



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

ПРИНЯТО  
решением Ученого совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
05 октября 2020 г. (протокол № 15)

УТВЕРЖДЕНО  
приказом ректора ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
20 октября 2020 г. № 197/3-04

## **ПРОГРАММА**

вступительного испытания для поступающих в 2021 году в магистратуру  
на направление подготовки

**15.04.02 Технологические машины и оборудование**  
по программе магистратуры

**15.04.02.03 Химическое машино- и аппаратостроение**

### **Раздел I.**

#### *Дисциплина "ТИПОВЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ"*

Порядок разработки нового изделия и модернизации базового. Создание аналитических и физических моделей (макетов) для решения задачи проектирования.

Основные требования, предъявляемые к проектируемому или выбираемому оборудованию. Требования конструктивного совершенства. Требования механической надежности оборудования. Требования к эксплуатационным параметрам технологического оборудования.

Проектные стадии разработки технологического оборудования. Классификация изделий и конструкторских документов. Коды классификационных характеристик изделий. Виды документов. Коды документов. Номенклатура документов, разрабатываемых на изделия, в зависимости от стадий разработки.

Условия работы конструкционных материалов в промышленности. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Учет явлений коррозии и эрозии при проектировании. Алгоритм выбора конструкционных материалов. Конструкционные материалы на основе железа. Цветные металлы и сплавы. Неметаллические материалы неорганического и органического происхождения. Методы защиты технологического оборудования от воздействия агрессивных сред. Металлические и неметаллические защитные покрытия. Обработка перерабатываемой среды ингибиторами коррозии. Электрохимические методы защиты: протекторная, катодная и анодная защита.

Классификация аппаратов. Правила устройства и безопасной эксплуатации

сосудов, работающих под давлением. Емкостные аппараты – требования к конструированию, изготовлению, испытаниям и эксплуатации. Емкостное оборудование общепромышленного назначения.

Теплообменные аппараты – понятия, группы. Роль теплообменной аппаратуры. Источники тепла и методы нагревания. Требования к теплоносителям. Схемы движения потоков в теплообменниках. Смесительные теплообменники. Особенности конструкции смесительных теплообменников с «острым» паром. Теплообменники с двойными стенками типа аппаратов с рубашкой. Типы рубашек. Способы крепления рубашек. Змеевиковые рубашки. Аппараты с погружными змеевиками. Двухтрубные теплообменники. Теплообменники типа «труба в трубе». Теплообменники с трубками Фильда. Кожухотрубные теплообменники с неподвижными трубными решетками. Способы крепления трубной решетки к корпусу теплообменника. Схемы размещения и способы крепления труб в трубных решетках. Назначение и типы перегородок (продольные и поперечные). Способы компенсации неравномерности температурных деформаций в теплообменных аппаратах. Кожухотрубные аппараты с плавающей головкой. Конструкции плавающих головок. Теплообменники с изогнутыми трубами. Конструкции теплообменников с U-образными трубками. Спиральные теплообменники. Пластинчатые теплообменники. Регенеративные аппараты. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника. Гидравлический расчет теплообменников. Расчет смесительных теплообменников. Расчет тепловой изоляции. Назначение и расчет оребренных поверхностей. Стандартизация и унификация кожухотрубных теплообменников.

Выпарные аппараты. Классификация. Основные типы. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией раствора. Пленочные выпарные аппараты. Устройства для образования устойчивой пленки. Роторные пленочные аппараты. Выпарные аппараты с выносной греющей камерой.

Горение газообразных, жидких и твердых топлив. Определение тепловой мощности при горении. Устройства для сжигания – классификация горелок и принцип их работы, форсунки. Аппараты пульсирующего горения – принцип действия и использование для интенсификации химико-технологических процессов. Термотехнологические процессы. Химические и физико-химические превращения. Классификация, назначение, конструктивные элементы печей. Вспомогательное и тягодутьевое оборудование.

Аппараты колонного типа и их конструктивные особенности. Конструкции тарелок. Конструкции переливных устройств. Подбор типовых внутренних устройств. Расчет основных элементов аппаратов. Расчет на ветровые нагрузки. Особенности расчета тарельчатых и насадочных колонн.

Характеристика процессов центрифугирования. Классификация центрифуг. Устройство и принцип действия центрифуг. Основные узлы. Технологический и прочностной расчет.

Перемешивающие устройства. Классификация. Области применения. Основные требования, предъявляемые к мешалкам. Приводы мешалок. Расчет мощности, потребляемой мешалками.

Химические реакторы. Химические реакции и кинетика химических процессов. Классификация химических реакторов. Реакторы для обработки жидких сред. Технологический расчет реакторов-котлов. Реакторы для газожидкостных систем.

Каталитические реакторы.

