**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____Д.Л. Полушкин
«*13*» *февраля* 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.01 Международная профессиональная коммуникация***
(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***
(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***Энерго-и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты***
(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Иностранные языки и профессиональная коммуникация***
(наименование кафедры)

Составитель:

| | | |
|---|---|---|
| к.ф.н., доцент | | И.Е. Ильина |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |
| **Заведующий кафедрой** | | Н.А. Гунина |
| | подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (ых) языке (ах), для академического и профессионального взаимодействия** | |
| ИД-1 (УК-4)<br>Знает принципы и приемы осуществления академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке | знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык |
| ИД-2 (УК-4)<br>Умеет применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия | использует современные способы общения на русском и иностранном языках для осуществления успешной коммуникации |
| ИД-3 (УК-4)<br>Владеет навыками применения современных коммуникативных технологий для осуществления делового общения | владеет навыками ведения диалога, переписки и разговорной речи на русском и иностранном языках |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | |
|---|---|---|
| | Очная | Очно-заочная |
| | 1 семестр | 1 семестр |
| ***Контактная работа*** | 33 | 7 |
| практические занятия | 32 | 6 |
| промежуточная аттестация | 1 | 1 |
| ***Самостоятельная работа*** | ***75*** | ***101*** |
| ***Всего*** | ***108*** | ***108*** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Практические занятия**

**Раздел 1. Профессиональная коммуникация.**

**ПР01. Тема. Устройство на работу.**

Основные виды работы, их краткая характеристика на иностранном языке; описание обязанностей, связанных с выполнением того или иного вида работы.

**ПР02. Тема. Устройство на работу.**

Современные требования к кандидату при поступлении на работу. Основные документы при принятии на работу. Обсуждение условий работы в России.

**ПР03. Тема. Компании.**

Структура компании, названия отделов.

**ПР04. Тема. Компании.**

Характеристика обязанностей работников отделов, описание работы компании.

**ПР05. Тема. Инновации в производственной сфере.**

Описание товаров, их особенностей.

**ПР06. Тема. Инновации в производственной сфере.**

Анализ рыночной продукции и конкурентоспособности товаров. Обсуждение товаров и их особенностей.

**ПР07. Тема. Дизайн и спецификация товара.**

Описание дизайна и спецификации товара.

**ПР08. Тема. Дизайн и спецификация товара.**

Характеристика и сравнение дизайна различных товаров, представленных на современном рынке.Написание теста по пройденному разделу.

**Раздел 2. Научная коммуникация.**

**ПР09. Тема. Предоставление исследовательского проекта.**

Форма заполнения заявки с описанием исследовательского проекта.

**ПР10. Тема. Предоставление исследовательского проекта.**

Варианты предоставления исследовательских проектов и их особенности в современном сообществе.

**ПР11. Тема. Участие в научной конференции.**

Описание форм участия в научных конференциях.

**ПР12. Тема. Участие в научной конференции.**

Проведение игровой научной конференции.

**ПР13. Тема. Принципы составления и написания научной статьи.**

Анализ отрывков из научных статей по различным темам. Введение и отработка новой лексики, клише.

**ПР14. Тема. Принципы составления и написания научной статьи.**

Анализ различных частей научной статьи и их особенностей.

**ПР16. Тема. Презентация исследовательского проекта.**

Анализ различных проектов и обсуждение их сильных и слабых сторон. Написание теста по пройденному разделу.

**Раздел 3. Деловая коммуникация.**

**ПР17. Тема. Межличностные и межкультурные отношения.**

Традиционные модели поведения в разных странах.

**ПР18. Тема. Межличностные и межкультурные отношения.**

Зависимость деловых отношений от культуры страны.

**ПР19. Тема. Проведение переговоров.**

Особенности ведения переговоров в разных странах.

**ПР20. Тема. Проведение переговоров.**

Анализ проблем, возникающих при проведении переговоров.

