

федерация бизнеса (известная как «Кейданрен»), Японская ассоциация топ-менеджеров и Торгово-промышленная палата Японии. Что касается владельцев японских энергокомпаний, то на собраниях акционеров, прошедших почти синхронно летом 2012 года, собственники большинства акций компаний, владеющих атомными станциями, проголосовали против вывода АЭС из эксплуатации и за скорейшее возобновление работы ядерных блоков [2].

Позиция акционеров и бизнеса легко объяснима. Для бизнеса бездействие АЭС означает снижение надежности энергоснабжения и удорожание электроэнергии, поскольку ядерная генерация в Японии – наиболее дешевый наряду с ГЭС массовый источник электроэнергии. Для акционеров же отказ от АЭС чреват значительным ослаблением энергокомпаний – прежде всего из-за увеличения зависимости от импортного органического топлива и нехватки мощностей для выполнения обязательств перед потребителями.

Таким образом, страна, объявившая после аварии на АЭС «Фукусима» о свертывании ядерной программы, постепенно отказывается от этой идеи и возвращается к более прагматичной позиции. При этом правительство допускает дальнейшее увеличение ядерных генерирующих мощностей и реализацию проектов, направленных на формирование замкнутого ядерного топливного цикла. В то же время, учитывая отрицательное отношение значительной части избирателей и некоторых региональных и местных властей к развитию ядерной генерации, реванш в атомной сфере будет носить постепенный характер и сопровождаться различными компромиссами [2].

Следует отметить, что полный отказ Японии от атомной энергетики является маловероятным в ближайшем будущем. В пользу сохранения части АЭС в энергобалансе страны играет нежелание Японии утратить свой технологический потенциал и потерять статус мировой державы в международной конкурентной борьбе за глобальный рынок атомной энергетики.

#### *Литература:*

1. Япония в поисках замены мирного атома / Д.В. Стрельцов.
2. Азия и Африка сегодня. – 2012. - №12. – С. 2 – 6.
3. Энергосбережение как двигатель бизнеса. <http://atomexpert.org/content/>
4. <http://www.bylectrica.by/about/energoberezhenie/>
5. [http:// planetaklimata.com](http://planetaklimata.com)

**Урецкий Е.А.**

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ МАЛОЗАТРАТНЫХ, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ СГЦ РУСП «ЗАПАДНЫЙ»**

*Член корреспондент Белорусской Инженерной Технологической Академии*

Как было показано в [1] в Республике Беларусь построено и эксплуатируется большое количество животноводческих комплексов, основанных на применении

прогрессивных поточных технологий производства мяса. Применяемое при этом гидросмывное удаление навоза из животноводческих помещений привело к образованию значительных объемов высококонцентрированных навозных сточных вод, представляющих серьёзную опасность для окружающей природной среды.

Так по данным [2] ежегодно животноводческие комплексы республики вносят в окружающую среду 45-40 млн. м<sup>3</sup> стоков. Основной формой их утилизации является полив, причём безо всякой предварительной очистки и дезинфекции.

Это обусловило значительное загрязнение почв многих районов, прилегающих к комплексам аминами, нитритами, нитратами, калием, фосфором и рядом других веществ, а также патогенными микроорганизмами. Причём стоки животноводческих комплексов загрязняют почвы водорастворимыми и обменными формами вышеназванных элементов, поэтому они легко проникают на глубину до 40 см и достигают максимума концентрации в компостном слое. С течением времени загрязнение почв делают их полностью непригодными к сельскохозяйственному использованию. Почвенно-геохимические аномалии простираются на 3-5 км от животноводческих комплексов и имеют постоянную тенденцию к расширению. Полученные с этих земель корма и другая сельскохозяйственная продукция отличаются высоким содержанием нитратов и по санитарно-гигиеническим нормам являются непригодными для их использования [2].

