

окрестностях Опытного завода и районе Шлюз (правый берег), далее опытная площадка в районе завода ЖБИ и Наукограда Кольцово и затем площадки в г. Бердске.

### Литература

1. Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: учеб.-метод. пособие. – М.: Наука, 1987. – 108 с.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
3. Арнаутов Н.А. Стандартные образцы химического состава природных минеральных веществ: метод. рекомендации. – Новосибирск: Наука, 1990. – 220 с.
4. Дарьин А.В., Ракшун Я.В. Методика выполнения измерений при определении элементного состава образцов горных пород методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения из накопителя ВЭПП-3 // Научный вестник НГТУ. – 2013. – № 2(51). – С. 112–118.
5. Матвеев Н.М., Павловский В.А., Прохорова Н.В. Экологические основы аккумуляции тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями в лесостепном и степном Поволжье. – Самара: Изд-во СУ, 1997. – 220 с.
6. Седельникова Л.Л., Чанкина О.В., Седельникова А.А. Элементный состав *Hemerocallis hybrida* в промышленных зонах окрестностей Новосибирска // Проблемы промышленной ботаники в индустриально развитых регионах: мат-лы IV Междунар. конф. – Кемерово, 2015. – С. 131–134.
7. Baryshev V.B., Kulipanov G.N., Skrinisky A.N. Handbook of Synchrotron Radiation. – Amsterdam: Elsevier, 1991. – Vol. 3. – P. 639.

8. URL:<http://ssrc.inp.nsk.su/CKP/stations/passport/3/> (дата обращения: 22 декабря 2015 г.).

### Literatura

1. Avessalomova I.A. Geokhimicheskie pokazateli pri izuchenii landshaftov: ucheb.-metod. posobie. – M.: Nauka, 1987. – 108 s.
2. Alekseev Yu.V. Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh. – L.: Agropromizdat, 1987. – 142 s.
3. Arnautov N.A. Standartnye obraztsy khimicheskogo sostava prirodnykh mineral'nykh veshhestv: metod. rekomendatsii. – Novosibirsk: Nauka, 1990. – 220 s.
4. Dar'in A.V., Rakshun Ya.V. Metodika vypolneniya izmerenij pri opredelenii ehlementnogo sostava obraztsov gornykh porod metodom rentgenofluoretsentnogo analiza s ispol'zovaniem sinkhrotronnogo izlucheniya iz nakopitelya VEHP-3 // Nauchnyj vestnik NGTU. – 2013. – № 2(51). – С. 112–118.
5. Matveev N.M., Pavlovskij V.A., Prokhorova N.V. Ehkologicheskie osnovy akkumulyatsii tyazhelykh metallov sel'skokhozyajstvennyimi rasteniyami v lesostepnom i stepnom Povolzh'e. – Samara: Izd-vo SU, 1997. – 220 s.
6. Sedel'nikova L.L., Chankina O.V., Sedel'nikova A.A. Ehlementnyj sostav Hemerocallis hybrida v promyshlennykh zonakh okrestnostej Novosibirska // Problemy promyshlennoj botaniki v industrial'no razvitykh regionakh: mat-ly IV Mezhdunar. konf. – Kemerovo, 2015. – S. 131–134.
7. Baryshev V.B., Kulipanov G.N., Skrinisky A.N. Handbook of Synchrotron Radiation. – Amsterdam: Elsevier, 1991. – Vol. 3. – P. 639.
8. URL:<http://ssrc.inp.nsk.su/CKP/stations/passport/3/> (дата обращения: 22 декабря 2015 г.).

