

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ЭКОБИОТЕХНОЛОГИЙ

© 2012 В. В. Заболотских

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 06.10.2011

В статье рассматриваются основные экологические проблемы города Тольятти и возможные пути их решения на основе экобиотехнологий. Автор статьи предлагает использовать биотехнологии для эффективной защиты окружающей среды на примере биодезодорации газовых выбросов нефтехимических предприятий и вторичного использования органических отходов для получения биогаза метана.

Ключевые слова: экобиотехнологии, экологические проблемы региона, химическое загрязнение, биодезодорация, метаногенез.

Экологические проблемы региона во многом отражают мировые тенденции развития экологического кризиса в глобальном масштабе и имеют одни корни и основные причины. Одна из острых проблем современности – проблема загрязнения окружающей среды отходами, выбросами, сточными водами всех видов промышленного производства. Химическое загрязнение является основным фактором неблагоприятного воздействия на человека и природные биологические системы. В биосфере циркулирует огромное число загрязняющих химических веществ антропогенного происхождения. Многие из них имеют исключительно высокую токсичность, способны накапливаться в трофических цепях и устойчивы в окружающей среде. Источники загрязняющих веществ разнообразны, также многочисленны виды отходов и характер их воздействия на компоненты биосферы [2,5, 8,10].

Основная причина загрязнения биосферы это ресурсоёмкие и загрязняющие, так называемые «традиционные технологии переработки и использования сырья», которые приводят к огромному накоплению отходов и необходимости их утилизации [3,10].

Кроме того, одним из важных факторов, вызывающим ухудшение экологической обстановки в регионах является прогрессирующая урбанизация, которая ведет к очевидным негативным последствиям, в том числе загрязнению городской среды поллютантами. Так, за последние 50 лет численность городского населения в Волжском бассейне возросла в 2 раза, а сельского в 2 раза уменьшилась. Сегодня городское население бассейна сосредоточено более чем в 420 городах (40% от числа всех городов России) и составля-

ет 77,3% всего населения. Города являются мощными источниками загрязнения атмосферы, воды, почвы, влияние которых распространяется далеко за пределы городской территории. В результате экологическая ситуация в Самарском регионе, городе Тольятти, как и во многих других промышленных центрах, в настоящее время весьма напряжённая [8].

Особое место в загрязнении окружающей среды среди городов Поволжья занимает город Тольятти. Плотность промышленной застройки в городе Тольятти примерно в 3-4 раза больше, чем в среднем по России. По условиям рассеивания загрязнений Тольятти относится к зоне с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы [5]. В городском воздухе постоянно наблюдается превышение предельно допустимых концентраций по формальдегиду - 3,7 ПДК; диоксиду азота – 1,1 ПДК; бензапирену – 1,9 ПДК; гидрофториду - 1,2 ПДК; аммиаку – 1,7 ПДК. По индексу загрязнённости атмосферы (ИЗА) Тольятти относится к сильно загрязненным городам (индекс загрязнения атмосферы 10 - 12). Особую опасность с точки зрения загрязнения воздушной среды представляет наличие на территории г.о. Тольятти ряда крупных химических предприятий (“Тольяттикаучук”, “Куйбышевазот”, “Тольяттиазот”) и крупнейшего производителя автомобилей ОАО “АВТОВАЗ”. Помимо этих заводов, основными источниками химического загрязнения воздушной среды являются автотранспорт и ТЭЦ. Таким образом, Тольятти, как и другие крупные промышленные города превращается в центр острейших экологических проблем. Как следствие, ухудшается экологическая ситуация на Куйбышевском водохранилище. Приплотинная зона водохранилища, у которой находится Тольятти, является самой неблагоприятной среди верхних Волжских и

Заболотских Влада Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры "Инженерная защита окружающей среды". Email: V.Zabolotskikh@tltsu.ru

Камских водохранилищ. На участке от Казани до приплотинной части во всех пробах отмечается высокое содержание кадмия, ртути, фенолов, нефтепродуктов. Непосредственно в приплотинной зоне средние значения ПДК по нефтепродуктам превышаются в 1,5 раза, по фенолам — в 3,5 раза, по меди и марганцу - в 8 раз, а максимально-разовые значения ПДК превышаются по нефти в 25 — 28 раз, по меди и фенолам — в 30 и более раз. Куйбышевское водохранилище слабопроточное, что способствует заиливанию и накоплению загрязнений [5,8].

