработке отходов [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.uberemmusor.ru/index.php>. – Дата доступа: 21.10.2011.

3. Старшикова, Л. В. Экологические проблемы современных производственных процессов : курс лекций / авт.-сост.: Л. В. Старшикова, Е. А. Лис. – Мозырь : УО «МГПУ им. И. П. Шамякина», 2009. – 159 с.

4. Экология микроорганизмов : учебник для студентов вузов / А. И. Нетрусов [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2004. – 272 с.

5. Оценка воздействия на окружающую среду. Реконструкция биопрудов под отвал в цехе № 10 – очистные сооружения «ОАО МНПЗ» : отчет / Бел НИЦ «Экология». – Минск, 2012. – 82 с.

6. Проблемы очистки сточных вод и утилизации осадков [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.mark5.ru/94/21805/index1.4.html>. – Дата доступа: 20.10.2011.

7. Использование активного ила в качестве удобрения сельскохозяйственных культур в условиях радиоактивного загрязнения территории [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/referat-116061.html>. – Дата доступа: 21.10.2011.

8. Удобрения из осадков сточных вод. Технические условия. ТУ ВУ 300003249.001–2009. – Срок действия: 01.09.2009 – 01.09.2014. Введ. 01.09.09. – Минск : Гос. комитет по стандарт. РБ : Бел. гос. инст. стандарт. и сертифик., 2010. – 11 с.

9. Мониторинг и методы контроля окружающей среды [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://ecodelo.org/node/9558>. – Дата доступа: 22.10.2011.



10. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. – М. : Академия, 2005. – 608 с.
11. Инструкция 4.2.10-12-9-2006 «Методы санитарно-микробиологического исследования почвы», утв. пост. Глав. госуд. санит. врача РБ, от 29 мая 2006 г. № 67. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2006. – 32 с.
12. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки промышленных сточных вод. – М. : Стройиздат, 1970. – 104 с.
13. Методы биоиндикации загрязнений наземных и водных экосистем [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: [http:// otherferats. allbest.ru/ecology/000542430.html](http://otherferats.allbest.ru/ecology/000542430.html). – Дата доступа: 22.10.2011.
14. Ашихмина, Т. Я. Школьный экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / Т. Я. Ашихмина. – М. : АГАР, 2000. – С. 163–170.

*Поступила в редакцию 22.01.18*

E-mail: [vinnirus.86@yandex.ru](mailto:vinnirus.86@yandex.ru); [gala-nekrasova@yandex.ru](mailto:gala-nekrasova@yandex.ru)

L. V. Starshikova, G. N. Niakrasova, A. V. Avhachev

#### BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PRECIPITATION FOR SEWAGE TREATMENT REFINERY

The article is devoted to the studies of biological wastewater treatment (WWS) generated by oil refinery production when microbiological and phytoindication methods have been carried out. The development of sanitary-indicative groups of microorganisms in the soil of silt areas was detected, the content of oil products in excess active sludge was determined. Statistical processing of the results of phytoindication studies of model samples in "acute" experiments was carried out. The maximum allowable amount of (WWS) as a fertilizer was proposed.

Keywords: excess active sludge, sediments of biological wastewater treatment, microbiological and phytoindication methods of research, fertilizer from active sludge.