УДК 628

Г.В. Сакаш, А.Ф. Колова., Т.Я. Пазенко

### К ВОПРОСУ АЦИДОФИКАЦИИ ОСАДКА ПЕРВИЧНЫХ ОТСТОЙНИКОВ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

G.V. Sakash, A.F. Kolova, T.Y. Pazenko

### TO THE QUESTION OF ACIDIFICATION OF PRIMARY SEDIMENTATION SLUDGE IN TANKS OF SEWAGE TREATMENT STATIONS IN POPULATED AREAS

В хозяйственно-бытовой сточной воде фосфор встречается в виде ортофосфатов, полифосфатов и фосфорсодержащих органи-

ческих соединений. Для удаления фосфора из сточных вод могут быть использованы как биологические, так и физико-химические ме-

тоды. По мнению большинства специалистов, наиболее экологически безопасным и перспективным является биологический метод, основанный на жизнедеятельности микроорганизмов активного ила. Эффективность метода зависит от обеспеченности процесса легкоокисляемой органикой. Этого можно достичь подачей в анаэробную зону биореактора осветленных сточных вод, содержащих продукты ацидофикации сырого осадка. В статье приведены результаты лабораторных исследований по подбору оптимальных параметров процесса ацидофикации сырых осадков и илов очистных сооружений городов Красноярск и Сосновоборск. Было изучено влияние продолжительности нахождения осадка в анаэробных условиях, его состава и влажности на интенсивность образования летучих жирных кислот. На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы: для получения легкоокисляемой органики, необходимой для интенсификации анаэробной стадии очистки сточных вод, целесообразнее использовать сырой осадок первичных отстойников; чем выше концентрация сухого вещества осадка, тем интенсивнее идет процесс выделения летучих жирных кислот; достаточное время ацидофикации составляет 5–6 суток.

**Ключевые слова:** станции очистки сточных вод, ацидофикация, первичные отстойники.

*In domestic waste water phosphorus occurs in the form of ortho-phosphates, polyphosphates and organic phosphorous compounds. For the phosphorus removal from wastewater both biological and physical and chemical methods can be used. According to most experts the most environmentally safe and promising is biological method based on the activity of microorganisms of active sludge. The effectiveness of the method depends on the availability of the process of oxidation-resistant organic matter. This can be achieved by conducting the acidification of raw sludge. The article presents the results of laboratory studies on the selection of optimal parameters of acidification of raw precipitation and sludge treatment facilities of the cities of Krasnoyarsk and Sosnovoborsk. We studied the effects of duration of staying of sediment in anaerobic conditions, its composition and humidity on the rate*

*of formation of volatile fatty acids. On the basis of the conducted research the following conclusions can be made: to obtain oxidation-resistant organics, necessary for intensification of the anaerobic stage of wastewater treatment, it is better to use raw sludge from primary sedimentation tanks; the higher the concentration of dry substance of sludge, the more intensive is the process of separation of volatile fatty acids; the time sufficient for acidification is 5–6 days.*

**Keywords:** wastewater treatment, acidification, primary settling tanks.

**Введение.** В последние годы все большее значение приобретает проблема охраны окружающей среды, и прежде всего водных объектов, от загрязнений, так как экологическое состояние природных водоемов ухудшается, а техногенная нагрузка на них растет [1, 2].

Рост численности населения, расширение применения моющих средств приводят к повышению поступления фосфора в водные объекты, в то время как традиционная биологическая очистка сточных вод не обеспечивает достаточной глубины удаления фосфора. Для удаления фосфора могут быть использованы как биологические, так и физико-химические методы. Естественно, наиболее экологически безопасным и перспективным является биологический метод. Он связан с жизнедеятельностью микроорганизмов активного ила. При биологической очистке бытовых сточных вод фосфор выводится из системы с избыточным активным илом, и чем больше содержание фосфора в активном иле, тем эффективнее происходит этот процесс. Определенные группы бактерий активного ила, так называемые фосфат-аккумулирующие организмы (ФАО), обладают способностью накапливать в своих клетках растворенные формы фосфора, т.е. они способны потреблять фосфора больше, чем требуется для прироста биомассы и энергетических потребностей.

