

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Э.Ю. Майкова

« 12 »

2021 г.



**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
(МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА)  
И ПОРЯДОК ЕГО ПРОВЕДЕНИЯ**

**для поступающих в магистратуру**

по направлению подготовки

**18.04.01 «Химическая технология»**

Направленность (профиль) подготовки

**«Комплексная переработка биоэнергетических ресурсов»**


Тверь 2021

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой и вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:

д. т. н., профессор

к. т. н., доцент \_\_

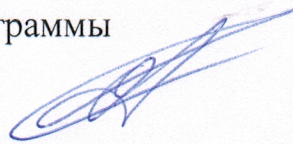


О.С. Мисников

О.В. Пухова

Программа обсуждена и рекомендована к использованию на заседании кафедры «Горное дело, природообустройство и промышленная экология» (протокол № 6 от 11 мая 2021 г.).

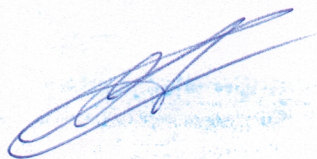
Научный руководитель образовательной программы магистерской подготовки д. т. н., профессор



О.С. Мисников

Зав. кафедрой

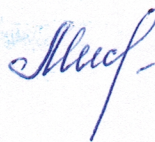
д. т. н., профессор



О.С. Мисников

Согласовано:

Начальник отдела магистратуры



Т.В. Мисникова

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Общая химическая технология
- 1.2. Технологические процессы биоэнергетического производства
- 1.3. Процессы сушки при добыче и переработке биоэнергетических ресурсов.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. «Общая химическая технология»

Понятие о химическом производстве как о совокупности взаимосвязанных потоками элементов с протекающими в них процессами. Состав ХТС, подготовка сырья, химическое превращение, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло и энергообеспечение, водоподготовка и управление производственным процессом. Понятие о иерархической организации химического производства, химико-технологического аппарата, химико-технологического объединения. Качественные и количественные критерии эффективности химического производства. Понятие о технологических критериях эффективности - степени превращения, селективности, выходе продукта, расходных коэффициентов по сырью и энергии.

Понятие об экономических критериях эффективности химико-технологического процесса - производительности, мощности, себестоимости продукта, приведенных затратах, удельных капитальных затратах, производительности труда.

Понятие об эксплуатационных и социальных критериях эффективности, надежности и безопасности функционирования химико-технологической системы, экологичности, степени автоматизации.

Понятие о химических процессах как основном производственном факторе химико-технологических систем. Понятие о гомогенных химических превращениях. Основные закономерности протекания гомогенных химических превращений. Способы интенсификации гомогенных химических превращений, понятие оптимальных параметров проведения гомогенных химических превращений.

Двухфазные некаталитические химические превращения, понятия об основных стадиях гетерогенного процесса, взаимное влияние массо- и теплопереноса на скорость протекания гетерогенной химической реакции. Наблюдаемая скорость химического процесса, понятие о лимитирующей стадии химического процесса, пути интенсификации гетерогенных двухфазных процессов.

Понятие о каталитических процессах в химико-технологических производствах. Области применения промышленного катализа, требования к промышленным катализаторам - активность, селективность, стабильность (механическая, термическая, к отравлению и загрязнению), стоимость. Понятие о гомогенных каталитических процессах и влиянии условий проведения процесса на основные показатели эффективности.

Понятие о гетерогенных катализаторах в системе Т-Г, Т-Ж, Ж-Г, Т-Ж-Г. Понятие о наблюдаемой скорости химического превращения на каталитически активной поверхности и в зерне катализатора, степень использования внутренней поверхности зерна катализатора. Тепловые процессы в зерне катализатора, режимы проведения экзотермического процесса на внешней поверхности катализатора, устойчивость режимов.

Химическое оборудование для проведения гетерогенных каталитических процессов, контактные аппараты и их классификация по конструктивным особенностям и температурному режиму. Критерии выбора каталитического реактора.

Понятие о химических реакторах их классификация, методы поддержания необходимых параметров процесса, достижения высоких выходов целевого продукта, селективности, интенсивности, обеспечение устойчивости работы и достижение минимальных энергетических и экономических затрат. Структурные элементы реактора и реакторных систем.

Неизотермические химико-технологические процессы, понятие о профилях температуры в различных зонах основных типов реакторов, связь температуры и степени превращения. Методы оптимизации температурного режима, число стационарных режимов и их устойчивость.

Графическое описание химического производства, виды схем, описательные модели. Концепция построения химико-технологических схем, связи элементов химико-технологических схем. Методы анализа и расчета химико-технологических схем.