**ПР21. Тема. Контракты и соглашения.**

Описание форм контрактов и соглашений.

**ПР22. Тема. Контракты и соглашения.**

Анализ положений контракта.

**ПР23. Тема. Управление проектом.**

Описание основных процедур, входящих в систему управления проектом.

**ПР24. Тема. Управление проектом.**

Характеристика роли управляющего в компании. Написание теста по пройденному разделу.

**Самостоятельная работа**

**СР01. Задание:** составить резюме по шаблону
**СР02. Задание:** описать компанию/ организацию, в которой работаешь/ хотел бы работать
**СР03. Задание:** проанализировать заданные профессиональные сообщества и инновации в сфере их деятельности.
**СР04**.**Задание:** составить описание товара заданной компании.
**СР05**.**Задание:** написать вариант заявки на рассмотрение исследовательского проекта.
**СР06. Задание:** подготовить план доклада для участия в научной конференции.
**СР07. Задание:** написать научную статью объемом 3 стр.
**СР08. Задание:** подготовить презентацию исследовательского проекта.
**СР09**. **Задание:** проанализировать методы межличностного делового общения.
**СР10. Задание:** подготовить план для проведения деловых переговоров с партнерами.
**СР11. Задание:** написать текст контракта по заданной теме.
**СР12. Задание:** подготовить приветственную речь для встречи партнеров по заданной ситуации.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

**Английский язык**

1 English for Professional Purposes = Английский язык для профессиональных целей : учебное пособие / Ю. Ф. Айданова, Ю. Б. Дроботенко, Н. А. Назарова [и др.] ; под редакцией Н. А. Назаровой, Ю. Б. Дроботенко. — Омск : Издательство ОмГПУ, 2023. — 98 с. — ISBN 978-5-8268-2350-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134649.html (дата обращения: 29.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2 English for Professional Purposes = Английский язык для профессиональных целей : учебное пособие / Ю. Ф. Айданова, Ю. Б. Дроботенко, Н. А. Назарова [и др.] ; под редакцией Н. А. Назаровой, Ю. Б. Дроботенко. — Омск : Издательство ОмГПУ, 2023. — 98 с. — ISBN 978-5-8268-2350-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134649.html (дата обращения: 29.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3 Соколова, А. Г. English for professional communication / Английский язык в профессиональной коммуникации : учебно-методическое пособие / А. Г. Соколова, О. Н. Солуянова. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2023. — 45 с. — ISBN 978-5-7264-3285-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134600.html (дата обращения: 28.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

**Немецкий язык**

1 Жердева, О. Н. Немецкий язык для студентов магистратуры = Deutsch für Master : учебное пособие / О. Н. Жердева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 124 с. — ISBN 978-5-4497-2616-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/135618.html (дата обращения: 18.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: https://doi.org/10.23682/135618

2 Чигирин, Е. А. Немецкий язык (магистратура) : учебное пособие / Е. А. Чигирин, М. В. Попова, Л. А. Хрячкова. — 2-е изд. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022. — 184 с. — ISBN 978-5-00032-606-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/128226.html (дата обращения: 24.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3 Немецкий язык для магистрантов : учебное пособие по развитию навыков перевода научной литературы для магистрантов экономических специальностей / составители Л. Г. Виниченко, А. А. Мелконян. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-9275-3832-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/117157.html (дата обращения: 24.01.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

**Французский язык**

1 Зеленская, О. В. Французский язык. Проверяем наши знания = Le Français. Testons nos connaissances : практикум / О. В. Зеленская. — Омск : Издательство Омского государственного университета, 2022. — 83 с. — ISBN 978-5-7779-2593-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/128914.html (дата обращения: 14.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2 Метелькова, Л. А. Français sur objectifs spécifiques / Французский язык для профессиональных целей : учебно-методическое пособие / Л. А. Метелькова, О. В. Кобзева, Е. А. Оганесян. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2023. — 45 с. — ISBN 978-5-7264-3266-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/134601.html (дата обращения: 28.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3 Харитонова, И. В. Французский язык для специальных целей : учебное пособие / И. В. Харитонова, Е. Е. Беляева. — Москва : Московский педагогический государственный университет, 2023. — 172 с. — ISBN 978-5-4263-1202-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/130150.html (дата обращения: 09.05.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