Для формирования ила с высоким содержанием ФАО необходимо обеспечить следующие условия: наличие анаэробной зоны, последующей за ней аэробной или аноксидной зон, а также анаэробная зона должна быть обеспечена легкоокисляемой органикой в форме летучих жирных кислот (ЛЖК) [3].

Обеспечить анаэробную зону легкоокисляемой растворимой органикой можно тремя способами [3]:

1) подача в анаэробный реактор неочищенных сточных вод без первичного отстаивания. Однако это возможно при условии незначительного содержания в поступающих на очистку сточных водах сложноокисляемых и токсичных соединений, которые могут неблагоприятно влиять на активный ил вплоть до провокации его вспухания;

2) подача в анаэробный реактор готовых химических соединений или их растворов (например, метанола). Однако это экономически не выгодно и усложняет технологический процесс;

3) подача в анаэробный реактор осветленных сточных вод, содержащих продукты ацидофикации сырого осадка.

Процесс анаэробного разложения органических соединений сырого осадка протекает в три стадии [4]. Первые две стадии анаэробного гидролиза и ацидогенеза завершаются продуцированием низкомолекулярных летучих жирных кислот и по продолжительности менее длительны, чем третья стадия метаногенеза. Именно эти две первые стадии используются в очистке сточных вод для получения легкоокисляемой органики из сырого осадка в результате его ацидофикации [5].

**Цель исследований.** Установление оптимальных параметров процесса ацидофикации.

**Задачи исследований:** изучить влияние продолжительности нахождения осадка в анаэробных условиях, его состава и влажности на интенсивность образования ЛЖК.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились на осадках и илах городских канализационных очистных сооружений Красноярска и Сосновоборска.

Эксперимент проводился по методике, приведенной в работе [6], следующим образом: в ряд пластмассовых емкостей (ацидофикаторов) объемом 1,5–2 л заливался осадок из первичных отстойников и смесь осадка с илом. Пробы выдерживались при комнатной температуре в течение 10 суток. Перемешивание содержимого осуществлялось два раза в сутки путем 5-кратного опрокидывания емкости с осадком, образовавшийся газ выпускали путем открывания крышки емкости. Перед отбором пробы

надилловой жидкости осадок отстаивали в течение 30 мин и отстоянную иловую жидкость профильтровывали через бумажный фильтр. Изменение качества надилловой жидкости во времени контролировали ежедневно по следующим показателям: концентрация летучих жирных кислот (ЛЖК), содержание азота аммонийного ( $\text{NH}_4^+$ ), содержание фосфатов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и содержание легкоокисляемой органики по анализу перманганатной окисляемости (ПО).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты проведенных исследований представлены в виде графических зависимостей, приведенных на рисунках 1–3.

На рисунке 1 приведены графики, иллюстрирующие изменение содержания в надилловой жидкости вышеперечисленных показателей в зависимости от времени для сырых осадков первичных отстойников левобережных очистных сооружений (ЛОС) г. Красноярска различной влажности.

Как видно из приведенных зависимостей, максимальное содержание легкоокисляемой органики и ЛЖК наблюдается для сырого осадка с минимальной влажностью примерно на 6-е сутки выдерживания пробы в анаэробных условиях. Чем выше влажность осадка, тем менее интенсивно идет выделение легкоокисляемой органики и ЛЖК в надилловую воду. Что касается изменения концентрации азота аммонийных солей и фосфатов, то она в основном растет.

На рисунке 2 представлено влияние вида сырого осадка первичных отстойников правобережных (ПОС) и левобережных (ЛОС) очистных сооружений г. Красноярска, имеющих примерно одинаковую влажность, на содержание в надилловой жидкости азота аммонийных солей, фосфатов, ЛЖК и легкоокисляемой органики (ПО).