Таким образом, по загрязнению и наличию токсикантов в окружающей среде, Тольятти можно отнести к городам с повышенными факторами риска для здоровья населения. И, на самом деле, медицинская статистика города Тольятти фиксирует устойчивую тенденцию к росту заболеваемости практически по всем видам болезней [5]. Возросла опасность вспышек эпидемических болезней, распространения хронических заболеваний. Значителен рост заболеваемости социально обусловленными инфекциями, прежде всего туберкулезом. 70% населения города живет в состоянии затяжного психоэмоционального и социального стресса, который разрушает приспособительные и компенсаторные механизмы. Это ведет к увеличению психических заболеваний, росту реактивных психозов и неврозов, депрессий, алкоголизма и наркомании. За последние 6 лет в 5-6 раз возросла заболеваемость новорожденных, в 3-4 раза - детская заболеваемость. Все чаще отмечаются задержки в психическом и физическом развитии детей. Уровень общей заболеваемости среди детей и подростков вырос за 10 лет в 4 раза.

Среди школьников хроническими заболеваниями страдают 40%. Лишь 10% всех школьников можно отнести к группе практически здоровых. Загрязнением воздуха обусловлены в среднем 41% заболеваний органов дыхания, 16% — эндокринной системы, 2,5% — онкологических заболеваний [5, 8].

Решение экологических проблем в городе Тольятти и Самарском регионе в условиях возрастающей урбанизации невозможно без создания сбалансированных отношений между промышленными и природными системами [2, 10]. Для этого необходимо развитие совершенно нового подхода и принципиально новых технологий, которые могут быть в значительной степени *экологичны, биопозитивны, природосообразны* [3,10]. *Биопозитивными* (не наносящими вреда живому) должны быть материалы, технологии, объекты техники, способы их утилизации (рециклирования). *Экологичными* называют технологии, в которых в полной мере учитываются все

взаимодействия с окружающей средой и приняты меры к предотвращению отрицательных последствий. Согласно принципу *природосообразности* (подобию природной экологической системе), производственный процесс, управляемый человеком, должен следовать биосферным законам, и в первую очередь закону круговорота веществ [2, 3, 10]. Только в случае перехода на новые технологии можно рассчитывать на постепенное восстановление природной среды.

Развитие промышленных технологий в этих направлениях позволит в будущем экологизировать ряд современных технологий, и в то же время уже сейчас в недрах старых загрязняющих среду технологий созревают новые *природосберегающие* и *природовоспроизводящие* решения: замкнутые технологии, глубокая очистка и утилизация отходов, снижение энергопотребления и материалоемкости, сокращение потребления природных ресурсов [3,10].

Одним из важнейших путей экологизации современного производства является расширение использования *биологических технологий* — применения живых организмов и биологических процессов для получения полезных продуктов и очищения окружающей среды. В широком смысле биотехнологии - это промышленные технологии с использованием природных агентов, принципов, приемов, то-есть природоподобные технологии. Согласно одному из принципов биопозитивности, природоподобные биотехнологии должны стать технологиями будущего [7, 10].

Экобиотехнологии — это использование биотехнологий в целях защиты окружающей среды — очистки сточных вод, твердых отходов, почвы, биodeградации отходов.

Экологическая биотехнология — это новейший подход в решении актуальных экологических проблем, к охране и сохранению окружающей среды при совместном использовании достижений биохимии, микробиологии, генетической инженерии, токсикологии и химических технологий.