Основные сырьевые источники химического производства, характеристика и классификация сырья по происхождению состоянию и химической природе. Методы рационального использования химического сырья.

Методы основного химического синтеза. Технология переработки горючих ископаемых, основные методы переработки нефти, угля и газа. Понятие о перегонке, крекинге гидрокрекинге. Основной органический синтез.

### Литература для подготовки

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология [Текст]: учеб. для химико-технол. спец. вузов - М.: Академкнига, 2005. - 452 с. - (17396-30).
2. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология [Текст]: введение в моделирование химико-технологических процессов; учеб. пособие - М.: Логос, 2009. - 302 с. - (76281-15).
3. Кондауров, Б.П. Общая химическая технология [Текст]: учеб. пособие для вузов / Кондауров, Б.П., Александров, В.И., Артемов, А.В. - М.: Академия, 2005. - 333 с. - (60755-5).
4. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: учеб. для вузов по хим.-технол. спец. / Ксензенко, В.И., Кувшинников, И.М., Скоробогатов, В.С., [и др.] ; под ред. В.И. Ксензенко - М.: КолосС, 2003. - 328 с. - (14950-10).

## 2.2. «Технологические процессы биоэнергетического производства»

Источники биомассы. Отходы деревоперерабатывающих производств, отходы сельскохозяйственного производства, водоросли и водные макрофиты, фитопланктон и бентос, лесоводческие энергетические хозяйства.

Способы получения энергии из биомассы. Сжигание, термическое разложение и шлакование, термохимические процессы в переработке биомассы, пиролиз, газификация, сжижение.

Современное состояние торфяного и сапропелевого производства.

Сущность разработки торфяных месторождений фрезерным способом. Состав операций технологического цикла. Производство кускового торфа.

Основные технологические показатели производства фрезерного и кускового торфа. Основные технологические схемы.

Операции технологического процесса. Фрезерование (экскавация) залежи, ворошение (ворочка), валкование, уборка и штабелирование торфа. Задачи и технологические требования к операциям. Схемы технологических машин и оборудования и схемы их работы на технологических площадках.

Расчет производительности оборудования. Общая формула расчета производительности оборудования. Расчет показателей, входящих в формулу производительности.

Расчет поступательной скорости и производительности на фрезеровании залежи, валковании и ворошении (ворочке) торфа.

Расчет скоростей и производительности различных уборочных машин по производительности рабочего органа и по мощности двигателя.

Основы проектирования технологических показателей фрезерного и кускового способа добычи (производства) торфа.

Проектирование технологических процессов разработки торфяных месторождений. Схемы разработки торфяных месторождений. Расчет запасов залежи по средней глубине.

Расчет программы производства. Определение необходимого количества оборудования и персонала. Расчет горюче-смазочных материалов.

Контроль качества и количества добытого торфа. Хранение торфа. Намокание торфа при хранении и транспортировке. Саморазогревание фрезерного торфа.

Технологические схемы производства торфа для использования его в сельском хозяйстве.

Основные направления интенсификации производства торфа и повышения эффективности работы торфяных предприятий.

Основные технологии добычи и направления использования торфа в зарубежных странах. Основные направления и перспективные научно-исследовательские в области развития новых технологий в РФ и за рубежом.

### Литература для подготовки

1. Смирнов, В.И. Практическое руководство по организации добычи фрезерного торфа : уч. пособие // В.И.Смирнов, А.Н. Васильев, А.Е. Афанасьев, А.Н. Болтушкин; Тверской гос. техн. ун-т - Тверь: ТГТУ, 2007. - 392 с. - (81995-2).
2. Мисников О.С., Беляков В.А. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. Добыча кускового торфа и сапропеля. Учебное пособие, Тверь: ТвГТУ, 2016. 168 с.
3. Столбикова Г.Е., Мисников О.С., Иванов В.А. Процессы открытых горных работ. Фрезерный торф. Учебное пособие, Тверь: ТвГТУ, 2017. 160 с.
4. Технология и комплексная механизация разработки торфяных месторождений [Текст]: учеб. пособие для вузов // А.Е. Афанасьев и др. М.: Недра, 1987.
5. Биомасса как источник энергии / Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. М.: Мир, 1985. 368 с.
6. Справочник по торфу / Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. М.: Недра, 1982. 760 с.

## 2.3. Процессы сушки при добыче и переработке биоэнергетических ресурсов

Классификация пористых тел по А.В. Лыкову. Феноменологический и молекулярно-кинетический методы оценки процесса сушки дисперсных материалов. Характеристика метеорологических условий полевой сушки торфа, сапропеля и биомассы. Солнечная радиация, влажный воздух, атмосферные осадки, метеорологическая сеть торфяной отрасли: основные понятия и приборы.