Как видно из рисунка 2, для осадка правобережных очистных сооружений выделение ЛЖК и легкоокисляемой органики при продолжительности процесса до 4–5 суток идет более интенсивно по сравнению с осадком первичных отстойников ЛОС, но в дальнейшем процесс затухает, в то время как выделение ЛЖК и легкоокисляемой органики из осадка ЛОС продолжается. Интенсивность выделения фосфатов и азота аммонийных солей в надилловую жидкость для осадка правобережных очистных сооружений выше, чем для осадка, отобранного с лево-

бережных очистных сооружений. Данные наблюдения можно объяснить тем, что в технологической схеме ПОС предусмотрен возврат избыточного активного ила в преаэрактор, стоящий перед первичными отстойниками. Поэтому осадок первичных отстойников ПОС представляет собой смесь избыточного ила и непосредственно осадка, в то время как на ЛОС возврата активного ила перед первичными отстойниками не предусмотрено.

Для получения более четкой картины влияния состава осадка на процесс ацидогенеза

нами было проведено дополнительное исследование. В качестве исследуемого материала был взят сырой осадок первичных отстойников II очереди ЛОС г. Красноярска с влажностью 99,8 % и смесь осадка и активного ила в соотношении 1:1 с очистных сооружений г. Сосновоборска с влажностью смеси 99,83 %.

Зависимости, характеризующие влияние продолжительности пребывания этих осадков в анаэробных условиях на содержание в надиловой жидкости азота аммонийных солей, фосфатов, ЛЖК, представлены на рисунке 3.