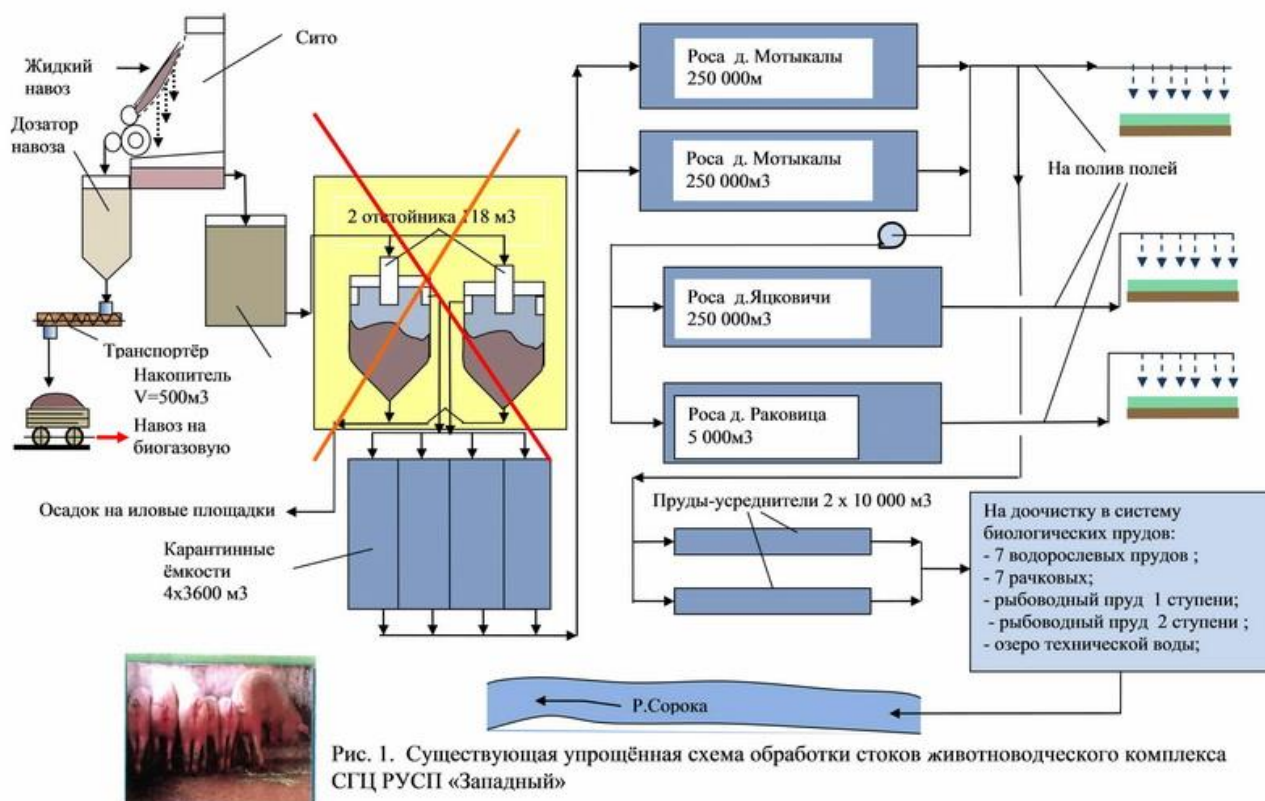
Наиболее тяжелая ситуация складывается при размещении животноводческих комплексов в районах с неблагоприятными климатическими и гидрогеологическими условиями, когда возникает необходимость прямого сброса очищенных сточных вод в естественные водоемы. Это связано с тем, что известные методы биологической очистки сточных вод не позволяют достичь требуемую в этом случае степень удаления органических загрязнений.

В своё время группой специалистов под руководством автора статьи были выполнены обследования очистных сооружений крупных животноводческих комплексов, размещённых на территории Брестской области. Обследования показали, что практически все водоохранные сооружения находятся либо в неработоспособном состоянии, либо вообще отсутствуют. Не стал исключением и РУСП СГЦ «Западный» см. (рис 1). Этот крупный животноводческий комплекс содержит около 100 000 свиней и является источником высококонцентрированных токсичных сточных вод. Известно, что по количеству содержащихся в них загрязнений сточные воды такого комплекса эквивалентны хозяйственно-бытовым стокам города с населением 460-640 тыс. чел.