Круг проблем, решаемых экобиотехнологией, чрезвычайно широк — от разработки и совершенствования методологии комплексного химико-биологического исследования экосистем вблизи источников техногенных воздействий, до разработки технологий и рекомендаций по рекультивации почвы, биологической очистке воды и воздуха и биосинтезу препаратов, компенсирующих вредное влияние изменения окружающей среды на людей и животных [7,9]. Например, штаммы углеводородоокисляющих бактерий можно использовать для удаления нефтяных загрязнений воды из почвы. Белая плесень успешно разлагает трудноразлагаемый

лигнин (побочный продукт производства бумаги), разрушает ДДТ и отбеливает бумажную пульпу [7].

В Самарском регионе эколобиотехнологии широко применяются для аэробной и анаэробной биохимической очистки сточных вод. Для экологизации технологий предпочтительнее аэробная очистка, когда микроорганизмы используют растворенный в сточных водах кислород и при которой применяют гомогенные реакторы с активным илом (микрофлора с множеством бактерий, деградирующих загрязнения), и реакторы с неподвижной биопленкой - биомассой с большой удельной поверхностью.

При анаэробной очистке микроорганизмы не имеют доступа к кислороду, и используется сбраживание ила. Несмотря на меньшую скорость очистки, анаэробные процессы имеют и некоторые преимущества: при них образуется меньшее количество ила, чем при аэробной очистке, и дополнительно образуется метан, который можно использовать как топливо. Кроме того, меньше затраты энергии на процесс очистки. Процесс очистки может быть периодическим или непрерывным.

Помимо биохимической очистки сточных вод промышленных предприятий на основе биотехнологий можно эффективно очищать газовые выбросы от загрязняющих веществ. К сожалению, биологические методы очистки газовых выбросов в Самарском регионе практически не используются, хотя в Европе они весьма распространены и оправдывают себя как с точки зрения экономичности, так и экологичности процессов.

Особенно эффективными эколобиотехнологии могут быть при решении проблемы дезодорации газовых выбросов нефтехимических предприятий. Так, например, в Тольятти уровень загрязнения атмосферного воздуха определяется выбросами около 30 промышленных предприятий, ТЭЦ и автотранспортом. Наряду с проблемой количественного снижения загрязняющих веществ в воздухе стоит другая проблема: снижение выбрасываемых неприятно пахнущих веществ (НПВ) [1]. Проблема дезодорации газозагрязненного воздуха является одной из наиболее актуальной в городе, в связи с тем, что существующие на предприятиях технологии и аппараты очистки не справляются с очисткой газов от неприятных запахов. Наличие неприятных запахов, являющихся специфическим загрязнителем воздуха, рассматривается как один из факторов, воздействующих на здоровье человека [1,7]. Нерешённость проблемы дезодорации газозагрязненного воздуха побудила нас к поиску новых технологий и способов эффективной

очистки газов от запахов, а также исследованию основных источников НПВ и состава газовых выбросов предприятий города Тольятти [1].

Соответствующие исследования в городе Тольятти показали, что среди основных загрязняющих веществ, выбрасываемых химическими предприятиями города в воздух к наиболее неприятно пахнущим веществам относятся соединения серы H_2S , SO_2 , соединения азота NO , NO_2 , формальдегид, олигомеры б,метилстирола и др. Данные вещества входят в состав газовых выбросов химических заводов ООО «Тольяттикаучук», АО «Куйбышевазот», ОАО «Тольяттиазот» и в совокупности превышают пороговую норму концентрации в воздухе, вследствие чего являются основными источниками дурного запаха в городе, особенно в Центральном районе [1].