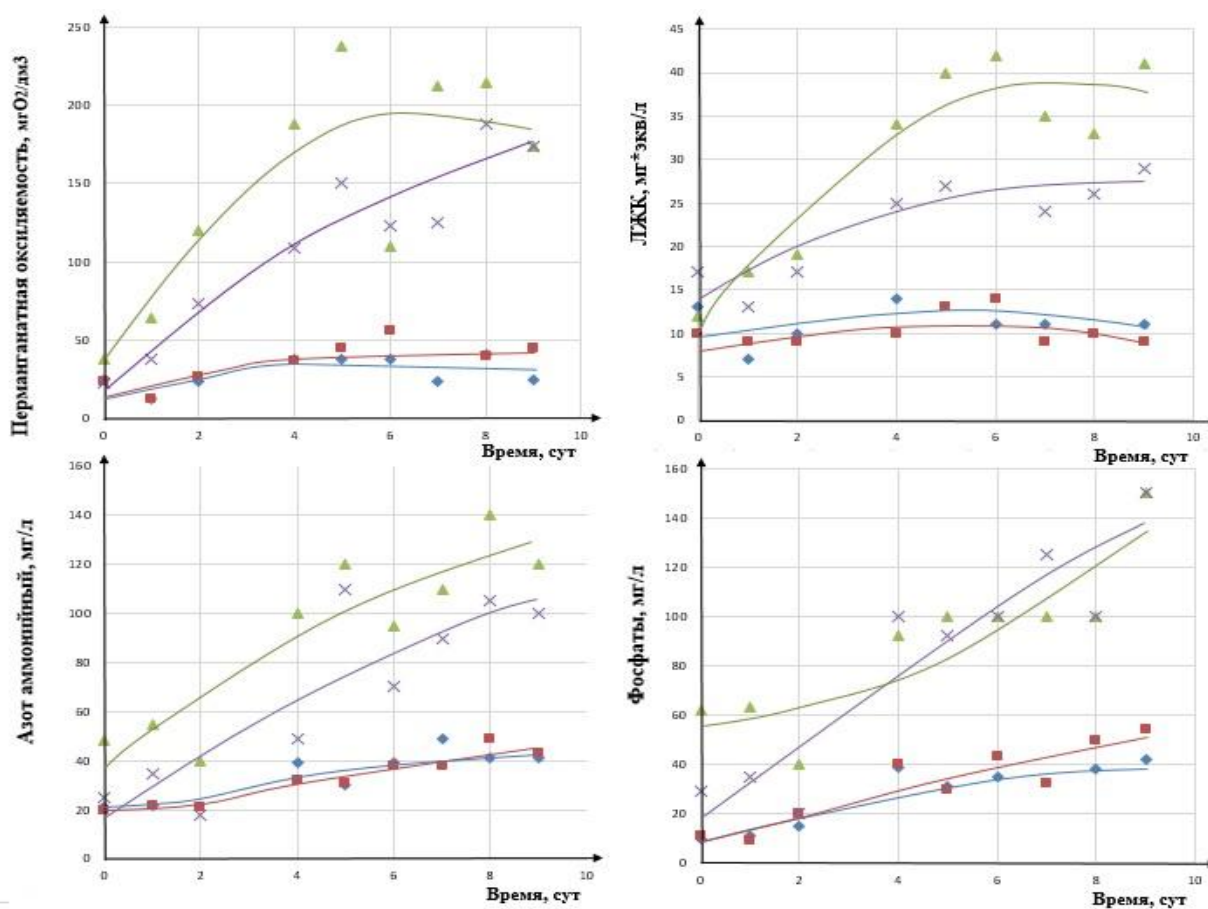


Рис. 1. Влияние влажности сырого осадка и продолжительности его пребывания в анаэробных условиях на содержание в надиловой жидкости легкоокисляемой органики, ЛЖК, азота аммонийных солей и фосфатов

Условные обозначения:

- — сырой осадок первичных отстойников II очереди ЛОС, влажность – 99,7 %;
- ◆— — сырой осадок первичных отстойников II очереди ЛОС, влажность – 99,8 %;
- ▲— — сырой осадок первичных отстойников III очереди ЛОС, влажность – 97,16 %;
- ×— — сырой осадок первичных отстойников III очереди ЛОС, влажность – 98,1 %