Оборудование механических процессов. Бункеры, питатели и дозаторы. Классификация бункеров. Физико-механические свойства зернистых и порошкообразных материалов и их учет при расчете устройств хранения и выдачи сыпучих продуктов. Побудители истечения материалов из бункеров. Расчет производительности питателей. Пневмотранспорт. Дробилки щековые, конусные, валковые, молотковые. Мельницы шаровые, роликовые, вибрационные, струйные. Классификация материалов. Устройство и принцип действия грохотов (барабанного, вибрационного). Смесители сыпучих материалов – конструкции и расчет.

Оборудование для разделения аэродисперсных систем. Аэрозоли – виды, свойства. Классификация методов и оборудования для разделения аэродисперсных систем. Эффективность улавливания. Вопросы промышленной и экологической безопасности. Сухое механическое оборудование для сепарации аэродисперсных систем. Отстойные газоходы. Горизонтальные пылеосадительные камеры безполочного и полочного типа. Вертикальные пылеосадительные камеры и сепараторы. Расчет и проектирование пылеосадительных камер. Инерционные пылеуловители. Жалюзийные пылеуловители. Циклоны (одиночные, групповые, батарейные, прямоточные). Расчет циклонов. Вихревые пылеуловители. Очистка газов в фильтрах. Классификация фильтрующих перегородок. Фильтровальные материалы. Рукавные фильтры – конструкции, расчет. Волокнистые фильтры. Мокрые пылеуловители. Принцип действия. Преимущества и недостатки. Газопромыватели – полые, насадочные, тарельчатые, ударно-инерционного действия, центробежного действия, скоростные.

### *Примерные вопросы:*

1. Аппараты колонного типа и их конструктивные особенности.
2. Бункеры, питатели и дозаторы. Классификация бункеров.
3. Внутренние устройства колонных аппаратов.
4. Емкостное оборудование общепромышленного назначения.
5. Емкостные аппараты – требования к конструированию, изготовлению, испытаниям и эксплуатации.
6. Классификация выпарных аппаратов. Принцип действия, выпарных аппаратов.
7. Классификация изделий и конструкторских документов.
8. Классификация методов и оборудования для разделения аэродисперсных систем.
9. Классификация фильтрующих перегородок. Фильтровальные материалы.
10. Классификация, назначение, конструктивные элементы печей.
11. Конструкции мокрых пылеуловителей.
12. Методы защиты оборудования от воздействия агрессивных сред.
13. Основные требования, предъявляемые к проектируемому или выбираемому оборудованию.
14. Перемешивающие устройства. Классификация
15. Порядок разработки нового изделия и модернизации базового.
16. Принцип действия инерционных пылеуловителей.
17. Проектные стадии разработки технологического оборудования.
18. Расчет и проектирование пылеосадительных камер.
19. Смесители сыпучих материалов. Конструкции.

- 20.Сушилки. Классификация сушилок.
- 21.Тепловая изоляция технологического оборудования. Назначение. Выбор рациональной толщины.
- 22.Теплообменники с плавающей головкой. Особенности их устройства, конструкции плавающих головок.
- 23.Теплообменные аппараты – понятия, группы.
- 24.Теплообменные аппараты. Понятия. Группы.
- 25.Теплообменные аппараты. Факторы, влияющие на выбор конструкции теплообменников.
- 26.Требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
- 27.Устройство и принцип действия грохотов (барабанного, вибрационного).
- 28.Цель и порядок теплового расчета рекуперативных теплообменников.

## Раздел II.

### *Дисциплина "МЕТОДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА"*

Научные проблемы и противоречия в развитии машиностроительного производства. Противоречия между существующими концепциями машиностроительного производства и развитие новых материалов, сплавов, процессов. Научные исследования по определению главных закономерностей и оптимизации параметров технологических процессов.

Классификация основных методов технического творчества. Эвристические методы, методы функционально-структурного исследования объектов, класс комбинированных алгоритмических методов.

Основные понятия теории планирования эксперимента. Объект исследования, его представление в виде «черного ящика». Виды входных и выходных переменных. Факторы, общая характеристика факторов, факторное пространство. Выходные показатели, характеристика исследуемых свойств или качеств – отклик, функция отклика, поверхность отклика. Эксперимент как система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях. Опыт как отдельная элементарная часть эксперимента.

Вероятностная взаимосвязь между различными переменными. Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Проверка адекватности математической модели объекта исследования. Метод множественной корреляции. Простейшие случаи нелинейной корреляции. Метод линеаризации.

Разновидности планов эксперимента. Основы построения математических моделей планов экспериментов. Их характеристики. Критерии оптимальности планов экспериментов. Критерии оптимальности, связанные с точностью оценок коэффициентов уравнения регрессии. Правила реализации экспериментального плана и принцип рандомизации.