С одной стороны, сточные вода свинокомплексов характеризуются высокими концентрациями загрязнений, наличием большого количества патогенных микроорганизмов, яиц гельминтов, и поэтому представляют серьёзную угрозу для окружающей природной среды. С другой стороны, эти сточные воды имеют высокую агрономическую ценность, так как в них содержится большое количество органических веществ и биогенных элементов. При этом годовое количество сточных вод свиноводческого комплекса мощностью около 100 тыс. голов составляет более 1 млн. м<sup>3</sup> и в них содержится 730 т азота, 300 т фосфора, 360 т калия [1].

Остро заинтересованный в решении экологических проблем, создаваемым этим комплексом, РУСП СГЦ «Западный» объявил тендер. Тендер выиграла германская фирма «Biogas NORD». Однако, эта фирма предложила техническое решение только для получения биогаза. И то лишь из 10% образующегося навоза строго определенного состава. Остальные 90%, по мнению этой фирмы, использовать для этой цели на внедряемой установке затруднительно. Стоимость технического

решения **около 2 млн. евро**. От очистки высококонцентрированных сточных вод свиноводческого комплекса эта фирма отказалась. И это при том, что решение этого вопроса для РУСП СГЦ «Западный» крайне важно. Сброс недостаточно очищенных сточных вод постоянно приводит это крупное сельскохозяйственное предприятие к разорительным штрафным санкциям со стороны контролирующих организаций.



В то же время известно, что внедрение современных технологий обезвреживания высококонцентрированных сточных вод свинокомплекса может позволить получить для РУСП СГЦ «Западный» такое количество биогаза, которое во много раз больше объёмов газа получаемого на установке фирмы «Biogas NORD».

Известно, что ключевым звеном в решении вопроса биологической очистки этих сточных вод является предварительное удаление аммонийного азота, оказывающего крайне негативное воздействие на ход биологических процессов [11].

По данным ВНИИ ВОДГЕО, свободный аммиак ингибирует *Nitrosomonas* при концентрации от 10 до 150 мг/л и *Nitrobakter* при концентрации свыше 1 мг/л. [2]. Среднее же содержание ионов аммония в неочищенных сточных водах, наиболее опасных из животноводческих комплексов - свинокомплексов, колеблется в пределах 400-1200 мг/л.

Как было ранее показано в [1] большинство разработанных и предложенных методов удаления аммонийного азота из сточных вод, таких как отдувка в щелочной среде, ионный обмен, нитрификация-денитрификация, биологическая очистка с использованием симбиотического активного ила и др. приводят к безвозвратной потере аммонийного азота и поэтому не могут быть использованы в технологиях, обеспечивающих его эффективную утилизацию. Помимо этого подобные методы дороги, энергоёмки, требуют сложного аппаратного оформления и дефицитных комплектующих.

Один из способов решения этой проблемы, показан в статье [1]. Согласно этому способу возможно связывать свободный аммонийный азот (более 80%) в

практически нерастворимый магний-аммоний ортофосфат (см. табл. 1). При чём, что важно, в качестве реагентов использовались имеющиеся в любом сельскохозяйственном предприятии удобрения – двойной суперфосфат и доломитовая мука.

Это соединение является комплексным минеральным удобрением, широко используемым в сельском хозяйстве [3]. Оно может вноситься без ограничений под все сельскохозяйственные культуры. Причем, магний-аммоний ортофосфат рекомендуется применять на сильнокислых и слабокислых почвах, при орошаемом земледелии. Это особенно важно для РБ, где в основном почвы кислые.

Технология получения  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (струвит) была использована такой транснациональной корпорацией, как HOFFLAND ENVIRONMENTAL Inc. (США), Указанная компания внедрила свои разработки в таких концернах как НАСА, "Шелл", "Моторола", "Форд", "Локхид" и многих др.