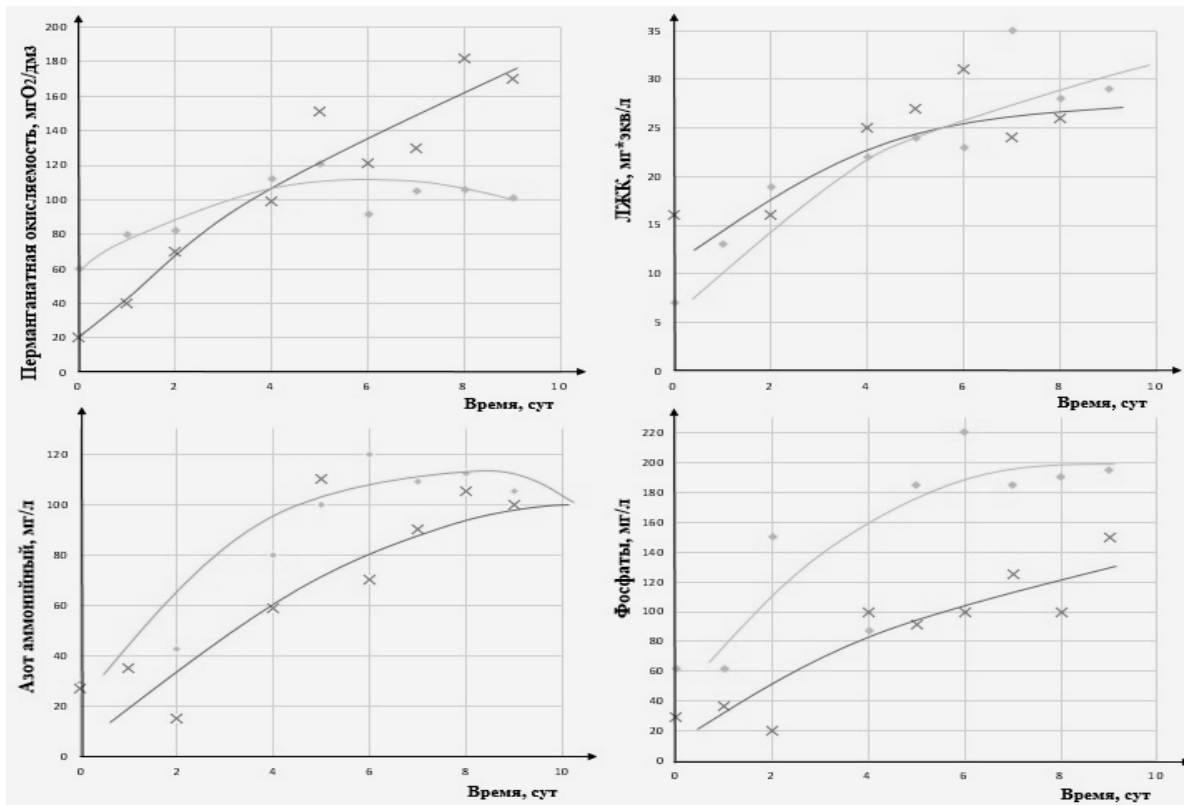


Рис. 2. Влияние вида сырого осадка и продолжительности его пребывания в анаэробных условиях на содержание в надливовой жидкости азота аммонийных солей, фосфатов и ЛЖК

Условные обозначения:

- сырой осадок первичных отстойников I очереди ПОС, влажность 98,2 %;
- сырой осадок первичных отстойников III очереди ЛОС, влажность – 98,1 %

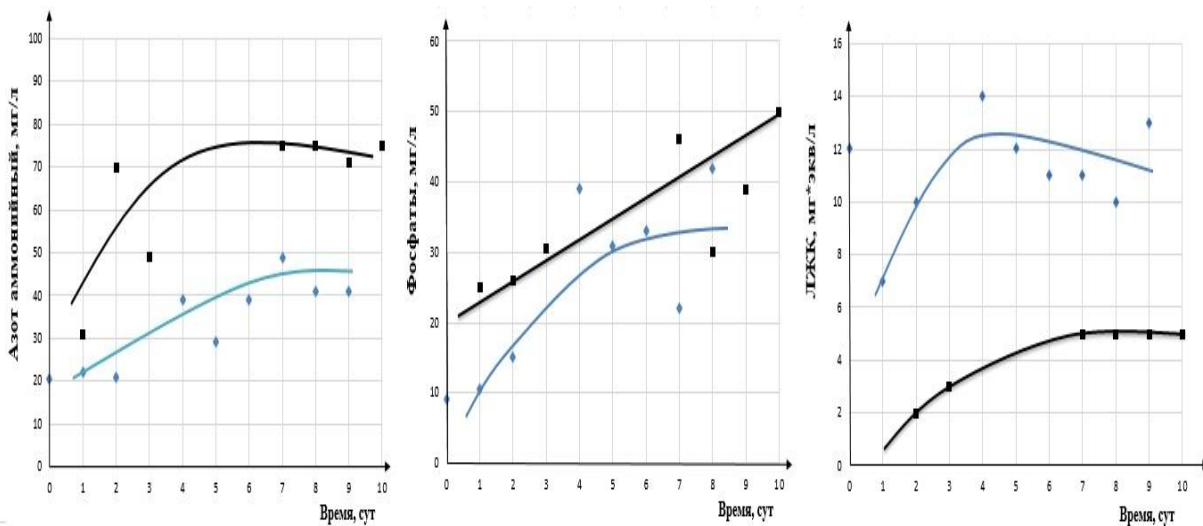


Рис. 3. Влияние состава осадка и продолжительности его пребывания в анаэробных условиях на содержание в надливовой жидкости азота аммонийных солей, фосфатов и ЛЖК

Условные обозначения:

- сырой осадок первичных отстойников II очереди ЛОС, влажность – 99,8 %;
- смесь осадка и активного ила, влажность – 99,83 %

Полученные данные говорят о том, что присутствие в осадке активного ила приводит к менее интенсивному выделению летучих жирных кислот, в то время как выделение фосфатов и азота аммонийных солей активизируется.