**4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного усвоения учебного материала необходимы постоянные и регулярные занятия. Материал курса подается поступательно, каждый новый раздел опирается на предыдущие, часто вытекает из них. Пропуски занятий, неполное выполнение домашних заданий приводят к пробелам в знаниях, которые, накапливаясь, сводят на нет все ваши усилия.

Главным фактором успешного обучения, в частности, при изучении иностранного языка является мотивация. Изучение языка требует систематической упорной работы, как и приобретение любого нового навыка. Активная позиция здесь отводится именно обучающемуся.

Простого заучивания лексики-грамматики недостаточно, так как языковой материал - всего лишь база, на основе которой вы обучаетесь речи, учитесь говорить и писать, понимать прочитанное, воспринимать речь на слух. Необходимо как можно больше практики. Проявляйте активность на занятиях и не ограничивайтесь учебником в домашней работе. Для того чтобы заговорить на иностранном языке, необходимо на нем говорить.

Использование современных технологий: программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети Интернет при изучении дисциплины «Международная профессиональная коммуникация» позволяет не только обеспечить адаптацию к системе обучения в вузе, но и создать условия для развития личности каждого обучающегося, (посредством развития потребностей в активном самостоятельном получении знаний, овладении различными видами учебной деятельности; а также обеспечивая возможность реализации своих способностей через вариативность содержания учебного материала и использования системы разнообразных заданий для самостоятельной работы).

В ходе проведения всех видов занятий с привлечением технических средств значительное место уделяется формированию следующих умений и навыков: умение общаться и работать в команде; способность решать проблемы; способность к постоянному обучению; умение работать самостоятельно; способность адаптироваться к новым условиям; умение анализировать, навык быстрого поиска информации.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: магнитофон, экран, проектор, ноутбук | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР02 | Тема. Устройство на работу. | Ролевая игра «Собеседование при устройстве на работу». |
| ПР06 | Тема. Инновации в производственной сфере. | Групповая дискуссия по теме «Инновации в современном мире». |
| ПР08 | Тема. Дизайн и спецификация товара. | Тест. |
| ПР12 | Тема. Участие в научной конференции. | Ролевая игра «Научная конференция». |
| ПР14 | Тема. Принципы составления и написания научной статьи. | Устное сообщение о научной работе. |
| ПР16 | Тема. Презентация исследовательского проекта. | Тест. |
| ПР18 | Тема. Межличностные и межкультурные отношения. | Групповая работа «Моделирование различных ситуаций, определяющих особенности межличностных и межкультурных отношений». |
| ПР20 | Тема. Проведение переговоров. | Ролевая игра «Деловые переговоры». |
| ПР24 | Тема. Управление проектом. | Деловая игра «Организация деловой встречи». |
| СР07 | Написать научную статью объемом 3 стр. | Письменная работа |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная | Очно-заочная |
|---|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 1 семестр | 1 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

| Формулировка кода индикатора | Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|---|
| ИД-1 (УК-4)<br>Знает принципы и приемы осуществления академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном языке | знает основы перевода академических текстов (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык | ПР02, ПР06, ПР12, ПР14, Зач01 |
| ИД-2 (УК-4)<br>Умеет применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия | использует современные способы общения на русском и иностранном языках для осуществления успешной коммуникации | ПР08, ПР16, СР07, Зач01 |
| ИД-3 (УК-4)<br>Владеет навыками применения современных коммуникативных технологий для осуществления делового общения | владеет навыками ведения диалога, переписки и разговорной речи на русском и иностранном языках | ПР18, ПР20, ПР24, Зач01 |

**Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Современные требования к кандидату при устройстве на работу.
2. Структура компании.
3. Современные инновации в производственной сфере.
4. Дизайн товаров и требования к нему в XXI веке.
5. Принципы представления исследовательского проекта.
6. Презентация научного исследования.
7. Межличностные и межкультурные отношения сегодня.
8. Принципы проведения успешных переговоров.
9. Заключение контрактов в современном мире.
10. Особенности управления проектом.