Вода в дисперсном материале, конвективный и радиационно-конвективный режимы сушки, физический механизм влагопереноса в модельных структурах капиллярно-пористых тел (на примере торфа, сапропеля, биомассы).

Теоретические основы процесса сушки. Основные периоды сушки, тепломассоперенос в процессах сушки торфа, термодинамика необратимых процессов сушки, дифференциальные уравнения тепломассопереноса, теоретические уравнения кинетики сушки торфа, теория подобия.

Факторы, влияющие на процесс полевой сушки, характеристики расстила торфяной и сапропелевой крошки, формованного торфа и сапропеля, ворошение (рыхление), изменение прочности, плотности, крошимости продукции, зависимость прочности кускового торфа от температуры, влагосодержания, интенсивности сушки, размеров образцов торфа и сапропеля.

Расчет продолжительности сушки кускового и крошкообразного (фрезерного) торфа, методы контроля и управления процессом сушки, методы исследования процессов сушки, обработка экспериментальных данных, пути совершенствования технологических процессов.

Основные закономерности искусственной сушки торфа. Основы расчета сушильного процесса. Аналитический расчет сушильной установки. Термодинамика влажного газа.

Основы расчета материального и теплового балансов, прочности, плотности, крошимости продукции, зависимость прочности формованных гранул от температуры, влагосодержания, интенсивности сушки и размеров образцов. Методы исследования

процесса сушки. Расчет продолжительности сушки кускового и крошкообразного (фрезерного) торфа, алгоритм расчетов, методы контроля и управления процессом сушки, методы исследования процессов сушки, обработка экспериментальных данных, пути совершенствования технологических процессов.

Материальный и тепловой балансы сушильной установки, основы их расчета. Графический расчет сушильной установки с помощью Id-диаграммы. Общие представления по графоаналитическому расчету. Особенности использования графоаналитического расчета, их сравнение. Сушка топочными газами. Основные параметры топочных газов. Применение Id-диаграммы для расчета процесса сушки топочными газами. Основные условия безопасной работы сушильного оборудования.

### **Литература для подготовки**

1. Афанасьев, А.Е. Процессы сушки дисперсных материалов: учебное пособие / А.Е. Афанасьев, А.Н. Болтушкин. Изд. 1-е Тверь: ТГТУ, 2011. 152 с.
2. Антонов, В.Я. Технология полевой сушки торфа / В.Я. Антонов, Л.М. Малков, Н.И. Гамаюнов. М.:Недра, 1981. 239 с.
3. Мисников О.С., Пухова О.В. Процессы переработки торфа и сапропеля. Учебное пособие, Тверь: ТвГТУ, 2014. 164 с.
4. Мисников О.С., Пухова О.В., Черткова Е.Ю. Физико-химические основы торфяного производства. Учебное пособие, Тверь: ТвГТУ, 2015. 168 с.

### 3. ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_\_\_

вступительных испытаний для абитуриентов направления подготовки  
магистратуры 18.04.01 «Химическая технология»  
Направленность (профиль) «Комплексная переработка  
биоэнергетических ресурсов»

#### БЛОК 1

#### 1. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Химико-технологический процесс это

А	совокупность химико-технологических операций, позволяющих получать целевой продукт из исходного сырья	В	процесс, основанный на физических принципах получения целевого продукта
Б	совокупность операций, направленных на удаления влаги из исходного сырья	Г	процесс добычи исходного сырья и его комплексной переработки

#### 2. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Степень превращения это

- А. количество исходного сырья, необходимого для получения единицы массы продукта переработки;
- Б. отношение количества газообразного продукта переработки к массе исходного сырья;
- В. доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- Г. показатель величины термохимического воздействия на исходное сырье.

#### 3. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Выход продукта это

- А. отношение массы полученного продукта к массе исходного сырья;
- Б. отношение массы отходов переработки к массе целевого продукта;
- В. отношение массы отходов переработки к массе исходного сырья;
- Г. отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, получаемому при данных условиях химической реакции.

#### 4. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Производительность химического аппарата это

- А. масса сырья, загружаемого в приемное отделение аппарата;
- Б. количество целевого продукта, получаемого в единицу времени;
- В. Количество готового продукта, проходящего через единицу площади поперечного сечения выпускного патрубка аппарата;
- Г. количество электроэнергии, затрачиваемое на переработку единицы массы исходного сырья.