Полный факторный эксперимент. Постановка задачи, выбор параметров и факторов. Определение экспериментальной области факторного пространства. Матрица планирования эксперимента и способы ее построения.

Дробный факторный эксперимент. Минимизация числа опытов. Регулярные дробные реплики, определяющие контрасты и генерирующие соотношения. Свойства дробного факторного эксперимента. Рототабельность.

Оптимизация объектов исследования. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации однофакторных объектов. Методы оптимизации многофакторных объектов.

Этапы разработки экспериментально-статистических математических моделей реального процесса. Постановка задачи. Отбор факторов и параметров. Анализ априорной информации и выбор вида зависимости. Отсеивающий эксперимент. Планирование основного эксперимента. Реализация экспериментального плана и обработка результатов опытов.

Проведение эксперимента и обработка результатов опытов. Статистический анализ и оценка точности эксперимента. Первичная и вторичная обработка. Подбор формул по опытным данным. Обсуждение результатов эксперимента.

Патентные исследования как инструмент обеспечения конкурентоспособности, патентной охраны и условий беспрепятственной реализации товаров. Содержание и порядок проведения патентных исследований в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96. Понятие патентных исследований в соответствии с ГОСТ. Особенности использования патентной информации при проведении патентных исследований. Создание информационной базы для проведения патентных исследований. Регламент поиска и его особенности в зависимости от цели исследований и этапа разработки. Содержание патентных исследований и порядок их проведения. Задачи, решаемые при проведении патентных исследований. Порядок выполнения патентных исследований.

#### *Примерные вопросы:*

1. Активный и пассивный эксперимент.
2. Активный эксперимент. Виды и преимущества.
3. Дробный факторный эксперимент.
4. Математическое планирование эксперимента.
5. Методы поиска решений творческих технических задач.
6. Научные проблемы и противоречия в развитии машиностроительного производства.
7. Научный и промышленный эксперимент.
8. Патентные исследования как инструмент обеспечения конкурентоспособности, патентной охраны и условий беспрепятственной реализации товаров.
9. Проведение эксперимента и анализ полученных данных.
10. Рандомизация при реализации экспериментального плана.
11. Схемы планирования экспериментов.
12. Техника, технический объект. Техническая задача и технические противоречия.
13. Эвристические методы технического творчества.
14. Экспериментально-статистические математические модели. Основные понятия.

#### **Рекомендуемая литература**

##### *Основная*

1. Аверченков В.И. Методы инженерного творчества [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Малахов Ю.А. – Электрон. текстовые данные. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. – 110 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6999>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 – Технологические машины и оборудование/ Верболоз Е.И., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 205 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19282> . – ЭБС «IPRbooks».
3. Герасименко В.Б. Технические основы создания машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Герасименко В.Б., Фадин Ю.М. – Электрон. текстовые данные. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014. – 162 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28406>. – ЭБС «IPRbooks».
4. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 224 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/30202>. – Загл. с экрана.
5. Шустов М.А. Методические основы инженерно-технического творчества [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шустов М.А. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 140 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34679> . – ЭБС «IPRbooks».

#### *Дополнительная*

1. Балдин, К.В. Общая теория статистики [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.В. Балдин, А.В. Рукосуев. – Электрон. дан. – Москва : Дашков и К, 2017. – 312 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93403>. – Загл. с экрана.
2. Диагностика физико-механических характеристик наноматериалов: учебное пособие в 2-х ч. / А.Г. Ткачев и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – Ч. 1 – 96 с.
3. Капитонов, Е.Н. Расчет оптимальных размеров емкостных аппаратов, работающих под атмосферным давлением: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям / Е.Н. Капитонов, А.И. Попов. – Тамбов: ТИХМ, 1993. – 40 с.
4. Климов, А.М. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем: Фильтры и центрифуги: Учебное пособие для вузов / А. М. Климов; Тамб. гос техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2001. – 148 с.
5. Михалева, З.А. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов: Учебное пособие / З. А. Михалева, А. А. Коптев, В. П. Таров; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2002. – 64с.
6. Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях [Электронный ресурс]: сборник докладов VI Международной научно-практической конференции (25-27 июня 2014 г., Москва)/ М.С. Бусалова [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 776 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26860> . – ЭБС «IPRbooks».

7. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – 13-е изд., стер. Перечечатка с изд. 1987 г. – М.: ООО ТИД"Альянс", 2006. – 576 с.
8. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.И. Половинкин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 364 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93005>. – Загл. с экрана.
9. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для втузов / А. И. Половинкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 360 с.
10. Поникаров И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, С. В. Рачковский. – М.: Альфа-М, 2008. – 720 с.
11. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.
12. Рогов, В.А. Методика и практика технических экспериментов: учебное пособие для вузов / В.А. Рогов, Г.Г. Поздняк. – М.: Академия, 2005. – 288 с.