**Примеры типовых тестовых заданий к зачету**
**английский**

**1. Put the appropriate words into the sentences:**

The economic crisis resulted in great _____ all over the world.

a) promotion b) training c) unemployment

**2. Use prepositions in the sentences:**

The position will involve reporting _____ the Director General.

a) after b) on c) to

**3.Choose the appropriate modal verb:**

You _____not smoke here as this is a laboratory.

a) can b) must c) should

**4.Use one of the adjectives in the sentences:**

There is a small_____wooden box on my table.

a) circular b) spherical c) rectangular

**5.Complete the story with the corresponding form of the word in brackets:**

They (2) _____(carry out) research to (3)_____(develop) tough new materials when they suddenly (4)_____(notice) that light (5)_____(pass) through one of the ceramics.

**6. For questions 1-10, read the sentences below and decide which answer A, B or C best fits each gap:**

The purpose of _____ is to compare two or more different variables to determine if any predictable relationships exist among them.

A pure research B correlational research C case study

**7. Match the words having the opposite meanings:**

to clarify to compare
to contrast to obscure

**8. You are going to read a text about customs around the world. Five sentences have been removed from the text. Choose from the sentences A-F the one that fits each gap (1-5). There is one extra sentence which you do not need to use.**

**CUSTOMS AROUND THE WORLD**

As more and more people travel all over the world, it is important to know what to expect in different countries and how to react to cultural differences so that you don't upset your foreign contacts. 1 _____

**9. Complete the following small talk questions with the appropriate auxiliary or modal verbs.**

**1.** _____ you worked here long?

**10. For questions 1-10, read the sentences below and decide which answer A, B or C best fits each gap.**

In the business world, most _____ should be in writing even if the law doesn't require it.

A agreements B clauses C negotiations

**немецкий**

Текст 1. Verfassungen der deutschen Bundesländer. Becktexte im DTV. - München, 2011.

1. Jeder hat das Recht auf die freie Entfaltung seiner Persönlichkeit, soweit er nicht die Rechte anderer verletzt und nicht gegen die verfassungsmäßige Ordnung oder das Sittengesetz verstößt.

2. Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit. Die Freiheit der Person ist unverletzlich. In diese Rechte darf nur auf Grund eines Gesetzes eingegriffen werden.

3. Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich. Männer und Frauen sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin. Niemand darf wegen seines Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauungen benachteiligt oder bevorzugt werden. Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.

4. Die Freiheit des Glaubens, des Gewissens und die Freiheit des religiösen und weltanschaulichen Bekenntnisses sind unverletzlich. Die ungestörte Religionsausübung wird gewährleistet. Niemand darf gegen sein Gewissen zum Kriegsdienst mit der Waffe gezwungen werden. Das Nähere regelt ein Bundesgesetz.

5. Jeder hat das Recht, seine Meinung in Wort, Schrift und Bild frei zu äußern und zu verbreiten und sich aus allgemein zugänglichen Quellen ungehindert zu unterrichten. Die Pressefreiheit und die Freiheit der Berichterstattung durch Rundfunk und Film werden gewährleistet. Eine Zensur findet nicht statt. Diese Rechte finden ihre Schranken in den Vorschriften der allgemeinen Gesetze, den gesetzlichen Bestimmungen zum Schutze der Jugend und in dem Recht der persönlichen Ehre.

6. Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.

