

# ОБРАЗОВАНИЕ

## цели и перспективы

№ 71 - 2021



**В. Путин:**  
ЗАСЕДАНИЕ ПОПЕЧИТЕЛЬСКОГО СОВЕТА  
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
стр. 2



**В. Фальков:**  
О НОВОМ НАЦПРОЕКТЕ  
стр. 3



**А. ШЕСТАКОВ:**  
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
стр. 30

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)



# ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

392000 ❖ г. Тамбов, ул. Советская, д.106 ❖ Тел.: (4752) 63-10-19 ❖ Факс: 63-06-43  
E-mail: [tstu@admin.tstu.ru](mailto:tstu@admin.tstu.ru) ❖ Адрес в Интернете: <http://www.tstu.ru>





# ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

392000 ❖ г. Тамбов, ул. Советская, д.106 ❖ Тел.: (4752) 63-10-19 ❖ Факс: 63-06-43  
E-mail: [tstu@admin.tstu.ru](mailto:tstu@admin.tstu.ru) ❖ Адрес в Интернете: <http://www.tstu.ru>

**Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ)** – это многоуровневый образовательно-научный комплекс, в котором структура деятельности и ориентиры развития соответствуют задачам Национальных проектов и федеральных программ, Стратегии научно-технологического развития РФ на 2017–2025 годы, Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области на период до 2035 г.

ТГТУ позиционирует себя как драйвер инновационно-технологического и социально-экономического развития региона, как конкурентоспособный университет в глобальном международном и национальном научно-образовательном пространстве, ориентированный на реализацию приоритетов Национальной технологической инициативы, достижение целей Индустрии 4.0 и преобразование в формат цифрового университета с функциями интегратора основных процессов внутри экосистемы инноваций. ТГТУ стабильно входит в сотню лучших российских вузов по результатам нескольких **рейтингов** (места в диапазоне 55–88). Это национальный рейтинг университетов Интерфакс, международные – QS-BRICS, QS University Rankings: Emerging Europe and Central Asia, Webometrics Ranking of World Universities.

**Подготовка кадров** в ТГТУ структурирована в целях максимального удовлетворения текущих и перспективных потребностей Тамбовской области и других регионов при высокой степени интеграции усилий с предприятиями реального сектора экономики. Ряд направлений представлены в регионе исключительно в ТГТУ. Ежегодно по всем программам обучения осуществляется прием более 2 тыс. человек, 10–15% бюджетного набора поступает на целевое обучение по заказу органов исполнительной власти, госкорпораций и высокотехнологических предприятий. Среди обучающихся – представители более чем пятидесяти стран мира. За более чем 60-летнюю историю университетом подготовлено свыше 55 000 высококвалифицированных специалистов по базовым отраслям экономики региона, более 500 докторов и кандидатов наук.



В течение последних нескольких лет в вузе проведена оптимизация реализуемых образовательных программ в интересах ключевых отраслей региональной экономики и социальной сферы, открыты и реализуются новые направления подготовки высшего образования («Нефтегазовое дело», «Специальные радиотехнические системы» и др.), специалистов среднего звена по программам СПО «Право и организация социального обеспечения», «Правоохранительная деятельность», «Обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем» (входит в перечень ТОП-50 наиболее востребованных на рынке труда профессий).

Реализован особый подход к практико-ориентированной целевой подготовке, в том числе, в рамках ведомственной целевой программы «Новые кадры для ОПК», с учетом запросов региональных предприятий ОПК на основе использования их материально-технических и кадровых ресурсов и гарантированным трудоустройством выпускников целевого обучения. По данной программе в тесном контакте с предприятиями ОПК региона и научными ротами уже подготовлено около 400 чел., сейчас реализуется еще 11 образовательных проектов.

С целью всестороннего развития обучающихся, получения навыков проектной и командной работы, лидерских и коммуникативных качеств для студентов реализована практика привлечения к образовательному процессу отраслевых лидеров, в большинстве программ введена дисциплина «Технологическое предпринимательство», усилена практическая направленность обучения, реализуется проектное обучение, организовано повышение квалификации и обучение по дополнительным общеразвивающим программам. На основе договоров и соглашений о сотрудничестве и сетевом взаимодействии расширяется внутрироссийская межвузовская академическая мобильность, ежегодно реализуется



порядка 10–15 программ мобильности с участием свыше 300 обучающихся ТГТУ и вузов-партнеров.