Как известно, для очистки и дезодорации газозагрязненного воздуха существуют различные методы: физические (разбавление, абсорбция, адсорбция, маскировка, конденсация, компримирование, мембранная сепарация), химические (хемосорбция, промывка, окисление, сжигание, нейтрализация, каталитическая, термокatalитическая, и фотокatalитическая очистка, окисление в коронном электрическом заряде) и биологические [7]. Проведённый нами сравнительный анализ существующих методов дезодорации газов показал, что одними из наиболее эффективных для удаления неприятно пахнущих веществ являются биологические методы дезодорации [1,7].

Биологические технологии по использованию микроорганизмов для очистки воздуха основаны на сорбции загрязняющих веществ из газового потока водной фазой, с последующей деструкцией сорбированных веществ микроорганизмами [1,7]. В основе биологической дезодорации газов лежит способность многих микроорганизмов окислять спирты, альдегиды, кетоны, органические кислоты, эфиры, ароматические соединения (бензол, толуол, ксилол, стирол, фенол, хлорбензол и др.), азотсодержащие соединения (аммиак, метиламин, индол, скатол) и особенно серосодержащие соединения, составляющие большую часть летучих соединений с наиболее неприятным запахом, такие как производные тиосульфидной кислоты H_2S , S_2O_3 , сероводород H_2S , метилмеркаптан CH_3SH , диметилмеркаптан $(CH_3)_2SH$, диметилсульфоксид $(CH_3)_2SO$ [1,7,9]. Например, биологическая очистка от серосодержащих примесей основана на окислении восстановленных соединений тиобациллами (*Thiobacillus thiooxydans*, *T. thioeparus*, *T. intermedius*) в аэробных условиях [7, 9].

Наши исследования показали, что с помощью биологической дезодорации можно легче, эффективнее и с меньшими затратами удалять

неприятные запахи, чем традиционными физическими и химическими методами дезодорации. Биологические методы отличает простота и надёжность. Эксплуатационные затраты на очистку при использовании метода биодезодорации составляют 0,2 – 1,0 долл. за 1000 м³ газа, что ниже в 1,5 – 6 раз по сравнению с другими методами. На примере предприятия ООО «Тольяттикаучук» мы предлагаем применить биотехнологии для очистки газов от НПВ на основе использованием активного ила в биоустановке [1].

Одной из актуальнейших проблем региона является также проблема переработки и вторичного использования отходов. В решении данной проблемы экобиотехнологии также играют заметную роль. Современные технологии реутилизации вторичного сырья включают производство различных изделий, сжигание органических отходов с получением полезной энергии, переработку мусора в компост, получение биогаза, обеспечение биотехнологий и др. [4,6].

К примеру, в Самарском регионе в настоящее время все большее внимание обращает на себя проблема органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов. Отходы негативно влияют на окружающую среду, отравляя почву и подземные воды, вызывают сопутствующие заболевания у людей.

В данное время применяются различные меры по обезвреживанию и обработке соответствующих отходов. Однако все эти способы связаны с длительным хранением необработанных отходов или вывозом их на поля без должной обработки. Это приводит к образованию зон повышенного загрязнения вблизи птичников и животноводческих комплексов. При этом, жидкая часть стоков бесконтрольно проникает в поверхностные и грунтовые воды, распространяясь существенно загрязняя их. Вывоз отходов на поля без предварительной обработки приводит к засорению и закислению почв, нарушению их структуры, массовому использованию гербицидов и т.д. В итоге использование продуктов, выращенных на загрязнённых почвах, воды из колодцев и водоемов, становится причиной заболеваний людей и животных, так как навоз содержит токсические соединения, жизнеспособные бактерии, включая патогенную микрофлору.

Однако органические отходы птицефабрик и животноводческих комплексов могут быть использованы в качестве источника для получения полезной продукции – биогаза, удобрений. В нашем регионе существует несколько птицефабрик и планируется строительство новой вблизи г. Тольятти и, несомненно, актуальным является разработка новых энергоэффективных и экологических технологий по переработке и полезному ис-

пользованию органических отходов птицефабрик.