Важным следствием проведенных исследований [1] явилось и то, что связывание аммонийного азота в  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  позволяет управлять соотношением C:N. Как известно, поддержание оптимального соотношения C:N способствует увеличению выхода биогаза.

Таблица 1.1 Зависимость удаления аммонийного азота от доли введённого двойного суперфосфата (осреднённые показатели)

№ № п/п	рН исходной пробы	Концентрация Ионов $NH_4^+$ , мг/л	Доля MgO		рН после введения MgO	Доля $PO_4^{3-}$		рН после отстаивания	Концентрация ионов $NH_4^+$ , мг/л	*Эффективность связывания ионов $NH_4^+$ , %
			Стехиометрическая	весовая		Стехиометрическая	Весовая			
Т.1	7,0	1190	1	2	7,0	0,34	4,5	7,0	840	27
										30
										33
Т.2	7,0	1244	2,55	5,1	9,2	0,84	11	8,45	317	72,5
										75
										77,5
Т.3	7,0	1200	2,5	5	9,2	1,0	13	7,76	216	80,5
										82
										83,5
Т.4	7,0	1200	2,5	5	9,25	1,2	15,7	7,62	187	84,5
										85,5
										88

В декабре 2007 г. выездом на объект внедрения коллектив сотрудников кафедры ВВиТ БГТУ ознакомился с предлагаемым техническим решением. При ознакомлении выяснилось:

- выход биогаза оказался значительно ниже проектного;
- в составе биогаза оказались компоненты, сдерживающие использование его в двигателях внутреннего сгорания для получения электроэнергии.

– на момент ознакомления с установкой, биогаз сбрасывался в атмосферу, а двигатели, предназначенные для работы на биогазе, работали на природном газе. В течение весны 2010 г с согласия и по приглашению директора СГЦ РУСП «Западный» Бича А.Н., несколько раз посещали это сельскохозяйственное предприятие президент транснациональной корпорации HOFFLAND ENVIRONMENTAL Inc. Роберт Хоффланд (США), президент корпорации AETE, Internacional Inc. Майкл Сабуров и в то время координатор и консультант этих корпораций в РБ Урецкий Е.А.

На месте они ознакомились с системой удаления навоза, биоэнергетической установкой «Biogas NORD» (Германия), а также системой очистки сточных вод. По результатам проведенных обследований на совещании в СГЦ РУСП «Западный» американской стороной было предложено принять и осуществить реализацию двух проектов:

1. Удаление твёрдой массы из навозных стоков до 80% (в настоящее время 20%) и направления данной массы осадка в существующую биоэнергетическую установку.

2. Биоаэробная обработка сточных вод с применением плавающих миксеров.

3. Извлечение из сточных вод свободного аммиака, путём связывание аммонийного азота в трудно растворимый  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (струвит) с последующим использованием этого соединения в качестве комплексного удобрения.

Руководитель СГЦ РУСП Бич А.Н «Западный» был проинформирован, что такие технологии компаниями были успешно реализованы. Так, в частности, проект по поставке и запуску биоэнергетической для фермерских хозяйств Марони (Кипр). При этом биомасса для установки была получена от 15 000 голов свиней, что позволило в результате получить 200 квт/час электроэнергии, Содержание твёрдой фазы составляло 3%. Бич А.Н был также проинформирован, что большая часть органической взвеси (до 60%) выносится с водой в пруды, что в свою очередь значительно увеличивает нагрузку на существующие пруды очистки сточных вод.