О признании Тамбовского государственного технического университета зарубежным образовательно-научным сообществом свидетельствуют договоры о сотрудничестве с 93 организациями из 38 стран мира, а также регулярное участие вуза в международных образовательных проектах. Ежегодно растет количество студентов – участников международной мобильности. Только в текущем учебном году оно составило около 150 чел. На протяжении нескольких лет ТГТУ получает грантовую поддержку программы стипендий президента РФ для обучающихся за рубежом – в 2019 году пять представителей ТГТУ стали ее обладателями. Имея устойчивые долгосрочные связи с вузами Европы, перспективным направлением международного сотрудничества является также усиление кооперации с вузами Узбекистана, Казахстана, Беларуси, Армении и Азербайджана.

Большое внимание **уделено популяризации научных знаний, инженерных профессий и предпринимательства в молодежной среде**, содействию в профессиональном развитии детей по современным направлениям науки, техники и технологий.

Организованы социальные, культурные, творческие и инновационные проекты и мероприятия для школьников региона – «Школа молодого инженера», «Школа финансовой грамотности», «Школа маркетинга» и другие профориентационные проекты для старшеклассников, «Предуниверситарий» для школьников среднего звена. Для детей 10–14 лет университетом реализуются занятия в рамках просветительского проекта «Университет открытий». Ежегодно на базе университета по 35 программам и направлениям порядка двух тысяч учеников 8–9 классов проходят профпробы.

На основе долговременного сотрудничества со школами области действует 32 университетских профильных класса в 25 общеобразовательных учреждениях Тамбовской области, осуществляется научное кураторство инновационных образовательных учреждений (Школа Политех+, Школа Сколково-Тамбов, Школа ИнТех, Кванториум и др.), реализуются просветительские проекты и программы дополнительного образования детей.

В рамках профориентационной деятельности с учетом приоритетов Нацпроектов «Образование» и «Наука» реализуется проект «Базовые школы РАН Тамбовской области», в котором региональным куратором от РАН является ректор ТГТУ, принимают участие обучающиеся и педагоги, проведено свыше 20 мероприятий.

ТГТУ обладает эффективной системой дополнительного профессионального образования. Подготовка и профпереподготовка кадров ведется по приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники РФ при высокой степени интеграции науки, образования и производства. Университет стал активным участником реализации мероприятий национальных проектов (НП): «Производительность труда и поддержка занятости», «Демография», «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы». Мероприятия НП были реализованы в рамках соответствующих дополнительных профессиональных программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки – для более чем 40 предприятий региона и различных категорий населения реализовано 110 ДПП. В начале 2020 года в рам-



ках реализации мероприятий НП «Демография» Региональный центр компетенций и Администрация Тамбовской области на базе Университета открыли учебно-производственную площадку «Фабрика процессов», ориентированную на формирование практических навыков применения инструментов бережливого производства.

ТГТУ является **вузом инновационного типа** с сильными

научными школами, современной научно-производственной базой и развитым взаимодействием научного и образовательного процессов. Выполнение НИОКР ведется по приоритетным научным направлениям – **точкам роста**: химия, функциональные и конструкционные материалы, нанотехнологии; информационные системы и информационная безопасность; энергоресурсосбережение, приборостроение и радиоэлектроника; рациональное природопользование и защита окружающей среды; коммуникативные аспекты историко-правового и социально-экономического развития общества. Вовлеченность университета в исследовательскую и инновационную деятельность подтверждает активное развитие инновационной инфраструктуры вуза, интегрированной в инновационный пояс региона.

Значимые результаты получены в научно-инновационной деятельности. За период с 2015 по 2019 годы был выполнен объем НИОКР на сумму 1016,5 млн руб. Объем НИОКР увеличился с 166,1 млн руб. в 2015 г. до 263,4 млн руб. в 2019 г. Доходы от НИОКР на одного НПР увеличились с 260,1 тыс. руб. (2015 г.) до 563,1 тыс. руб. (2019 г.).