Анализ соответствующих технологий позволил нам выбрать в качестве приоритетной технологию получения биогаза метана из органических отходов. Разработка осуществлялась в рамках выполнения магистерской диссертации, проводился сравнительный анализ передовых технологий получения биогаза метана в процессе анаэробного сбраживания органических отходов. В результате нами была разработана оптимальная технологическая модель получения биогаза-метана из птичьего помета в условиях птицефабрики г. Тольятти [4,6].

По предлагаемой нами технологии жидкий птичий помет поступает в реактор, где происходит анаэробное сбраживание отходов и вырабатывается биогаз и нетоксичные органические удобрения, содержащие биологически активные вещества и микроэлементы. На первом этапе анаэробного сбраживания органических веществ путем биохимического расщепления (гидролиза) сначала происходит разложение высокомолекулярных соединений (углеводов, жиров, белковых веществ) на низкомолекулярные органические соединения. На втором этапе при участии кислотообразующих бактерий происходит дальнейшее разложение с образованием органических кислот и их солей, а также спиртов, CO₂ и H₂, а затем H₂S и NH₃. Окончательное бактериальное преобразование органических веществ в CO₂ и CH₄ осуществляется на третьем этапе процесса (метановое брожение). Кроме того, из CO₂ и H₂ образуется в дальнейшем дополнительное количество CH₄ и H₂O (рис. 1).

На третьем этапе метаногенеза метанопродуцирующие бактерии, разлагают соединения с низким молекулярным весом. Они утилизируют водород, углекислоту и уксусную кислоту, выделяя метан.

Применение биогазовой установки (рис.2) для переработки органических отходов птицефабрики и получения биогаза метана позволяет с минимальными материально-техническими и трудовыми затратами перерабатывать всю пометную массу, транспортируемую от птичников в зону хранения, заметно снижает долю энергетических затрат в себестоимости готовой продукции, обеспечивает птицекомплекс энергетическими ресурсами без использования внешних источников энергии и позволяет создать экологически чистую зону в районе птицефабрики [4,6].

Биогаз и перебродившая жидкая масса, полученные в биогазовой установке представляют собой большую ценность как газообразное топливо и натуральное биоудобрение, содержащее биологически активные вещества и микроэлементы.