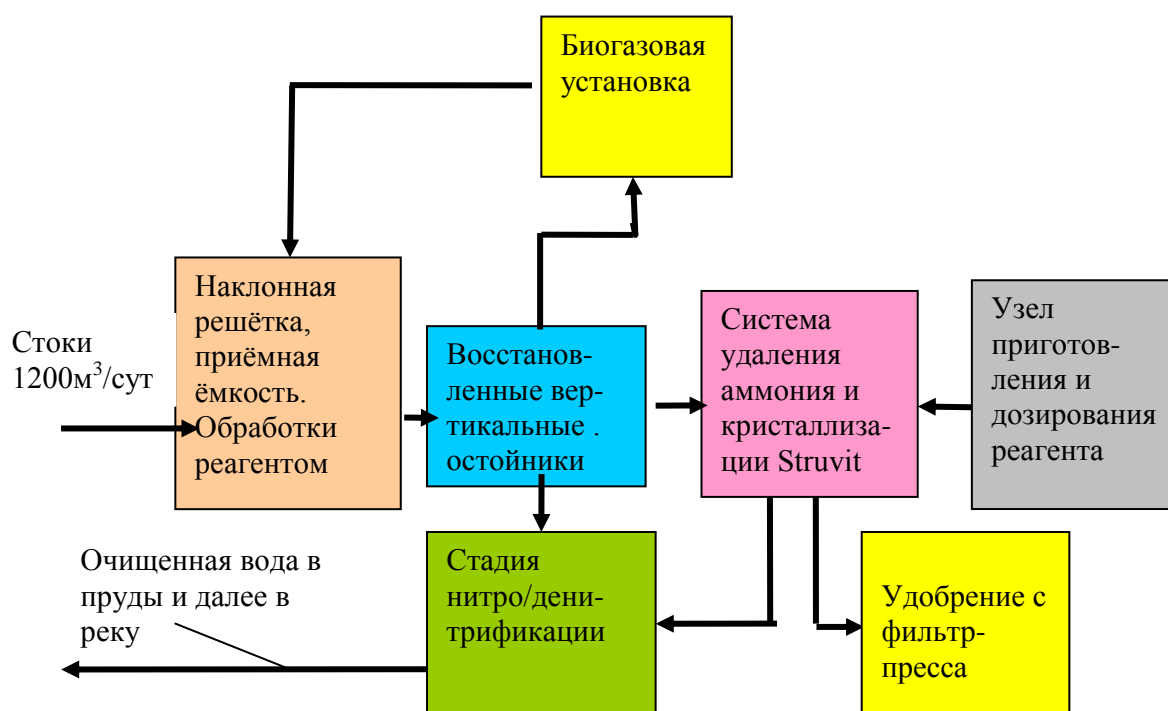


Рис. 2. Предлагаемая диаграмма процесса

Таблица 2. Предполагаемая стоимость реконструкции очистных сооружений СГЦ РУСП «Западный» (обследование, разработка технической документации, шефмонтажные и пусконаладочные работы) по данным корпорации HOFFLAND ENVIRONMENTAL Inc. (США)

№№ стадий процесса	Стадии процесса	Стоимость в евро
1	Система осветления с двумя насосами перекачки биомассы и специальными насосами и трубопроводами для перекачки биомассы	298 000
2	Система удаления аммония и кристаллизации Struvit	497 560
3	Биологическая нитро/денитрификация	156 000

Итого – 951 560 евро

ПРИМЕЧАНИЕ: 1. Использование системы кларификации (осветления) стоков позволит отсепарировать до 80% биомассы, тем самым значительно увеличить топливо для биогазовой установки и как следствие довести существующее производство электроэнергии с 200 кВт/ч до проектного уровня в 1000 квт/ч, значительно улучшится состояние биопрудов.

2. Система Struvit позволит обеспечить дополнительными минеральными удобрениями выделенными из потока содержащего аммоний.

3. Срок реализации контракта – 6 месяцев после его подписания.

Американская сторона подтвердила, что при использовании предложенной предприятию системы осветления стоков и транспортировки биомассы из расчёта **80 000 голов свиней** СГЦ РУСП «Западный» получит на биоэнергетических установках до **1000 квт в час электроэнергии** и улучшится состояние прудов, что очень быстро окупит затраты на приобретение оборудования, Тем более, что предстоящая летняя пора – удобное время для реализации данного проекта. Для этого в СГЦ РУСП «Западный» в кратчайшие сроки были переданы технико-комерческие предложения. Предлагаемая диаграмма процесса приведена на рис. 2., а предполагаемая калькуляция статей затрат в таблице 2. Общая стоимость реализации контракта реконструкции очистных сооружений - 951 560 евро. По поводу последних предложений было проведено совещание в СГЦ РУСП «Западный».