В рамках выполнения ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» совместно с индустриальным партнером АО «Завком» было создано производство полифункциональных наноматериалов и суперконцентратов на их основе для использования в перспективных конструкционных полимерах и композитах нового поколения; разработана технология получения многослойных графенов, предназначенных для создания электродных наноматериалов накопителей энергии, разработано новое поколение многоцелевых пластичных смазок для использования в условиях Арктики и Крайнего Севера. Совместно с ОАО «Продмаш» разработаны политопливные теплогенерирующие системы использующие местные и возобновляемые ресурсы, разработана технология и комплекс оборудования для выработки электроэнергии из побочных продуктов, образующихся при утилизации и переработке отходов растительного происхождения. Совместно с АО «НПО «Андронидная техника» разработаны модели и алгоритмы информационного обеспечения систем техниче-

кого зрения для контроля качества растительной сельскохозяйственной продукции. Совместно с ОАО «Корпорация «Росхимзащита» разработан мобильный адаптивный тренажерный комплекс для эргатических систем профессионального назначения, реализующий методы дополненной реальности.

В конце 2018 г. совместно с ОАО «Корпорация «Росхимзащита» создан инжиниринговый центр «Новые материалы и технологии гражданского и двойного назначения».

Университет развивает сотрудничество с Российской академией наук. Были созданы научно-образовательные центры с институтами РАН: Институтом проблем химической физики в области нанотехнологий и новых материалов; Институтом структурной макрокинетики и проблем материаловедения в области твердофазных химических технологий; Объединенным институтом высоких температур в области создания новых наукоемких технологий эффективного использования продуктов переработки и утилизации техногенных образований и отходов для автономной энергетики; Институтом проблем управления им. В.А. Трапезникова в области управления, информатики и защиты информации в организационных и технических системах и др.

Одним из приоритетных направлений работы ТГТУ сегодня является интеграция производственного, научного и образовательного потенциала в сотрудничестве с крупнейшими корпорациями региона и профильными институтами Российской академии наук. Так в 2020 году вуз стал инициатором создания двух **консорциумов – «ТЕХНОСФЕРА»** (с АО «Корпорация «Росхимзащита», АО «ЗАВКОМ», ПАО «Пигмент» и Институтом физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН) и **«ЦИФРАПРОМ»** (совместно с ПАО «Ростелеком» и ПАО «Сбербанк»). Основными направлениями создания консорциумов по инициативе ТГТУ стали развитие инновационных технологий в промышленности и цифровых технологий. Создание консорциумов позволит усилить взаимодействие образования, науки и производства и открыть новые перспективы для реализации совместных проектов в интересах региона и страны в целом. Кроме того, в 2019 году был создан **консорциум «ВЕРНАДСКИЙ – ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ»** совместно с администрацией Тамбовской области, Ассоциацией «Объединенный университет им В.И. Вернадского» (регионального координатора, Президент Ассоциации – ректор ТГТУ Краснянский М.Н.) и МГУ им. М.В. Ломоносова. Программа консорциума направлена на развитие высокотехнологичного сельского хозяйства и промышленности, сохранение окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. А в 2020 году университет вошел в консорциум формируемого **международного научно-образовательного центра Самарской области «ИНЖЕНЕРИЯ БУДУЩЕГО»**, став его полноправным членом. В рамках направлений деятельности НОЦ «Инженерия будущего», таких как новые аэрокосмические системы, новые медицинские технологии, передовые транспортные системы, университет активно включился в работу НОЦ со своими

инициативными проектами в проработку ключевых инициатив НОЦ: «Водород», «Космос», «Двигателестроение», «Интеллектуальные системы». Партнерами выступают Администрация Самарской области, Администрация Тамбовской области, АНО «Институт развития Самарской области», Госкорпорация «Ростех», Госкорпорация «Роскосмос».