#### 5. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Какая технологическая операция не используется при добыче фрезерного торфа:

А	ворошение	В	формование
---	-----------	---	------------

Б	уборка	Г	штабелирование
---	--------	---	----------------

6. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Какие машины не используются для уборки в технологии добычи фрезерного торфа

- А. бункерными машинами с пневматическим принципом сбора;
- Б. многоковшовыми экскаваторами;
- В. прицепными и самоходными перевалочными агрегатами;
- Г. погрузчиками непрерывного действия.

7. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Комплексный показатель метеорологических условия сушки не зависит от:

А	температуры воздуха	В	степени разложения торфа
Б	относительной влажности воздуха	Г	скорости ветра

8. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

По классификации пористых тел А.В. Лыкова торф относится к категории:

А	. коллоидного тела	В	крупно- и мелкопористого тела
Б	коллоидного капиллярно-пористого тела	Г	мезопористого тела

9. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

Температурный диапазон при сушке торфа должен обеспечивать:

- А. удаление влаги без изменения химических свойств органического вещества;
- Б. удаление влаги с совмещенной пиролитической деструкцией материала;
- В. полное извлечение термобитумов из органического вещества;
- Г. гидролиз комплекса легко- и трудногидролизуемых соединений.

10. ВЫБЕРИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ВАРИАНТ ОТВЕТА

«Альбе́до поверхности это выраженное в процентах:

- А. отношение отраженной к рассеянной солнечной радиации;
- Б. отношение отраженной к суммарной солнечной радиации;
- В. отношение рассеянной к суммарной солнечной радиации;
- Г. сумма всех видов солнечной радиации.

БЛОК 2

11. ВЫБЕРИТЕ ДВА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТА ОТВЕТА

1. Саморазогревание торфа при хранении в штабеле происходит вследствие:

- А. деятельности термофильных микроорганизмов;
- Б. действия прямой солнечной радиации;
- В. намокания верхнего слоя штабеля;
- Г. низкой теплопроводности штабеля.

12. ВЫБЕРИТЕ ДВА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТА ОТВЕТА

По классификации М.П. Воларовича и Н.В. Чураева в торфе содержится:

- А. пирогенетическая вода;
- Б. физико-химически связанная вода;
- В. гибридно связанная вода;
- Г. осмотически связанная вода.

13. ВЫБЕРИТЕ ДВА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Добыча кускового торфа в промышленных масштабах осуществляется:

- А. фрезерновочным способом;



- Б. экскаваторным способом;
- В. методом скважинного бурения;
- Г. буровзрывным способом.

14. ВЫБЕРИТЕ ДВА ПРАВИЛЬНЫХ ВАРИАНТА ОТВЕТА

Прочность формованной продукции из торфа обеспечивается за счет действия:

- А. ковалентных связей;
- Б. сил Ван-дер-Ваальса;
- В. водородных связей;
- Г. ионных связей.

БЛОК 3

15. Определить величину радиационного баланса, если сумма прямой и рассеянной радиаций равна  $0,818 \text{ кВт/м}^2$ , эффективное излучение  $0,25 \text{ кВт/м}^2$ , альбедо 16 %.

16. Определить величину конвективного теплового потока, если температура воздуха  $t_c = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_n = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Температура воздуха $t_c = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	Коэффициент теплопроводности $\text{Вт/м}\cdot^\circ\text{K}$
0	0,0244
10	0,0251
20	0,0259

Вопросы первого блока оцениваются однозначно 0 или 4 балла в зависимости от правильности ответа, записанного в бланк.

Вопросы второго блока оцениваются в зависимости от полноты ответа:

0 баллов – неверный или неполный (менее 50 %) ответ;

4 балла – неполный (50 – 75 %) ответ;

6 баллов – при наличии в ответе или решении несущественных погрешностей;

8 баллов – дан полный развернутый ответ.

Вопросы третьего блока оцениваются в зависимости от полноты ответа и(или) решения:

0 баллов – неверный или неполный (менее 50 %) ответ;

5 баллов – неполный (50 – 75 %) ответ;

10 баллов – при наличии в ответе или решении несущественных погрешностей;

14 баллов – дан полный развернутый ответ.

Научный руководитель образовательной программы  
магистерской подготовки

О.С. Мисников

Бланк ответов блока 1:

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ										
Балл (Выставляется членом экзаменационной комиссии)										

Бланк ответов блока 2:

№ вопроса	11	12	13	14
Ответ				
Балл (Выставляется членом экзаменационной комиссии)				
Примечание				

Бланк ответов блока 3:

№ вопроса	15	16
Ответ		
Балл (Выставляется членом экзаменационной комиссии)		
Примечание		