Обсуждение проекта СГЦ РУСП «Западный» затягивало более года, что вызывало удивление американской стороны, что как такое большое хозяйство не имеет сравнительно небольших средств для реализации быстро окупаемого экологического проекта.

Ввиду, с безнадёжностью реализации проекта США, автором статьи было разработано детальное техническое предложение (блок-схема изображена на рис. 3, а фирмой Fortex. LTD на основании этого предложения СГЦ РУСП «Западный» выдано детальное технико-экономическое решение общей стоимостью 250 000 евро.

Реализацию проекта, с целью минимизации единовременных затрат, позволяло выполнять его последовательно по блокам. При этом предпроектное предложение предусматривало максимальное использованием существующего оборудования. К сожалению, вопрос реконструкции очистных сооружений биологической очистки СГЦ РУСП «Западный» до сих пор находится в стадии решения.

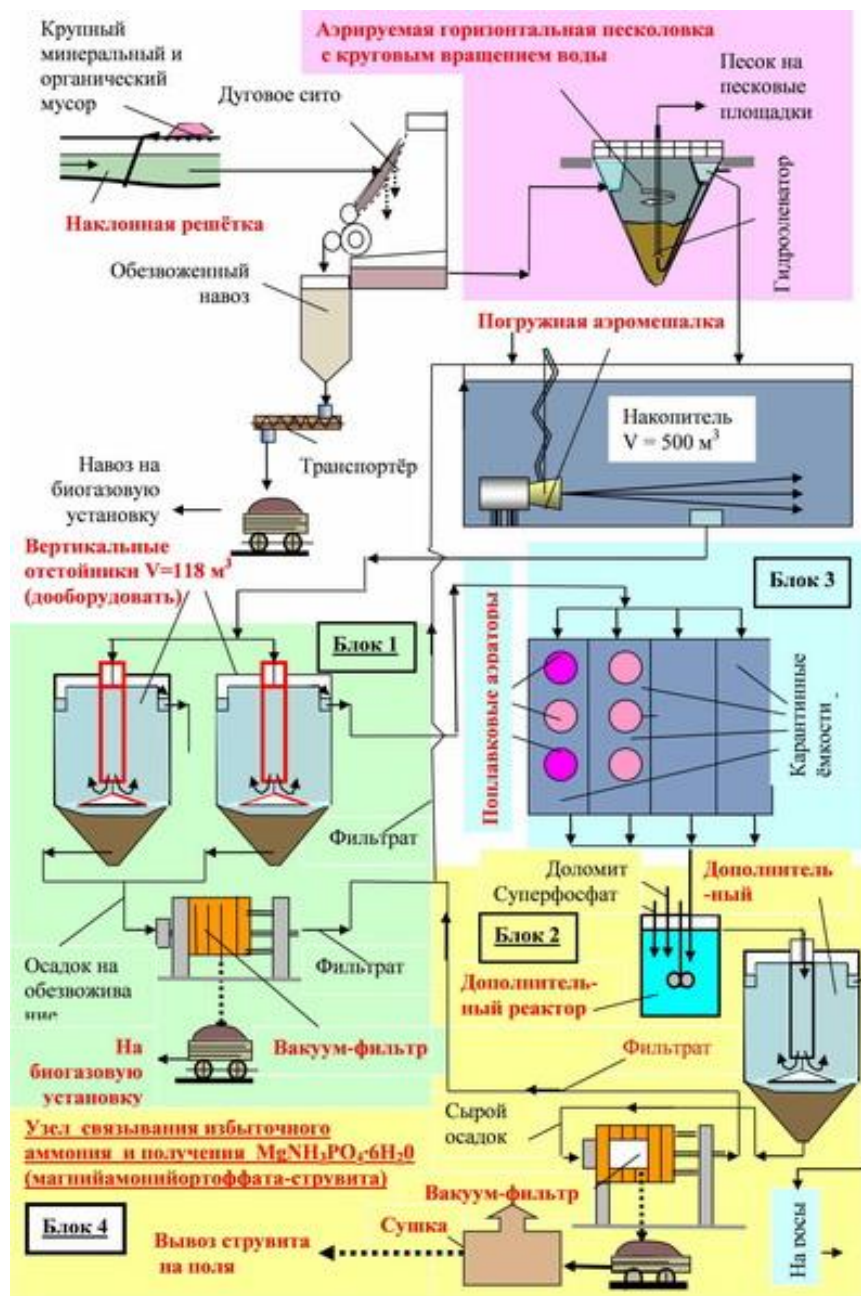


Рис. 3. Блок-схема

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методология реализации процессов очистки сточных вод для реконструкция очистных сооружений биологической очистки СГЦ РУСП «Западный». При этом:

- использование системы кларификации (осветления) стоков позволит отсепарировать до 80% биомассы, тем самым значительно увеличить объём топлива для биогазовой установки и как следствие довести существующее производство электроэнергии с 200 квт/ч до 1000 квт/ч;

– значительно улучшится состояние биопрудов;

– внедрение предложения «Struvit» обеспечит СГЦ РУСП «Западный» дополнительными минеральными удобрениями;

– реализация биологической нитро/денитрификации с последующей доочисткой в биологических прудах, позволит достигнуть концентрации лимитированных загрязнений на выпусках из очистных сооружений в поверхностные источники до требований контролирующих организаций; И при

этом снизится уровень загрязнения компостного слоя аммиаком, фосфатами и др. токсичными ингредиентами в водах, предназначенных для полива.

2. Выполнены два варианта технико-экономических предложений, для реконструкции.

3. Для уменьшения единовременных капитальных затрат, оба технико-экономических предложений предусматривают последовательное блочное выполнение строительно-монтажных и пуско-наладочных работ.