Реализация ключевого направления деятельности ТГТУ на ближайшую перспективу – **цифровой трансформации университета**, ориентирована на организацию новых способов взаимодействия всех участников экосистемы университета в цифровой среде и принципиальное изменение сущности основных бизнес-процессов вуза. Успешность данной деятельности и гарантия достижения ожидаемых результатов обеспечены серьезным организационно-технологическим базисом, созданным в ТГТУ за более чем двадцать лет. Создана информационно-коммуникационная инфраструктура, содержательно и технологически наполнена электронная информационно-образовательная среда университета, разработаны автоматизированные информационные системы в поддержку бизнес-процессов, сформирована команда квалифицированных ИТ-специалистов, ведется подготовка кадров для цифровой экономики на всех уровнях профессионального образования. На этой базе ТГТУ способен не только к дальнейшей цифровой трансформации собственных бизнес-процессов, но и к активному участию в реализации положений программы «Цифровая экономика Российской Федерации», соответствующих федеральных проектов нацпроектов «Образование», «Наука», «Цифровая экономика» в интересах Тамбовского региона.

В рамках цифровой трансформации университета заключен меморандум о намерениях между ТГТУ и АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению проектов», АНО «Платформа национальной технологической инициативы» и АНО «Университет национальной технологической инициативы 2035». Сотрудничество направлено на поддержку инициативных проектов, развитие наставничества, формирование экспертных региональных сообществ, развивающих инициативы в Тамбовской области, использование сервисов и платформ для развития рынков НТИ.

В октябре 2020 года на базе Тамбовского государственного технического университета при поддержке Агентства стратегических инициатив и АНО «Платформа НТИ» открылось новое пространство коллективной работы – «Точка кипения Тамбовский государственный технический университет». Это активно развивающаяся сеть пространств коллективной работы, направленная на развитие экономики, появление стартапов, подготовку кадров. Точку кипения ТГТУ отличает целевая специализация – технологии повышения производительности труда. Новое пространство объединит науку, образование, бизнес, власть и городское сообщество и обеспечит их коллаборацию для выработки совместных решений и реализации новых проектов. Кроме того, особенность данного пространства коллективной работы в том, что функционировать оно будет на базе вуза, являющегося основной базой подготовки инженерных кадров и научных разработок для промышленности региона. Основные треки: TechNet – передовые производственные технологии для развития высокотехнологичных отраслей промышленности; EduNet – рынок цифровых образовательных технологий; молодежное предпринимательство.

В целом можно отметить, что все достигнутые результаты и сложившиеся партнерские отношения рассматриваются в контексте будущего развития университета как точки роста для дальнейшего укрепления конкурентных преимуществ, прорывных решений и достижения стратегических целей и задач. Миссия ТГТУ – быть лидером в подготовке глобальной конкурентоспособной инженерной элиты, генерации и трансфере научных знаний и технологий, формировании гармонично развитой и социально активной личности на основе цифровой трансформации университета и лучших мировых традиций для устойчивого развития инновационной экосистемы региона и повышения качества жизни.



# Инновационные технологии ТГТУ в области переработки отходов птицеводства

**В** Российской Федерации во всех категориях хозяйств насчитывается около 20 млн голов крупного рогатого скота, свиней – более 17 млн, овец – 21 млн, птицы – около 450 млн. Объем отходов животноводческих предприятий и птицефабрик в виде жидкого навоза, помета и сточных вод составляет около 700 млн. м<sup>3</sup> в год. При этом только 30% используется на удобрение, остальная часть является источником загрязнения окружающей среды. Сегодня более 2 млн га земли занято под хранение навоза. Ситуация резко ухудшилась с внедрением в сельское хозяйство индустриальных методов производства животноводческой и птицеводческой продукции.

Применение индустриальных технологий в животноводстве привело к тому, что в общем объеме навоза/помета более 59% приходится на бесподстилочный, и доля эта с каждым годом увеличивается. По данным статистики, в России сейчас функционирует более 1600 крупных животноводческих предприятий, свинокомплексов и птицефабрик с бесподстилочным содержанием. В общей сложности каждый день в стране производится более 450 тыс. т помета, навоза и стоков, из которых почти половина никак не используется. Бесподстилочный навоз/помет по уровню химического загрязнения окружающей среды в 10 раз более опасен, чем коммунально-бытовые отходы.

Широко применяемая в мировой практике переработка перечисленных отходов методом анаэробного сбраживания не решает проблему их полной утилизации: при производстве биогаза объем биослама (дигестата) достигает 95% от исходного объема отходов. В европейских странах, где ранее производство биогаза из отходов методом анаэробного сбраживания, накопление дигестата порождает серьезные экологические проблемы, а эффективные технологии его переработки только разрабатываются.