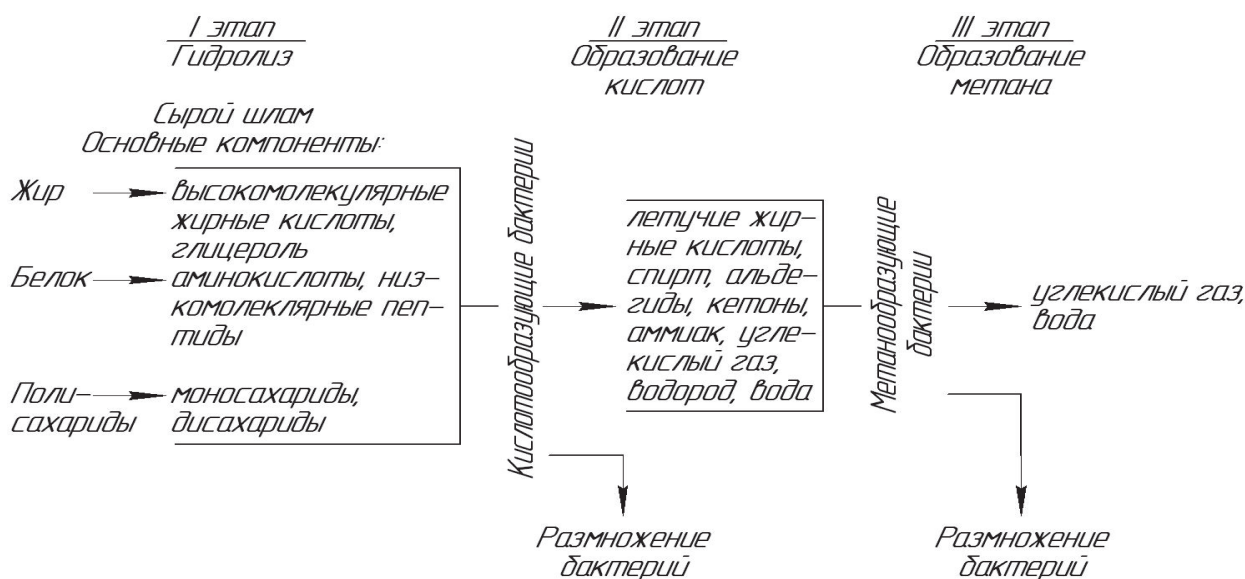


Рис. 1. Этапы процесса анаэробного брожения

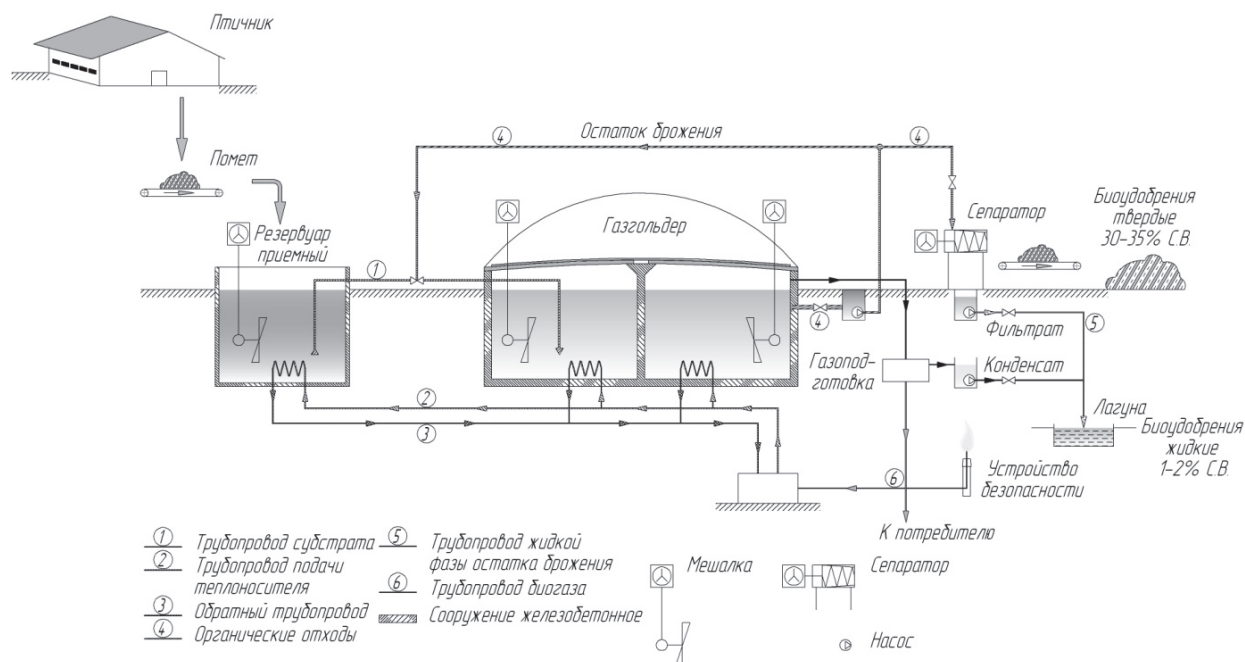


Рис. 2. Схема биогазовой установки

В результате применения экобиотехнологий для переработки токсичных органических отходов птицефабрик и животноводческих комплексов можно получить следующие экономические и экологические выгоды:

- экономия средств, ранее затрачиваемые на отопление;
- получение экологически чистых органических удобрений;
- продажа биогаза и удобрений;
- уменьшение выброса в атмосферу парниковых газов, образуемых при хранении отходов под открытым небом;
- уменьшение загрязнения воздуха азотистыми соединениями, имеющими неприятный запах;

- уменьшение загрязнения водных ресурсов пометными стоками;
- улучшение эпидемиологической обстановки в результате гибели патогенных микроорганизмов, содержащихся в отходах.