**Выводы.** На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для получения легкоокисляемой органики, необходимой для интенсификации анаэробной стадии очистки сточных вод, целесообразнее использовать сырой осадок первичных отстойников.

2. Чем выше концентрация сухого вещества осадка, тем интенсивнее идет процесс выделения летучих жирных кислот.

3. Оптимальное время пребывания осадка в ацидофикаторе составляет 5–6 суток.

### Литература

1. Сакаш Г.В., Сакаш Т.А. Качество природных водоемов Красноярского края и основные источники их загрязнения // Водочистка. – 2010. – № 7. – С. 58–63
2. Сакаш Г.В., Сакаш Т.А. Уровень техногенной нагрузки ТЭС на природные водоемы Красноярского края // Промышленная энергетика. – 2007. – № 5. – С. 49–53.
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.
4. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2 т. Т. 1 / А.Е. Кузнецов [и др.]. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 485 с.
5. Ацидофикация (преферментация) как метод стабилизации сырого осадка при очистке сточных вод от биогенных элементов / М.Н. Козлов, С.М. Стрельцов, М.В. Кевбрина

[и др.] // Сб. науч.-техн. ст. и публикаций ОАО «Мосводоканал». – 2014. – Вып. 3. – С. 164–178.

6. Бойко Т.А. Интенсификация процессов дефосфотизации сточных вод с использованием летучих жирных кислот: дис. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 2006.

### Literatura

1. Sakash G.V., Sakash T.A. Kachestvo prirodnykh vodoemov Krasnoyarskogo kraya i osnovnye istochniki ikh zagryazneniya // Vodoochistka. – 2010. – № 7. – S. 58–63
2. Sakash G.V., Sakash T.A. Uroven' tekhnogennoj nagruzki TEHS na pri-rodnye vodoemy Krasnoyarskogo kraya // Promyshlennaya ehnergetika. – 2007. – № 5. – S. 49–53.
3. Zhmur N.S. Tekhnologicheskie i biokhimicheskie protsessy ochistki stochnykh vod na sooruzheniyakh s aehrotenkami. – M.: AKVAROS, 2003. – 512 s.
4. Prikladnaya ehkobiotehnologiya: ucheb. posobie: v 2 t. T. 1 / A.E. Kuznetsov [i dr.]. – 2-e izd. – M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. – 485 s.
5. Atsidifikatsiya (prefermentatsiya) kak metod stabilizatsii syrogo osadka pri ochistke stochnykh vod ot biogennykh ehlementov / M.N. Kozlov, S.M. Strel'tsov, M.V. Kevbrina [i dr.] // Sb. nauch.-tekhn. st. i publikatsij ОАО «Mosvodokanal». – 2014. – Vyp. 3. – S. 164–178.
6. Bojko T.A. Intensifikatsiya protsessov defosfotizatsii stochnykh vod s ispol'zovaniem letuchikh zhirnykh kislot: dis. ... kand. tekhn. nauk. – Novosibirsk, 2006.

УДК 599.742.13:591.5

Н.В. Наконечный, Д.В. Ибрагимова

## ПОЛОВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ БРОДЯЧИХ СОБАК ГОРОДА СУРГУТА И ПРОГНОЗ РОСТА ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

N.V. Nakonechny, D.V. Ibragimova

## GENDER AND AGE STRUCTURE OF THE POPULATION OF STRAY DOGS OF THE CITY OF SURGUT AND THE FORECAST GROWTH IN THEIR NUMBER

Целью исследования было проведение половозрастной оценки популяции бродячих собак города Сургута. Задачи: выявить распределе-

ние бродячих собак по зонам города; определить плотность; установить половой и возрастной состав; провести прогноз роста по-