Одной из главных проблем, возникающих при переработке и утилизации помета, является наличие в нем большого количества патогенных бактерий и опасность повторного заражения этой субстанции после обеззараживания помета по известным технологиям.

Тамбовский государственный технический университет в последние годы выполняет большой объем исследований и разработок в области переработки и утилизации широкого спектра сельскохозяйственных отходов.

В 2011–2017 г.г. Тамбовский государственный технический университет при участии коллег из Мичуринского аграрного уни-



Ректор Тамбовского государственного технического университета  
**Михаил Краснянский**

верситета разработал на основе технологии торрефикации промышленный процесс обеззараживания птичьего помета и производства из него гранулированного органического удобрения.

Торрефикация – пиролиз гранул из помета при температуре 250 – 300 °С – позволяет полностью удалить патогенную микрофлору из помета и предотвратить повторное заражение помета болезнетворными бактериями.

Полученные обеззараженные гранулы из помета представляют собой эффективное органическое удобрение, по своим характеристикам сопоставимое со многими видами удобрений, ныне применяемых в сельском хозяйстве.

Сейчас ТГТУ продолжает исследования и разработки в области получения биоугля из различного рода биогенных отходов, который затем может найти широкое применение в народном хозяйстве.

Для преобразования исходной биомассы в твердое горючее топливо предложены различные процессы. В зависимости от назначения биоуголь можно получать из растительного сырья пиролизом, торрефикацией или гидротермальной карбонизацией.

Гидротермальная карбонизация (ГТК) или "холодное обугливание" – процесс получения биоугля (или "гидроугля") при температуре 180–220 °С и давлении до 2,5 МПа в присутствии воды без доступа воздуха и с добавлением катализатора. Во время проведения процесса (обычно около 16 ч) биомасса обезвоживается и карбонизируется.



Внешний вид комплекса оборудования для производства гранулированного удобрения из помета, обеззараженного методом торрефикации:  
1 – загрузочная платформа исходного помета  
2 – дробилка грубого измельчения, 3 – бункер для измельченной соломы, 4 – бункер для гранул, 5 – реактор для торрефикации гранул, 6 – бункер для обеззараженных (торрефицированных) гранул из помета

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУЧЕННОГО УДОБРЕНИЯ С ИСХОДНЫМ СЫРЬЕМ И НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫМИ УДОБРЕНИЯМИ**

Наименование удобрения	N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %	Сумма элементов питания, %
Подстилочный куриный помет	1,6	1,5	0,9	4
<b>Полученное гранулированное удобрение</b>	<b>5,75</b>	<b>2,93</b>	<b>2,75</b>	<b>11,44</b>
Натриевая селитра	15			15
Сульфат аммония	20,5			20,5
Мочевина	46			46
Суперфосфат простой		19		19
Суперфосфат двойной		45		45
Сырые калийные соли			15	15
Калийная соль			40	40
Нитрофоска	12	12	12	36

По общему содержанию элементов питания полученное удобрение лишь немного уступает наиболее распространенным минеральным удобрениям



Предлагаемая схема переработки помета методом ускоренной ГТК в кипящем слое в среде перегретого водяного пара

По завершении процесса в реакторе образуется густая суспензия, состоящая из угля в порошкообразном состоянии и воды. Этот биоуголь имеет кристаллическую структуру. В процессе ГТК практически весь углерод из органических отходов превращается в биоуголь, т.е. у него почти 100%-ная углеродная эффективность и практически весь углерод сырья остается в целевом продукте. Процесс гидротермальной карбонизации имеет еще одно важное преимущество по сравнению с другими методами получения биоугля: он является экзотермическим. Кроме того, содержащиеся в растениях минеральные вещества, например соли фосфора, калия и аммония, остаются растворенными в воде и могут быть выделены, а затем использованы в качестве удобрения.

Процесс ГТК был открыт Бергиусом в процессе изучения термических превращений угля и торфа в присутствии воды с целью производства синтетических моторных топлив. Впоследствии Е. Лейбницем была выдвинута концепция использования горячей воды для проведения гидротермальной карбонизации под давлением и объяснено участие воды (в виде пара или жидкости) при протекании реакции.