Применение таких технологий позволит создать безотходные экологически чистые производства в системе аграрно-промышленного комплекса России.

Вывод. Таким образом, для успешного решения экологических проблем в Самарском регионе, городе Тольятти необходимо изучать, внедрять и развивать новые природосообразные, экологизированные технологии.

Развитие экобиотехнологий в регионе позволит не только решать актуальные проблемы за-

щиты урбанизированных территорий от химического загрязнения, но и позволит увеличивать долю продукции конечного потребления при снижении природоёмкости и отходности производственных процессов. Снижение природоёмкости технологий может осуществляться в двух направлениях – очистка выбросов и стоков от загрязняющих веществ и использование отходов уже в виде вторичного сырья и полезных материалов. Это приведёт к существенным экологическим и экономическим эффектам, значимым для Самарского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко Ю.П., Мазурина А.В.* Решение проблемы дезодорации выбросов химических предприятий города Тольятти на основе инженерных разработок биологической очистки газов. / «Стратегическое планирование развития городов России». Памяти первого ректора ТГУ С.Ф.Жилкина: сборник материалов Международной заочной научно-практической конференции (Тольятти, 20-21 июня 2011 года): в 2 т. /отв.ред. С.В.Большаков, Е.В.Никифорова. – Тольятти: ТГУ, 2011. – Т.2. 418 с. (С. 75 – 79)
2. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. М.: Прогресс – Традиция, 2000
3. *Заболотских В.В.* Перспективы развития природосовместных технологий в решении проблем защиты окружающей среды // Сборник докладов научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и пути их решения», 3 декабря 2010 г., г. Тольятти: - Самара: СамНЦ РАН, 2010. 252 с. (С.94 – 100)
4. *Заболотских В.В., Оболенская Д.З.* Технологические особенности получения и дальнейшего использования биогаза метана в условиях птицефабрики // Материалы 3-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 3-4 июня 2010 года. Ульяновск. 2010. С. 77 – 80.
5. *Заболотских В.В., Терещенко Ю.П.* Изучение свойств токсикантов города Тольятти и их влияния на здоровье человека на базе информационных технологий // Сборник докладов научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и пути их решения», 3 декабря 2010 г., г. Тольятти: Самара: СамНЦ РАН», 2010. 252 с.
6. *Оболенская Д.З., Заболотских В.В.* Экологическая безопасность и экономическая эффективность птицефабрики в результате альтернативного использования отходов // Инновационная энергетика 2010: материалы второй научно-практической конференции с международным участием. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. С. 157 – 162
7. Прикладная эковиотехнология: учебное пособие: в 2 т. Т.1/ А.Е. Кузнецов [и др.]. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 629 с.
8. *Розенберг Г.С.* Волжский бассейн: на пути к устойчивому развитию. Тольятти: Кассандра, 2009. 478 с.
9. Экология микроорганизмов: Учеб.для вузов / *А.И.Нетрусов, Е.А. Бонч-Осмоловская, В.М. Ёрленко и др.*; Под ред. А.И.Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 272 с.
10. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов / *Т.А.Акимова, В.В.Хаскин.* 3-е изд., перераб.и доп. М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2007. 495 с.

REGIONAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ON BASIS OF ECOBIOTECHNOLOGIES

© 2012 V.V. Zabolotskikh

Togliatti State University

In this article the basic environmental problems of Togliatti city and possible ways of their decision on basis environmental biotechnologies are considered. The author of article suggests to use biotechnologies for effective environmental protection on example of biodeodorization of gas emissions of the petrochemical enterprises and secondary use of organic waste for synthesis of methane biogas.

Key words: environmental biotechnologies, region environmental problems, chemical pollution, biodeodorization, biogas synthesis.