#### *Литература:*

1. Урецкий Е.А. К вопросу очистки сточных вод животноводческого комплекса. Вестнике БрГТУ, 2005 №2.
2. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф., Фридлянд М.Е. Экологические проблемы Республики Беларусь и пути их решения.
3. Павлюченко М.М. и др. Полифосфаты и минеральное питание растений. – Мн. Наука и техника 1978 г. 1978, - 231 стр.

### **Резько П.Н.**

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ТОПЛИВА**

*Республика Беларусь, Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина*

Произошедший в последние годы рост добычи «голубого топлива» в США вызвал настоящий бум прогнозов относительно ресурсов «нетрадиционного» газа. Под этим термином понимают угольный метан, сланцевый газ, а также запасы, содержащиеся в плотных песчаниках. Их общим признаком является то, что они находятся в практически непроницаемых породах, поэтому его иногда называют трудноизвлекаемым газом.

В США, являющимися лидером в добыче сланцевого газа, 70% его добычи связано с бассейном Barnett в Техасе, а 80% ресурсов приходится на два новых бассейна – Haynesville и Marcellus. В Канаде в стадии реализации находятся проекты Horn River и Montney, перспективные территории выявлены в Британской Колумбии, Альберте, Саскачеване, Онтарио и Квебеке; их ресурсы оцениваются от 2,4 до 28 трлн. м<sup>3</sup>. В Китае сланцевые поля разделены на четыре крупные провинции с суммарными ресурсами 21-45 трлн. м<sup>3</sup>. При этом, эксперты IEA обращают внимание на субсидирование проектов в сфере разработки сланцевых месторождений в Китае. Однако себестоимость добычи сланцевого газа в Китае остается более высокой, чем в США. Это определяется более глубоким залеганием сланцев и связанными с этим технологическими сложностями. Перспективы имеются в Балтийском бассейне в Польше, в Парижском – во Франции, в бассейне Cooper – в Австралии. Скопления глинистых сланцев известны в Северной Африке (Алжир, Марокко), Южной Америке (Колумбия, Венесуэла) и России. Однако наиболее благоприятные условия для освоения этих запасов есть в США и Канаде вследствие высокой геологической изученности, развитых сетей газоснабжения и близости основных потребителей газа.