Гидротермальная карбонизация в течение почти ста лет не находила практического применения и в начале 2000-х г.г. реакция была практически заново открыта, когда было установлено, что она может быть эффективно использована для переработки растительных отходов, содержащих значительное количество воды.

В последние годы азотсодержащие биоугли, полученные методом ГТК навоза или поме-

та, привлекли внимание для потенциального применения в промышленности.

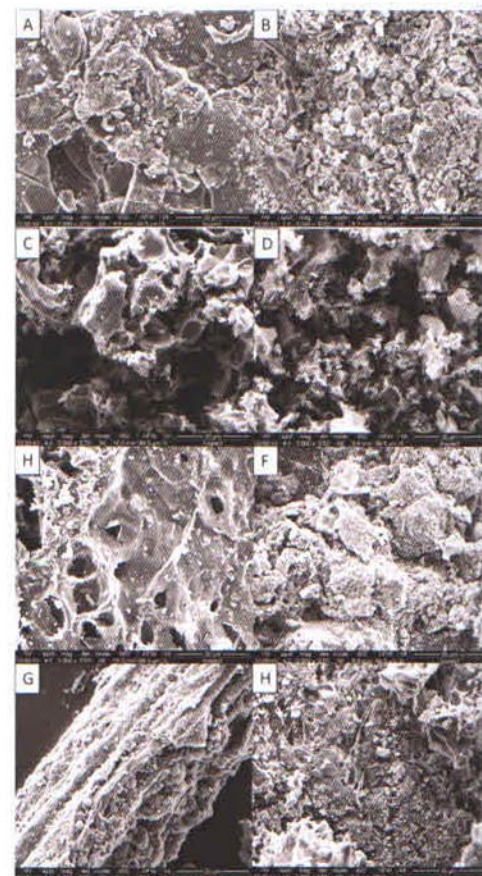
Эти материалы содержат множество функциональных групп, которые существенно расширяют область их применения, включая обогащение почвы, в качестве электрокатализаторов в топливных элементах (электрокатализ), или в качестве электродных материалов для аккумуляторов и суперконденсаторов (накопитель энергии).

Гидротермальный биоуголь также подходит для улавливания двуоксида углерода и хранения водорода. Кроме того, азотсодержащие биоугли, полученные методом ГТК, действуют как адсорбенты рН. Это означает, что они являются перспективными кандидатами на использование в качестве сорбционных материалов для очистки воды от тяжелых металлов (например,  $Pb_2^+$ ,  $Cd_2^+$ ,  $Cu_2^+$ ,  $U_6^+$ ) или от органических загрязнителей (например, красителей) из-за их обилия поверхностных функциональных групп. Варьируя значение рН, можно увеличить селективность улавливания определенного тяжелого металла.

Необходимо отметить, что известные варианты технологической реализации процесса ГТК имеют следующие недостатки:

- периодичность процесса,
- необходимость применения реакторов, работающих под высоким давлением,
- большой объем загрязненной воды, которая требует переработки.

Проведены Тамбовским государственным техническим университетом предварительные исследования процесса карбонизации измельченной биомассы в кипящем слое в среде пе-



Фотографии микроструктуры биоугля, полученного методом ГТК в кипящем слое (А, В), активированного КОН при температуре 600 °С (С) и 800 °С (D), активированного методом пиролизом при температуре 600 °С (H) и 800 °С (F) и методом нагрева в среде углекислого газа 600 °С (G) и 800 °С (H)

перегретого водяного пара, которые показали, что можно за 10 – 15 минут получить примерно такой же биоуголь, как при ГТК по известной технологии. Из этого биоугля методами химической активации в среде КОН при температуре 600 °С можно получить сорбент со степенью поглощения метилена голубого 675 мг/г. При активации физическими методами (методом пиролиза или при нагреве в среде  $\text{CO}_2$ ) из этого биоугля можно получить хорошее удобрение с высоким содержанием калия, азота и фосфора.

Структуру и свойства получаемых гидротермальных углеродных продуктов можно регулировать, выбирая исходное сырье, температуру и время карбонизации, содержание воды в системе, в том числе, используя насыщенный или перегретый водяной пар вместо воды, добавляя вещества-регуляторы pH (например, органические или минеральные кислоты, щелочи), соединения металлов (например, железа).

Полученные сорбенты могут найти применение в инновационных технологиях хранения плодоовощной продукции.

По данным Федеральной таможенной службы, в страну в 2018 году импортировано 4,2 млн тонн плодов и ягод, в том числе 1,6 млн тонн яблок. При этом объем отечественных товарных плодов яблони, удовлетворяющих требованиям торговых сетей, составляет около 1 млн тонн.

При существующих технологиях потери от физиологических и грибных заболеваний при хранении и доведении до потребителя достигают 20–25% и более, что суммарно оценивается в более чем 10 млрд. руб. (на существующий объем производства).

В перспективе объем товарного производства плодов планируется довести до 7,4 млн т, без совершенствования существующих и освоения новых технологий хранения применительно к сорту потери от заболеваний могут составлять более 70 млрд руб.

Важнейшим условием успешного развития отрасли садоводства является оснащенность современных холодильниками и применением прогрессивных технологий хранения, в том числе в условиях регулируемой атмосферы.

При использовании существующих технологий хранения срок окупаемости капитальных затрат составляет 10–12 лет и более, при освоении новых технологий в регулируемой атмосфере – может быть сокращен до 5–7 лет (за счет сокращения потерь в 3–4 раза, продления сроков хранения при максимальном сохранении качества, повышения эффективности производства и хранения плодов яблони).

Для обеспечения высокой эффективности хранения крайне важно, чтобы в хранилище были достигнуты и поддерживались точные уровни основных факторов хранения, в том числе содержание  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ .



Подготовка яблок к хранению

В настоящее время известны методы регулирования содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере хранения, которые основаны на использовании адсорбентов, где в качестве поглотителя  $\text{CO}_2$  используются сорбенты (активированные угли), обеспечивающие снижение содержания газа и поддержание его на уровне 0,5–0,8%. Более низкие уровни содержания  $\text{CO}_2$  (0,1–0,2%), необходимые для контроля некоторых физиологических расстройств, известные системы промышленного оборудования на данном этапе развития не обеспечивают из-за отсутствия высокоэффективных и недорогих сорбентов.

Азотосодержащие биоугли, полученные по разработанной ТПУ технологии ускоренной ГТК из навоза или помета, а также из других видов биоотходов, можно использовать как сырье для производства сорбентов для улавливания этилена,  $\alpha$ -фарнезена и продуктов его окисления, других летучих соединений, выделяющихся при хранении плодов, районированных в РФ, а также для глубокой очистки атмосферы камеры хранения плодов от двуокиси углерода.

Таким образом, можно решить несколько проблем:

- утилизировать экологически опасные биоотходы,
- повысить экономический потенциал птицеводческих и животноводческих предприятий, ныне несущих серьезные затраты на утилизацию отходов или платящих большие штрафы за их не утилизацию,
- получить дешевые и высокоэффективные сорбенты,
- обеспечить дешевыми и эффективными сорбентами технологические процессы хранения плодов,
- развить и усовершенствовать технологии хранения плодов за счет использо-

вания сорбентов с заданными характеристиками,

- сократить потери плодов при хранении.

При этом открывается широкий спектр исследований и разработок, которые необходимо будет выполнить в ближайшей перспективе:

- исследования различных вариантов процессов ГТК с целью сокращения продолжительности процесса и обеспечения его непрерывности,
- исследования различных вариантов процесса ГТК применительно к различным видам сырья с целью получения биоуглей с заданными характеристиками,
- исследование различных методов активации биоуглей, полученных при ГТК из различных видов сырья, с целью получения сорбентов экологически чистыми методами с минимальными энергозатратами,
- изучение свойств новых сорбентов для регулирования содержания  $\text{CO}_2$ , этилена,  $\alpha$ -фарнезена и продуктов его окисления, других летучих соединений, выделяющихся при хранении плодоовощной продукции,
- выявление наиболее эффективных сорбентов для регулирования содержания  $\text{CO}_2$ , этилена,  $\alpha$ -фарнезена и продуктов его окисления, других летучих соединений, которые будут использованы для совершенствования высокоточных технологий хранения плодов в регулируемой атмосфере,
- совершенствование существующих и разработка новых технологий хранения плодов в регулируемой атмосфере с учетом возможностей получения высокоэффективных сорбентов с заданными свойствами. ▲