7. Ehe und Familie stehen unter dem besonderen Schutze der staatlichen Ordnung. Pflege und Erziehung der Kinder sind das natürliche Recht der Eltern und die zuvörderst ihnen obliegende Pflicht. Über ihre Betätigung wacht die staatliche Gemeinschaft.

Текст 2. Rudzio Wolfgang: Das politische System der BRD. - Opladen, 2010. S. 78-79.

Gerichte werden in Deutschland nicht von selbst tätig. Sie müssen zur Entscheidung angerufen werden. Im Fall der Strafverfolgung agiert die Staatsanwaltschaft als Vertreter des Staates. In allen anderen Fällen muß durch eine juristische Person Klage eingereicht werden. Urteile werden auf der Grundlage von Gesetzen gesprochen. Im allgemeinen entscheiden Landesgerichte in erster und zweiter Instanz . Bundesrichter werden durch den Richterwahlausschuss berufen. Sie sind nicht Weisungsgebunden. Im Gegensatz dazu unterstehenStaatsanwälte den Justizministern von Bund und Ländern. Auf Bundesebene haben die Bundesgerichte die Aufgabe die Rechtsprechung der Ländergerichte zu vereinheitlichen. Für die Ordentliche Gerichtsbarkeit ist der Bundesgerichtshof (BGH) die oberste Revisionsinstanz. Als Revisionsinstanz beschäftigen sich die Bundesgerichte im Normalfall nur mit dem Verfahrensablauf und der gesetzmäßigen rechtlichen Würdigung desdurch die Ländergerichte festgestellten Sachverhalts. Alle Tätigkeit des Staates ist an das Grundgesetz gebunden. Über die Einhaltung dieses Grundsatzes wacht das Bundesverfassungsgericht . Jeder Bürger kann staatliches Handeln durch eine Verfassungsbeschwerde auf ihre Grundgesetzmäßigkeit überprüfen lassen. Die zweite Aufgabe des Bundesverfassungsgericht ist die Klärung von Streitfällen zwischen den Staatsorganen und die Prüfung von Gesetzen auf ihre Verfassungsmäßigkeit. Nur das Bundesverfassungsgerich kann ein Parteiverbot aussprechen Die Rechtsprechung ist in Deutschland in die Ordentlichen Gerichtsbarkeit ( Zivilrecht und Strafrecht ) sowie in die Fachgebiete des ArbeitsFinanz- Sozial- und Verwaltungsrecht aufgeteilt. Die Gerichte der Bundesländer entscheiden den überwiegenden Anteil der Rechtsprechung letztinstanzlich. Für die Ordentliche Gerichtsbarkeit existieren kommunale Amtsgerichte regionale Landgerichte und hauptsachlich als Rechtsmittelgerichte die Oberlandesgerichte (bzw. Oberste Landesgerichte). Jedes Bundesland besitzt ein eigenes Verfassungsgericht das Landesverfassungsgericht Verfassungsgerichtshof oder Staatsgerichtshof genannt wird..

**французский**

Выберите один ответ к каждому пункту теста:

1. La France compte:

a.moins de 55millions, b.entre 55 et 60 millions, c.plus de 60 millions d’habitants.

2. La monnaie nationale est:

a.euro, b.centime, c.franc.

3. Le régime politique de la France est:

a.le rayaume, b.la république, c.le parlement.

4. La division de la France en départements date de:

a.Napoléon, b.Première guerre mondiale, c.la IV-ème République.

5. Le premier président de la V-ème République est:

a.Valéri Giscard d’Estaing, b.Charles de Gaule, c.François Mitterrand.

6. Les avocats sont préparés à la faculté:

a. politique, b. juridique, c. de droit

7. La Constituion de la République française date de:

a.1958, b.1963, c.1999.

8. La cour européenne des droits de l'homme se trouve à^

a. Moscou, b.Londres, c.Strasbourg

**8.2. Критерии и шкалы оценивания**

8.2.1. Шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей 8.1.

Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Таблица 8.1 – Шкалы оценивания контрольных мероприятий

| Обозначение | Наименование | Форма контроля | Количество баллов | |
|---|---|---|---|---|
| | | | min | max |
| ПР02 | Тема. Устройство на работу. | Ролевая игра «Собеседование при устройстве на работу». | 2 | 5 |
| ПР06 | Тема. Инновации в производственной сфере. | Групповая дискуссия по теме «Инновации в современном мире». | 2 | 5 |
| ПР08 | Тема. Дизайн и спецификация товара. | Тест. | 5 | 20 |
| ПР12 | Тема. Участие в научной конференции. | Ролевая игра «Научная конференция». | 2 | 5 |
| ПР14 | Тема. Принципы составления и написания научной статьи. | Устное сообщение о научной работе. | 2 | 5 |
| ПР16 | Тема. Презентация исследовательского проекта. | Тест. | 5 | 20 |
| ПР18 | Тема. Межличностные и межкультурные отношения. | Групповая работа «Моделирование различных ситуаций, определяющих особенности межличностных и межкультурных отношений». | 2 | 5 |
| ПР20 | Тема. Проведение переговоров. | Ролевая игра «Деловые переговоры». | 2 | 5 |
| ПР24 | Тема. Управление проектом. | Деловая игра «Организация деловой встречи». | 2 | 5 |
| СР07 | Написать научную статью объемом 3 | Письменная рабо- | 2 | 5 |

| Обоз- | Наименование | Форма контроля | Количество баллов | |
|---|---|---|---|---|
| | стр. | та | | |
| Зач01 | Зачет | зачет | 17 | 40 |

8.2.2. Критерии оценивания

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии.

Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.2), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

Таблица 8.2 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатели выставления минимального количества баллов |
|---|---|
| Ролевая игра | коммуникативные задачи, поставленные для участия в ролевой игре, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации |
| Устное сообщение | тема сообщения раскрыта, показано владение коммуникативными технологиями для осуществления устной коммуникации; допущены лексические и грамматические ошибки, не затрудняющие восприятие речи на слух |
| Групповая дискуссия | коммуникативные задачи, поставленные для участия в групповой дискуссии, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации |
| Деловая игра | коммуникативные задачи, поставленные для участия в деловой игре, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации |
| Групповая работа | коммуникативные задачи, поставленные для групповой работы, выполнены не менее, чем на 50%; использованные коммуникативные технологии соответствовали правилам и закономерностям устной коммуникации. |
| Тест | правильно решено не менее 50% тестовых заданий |
| Письменная работа | тема работы раскрыта, текст структурирован, соблюдены требования к объему и оформлению научной статьи в соответствии с правилами и закономерностями письменной коммуникации; допущены лексические и грамматические ошибки, не затрудняющие восприятие текста |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из <u>письменного тестирования</u> и <u>устной беседы</u> по одному из теоретических вопросов.

Время написания теста: 1 час.

Время на подготовку устного ответа: 15 минут.

Устная беседа оценивается максимально 20 баллами, письменное тестирование оценивается максимально 20 баллами. Максимальное суммарное количество баллов – 40.

Критерии оценивания устной беседы

| Показатель | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Выполнение коммуникативной задачи | 10 |
| Грамматически правильное построение высказываний | 5 |
| Корректное использование лексики по теме беседы | 5 |
| Всего | 20 |

Критерии оценивания выполнения письменного тестирования (8 заданий по 5 предложений в каждом).

| Показатель | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Каждый правильный ответ | 0,5 |
| Всего | 20 |

Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов текущего контроля (приведенных к норме 60 баллов) с использованием следующей шкалы.

| Оценка | Набрано баллов |
|---|---|
| «зачтено» | 41-100 |
| «не зачтено» | 0-40 |

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин
«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.02 Деловое общение и профессиональная этика***
(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***
(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и апараты***
(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Теория и история государства и права***
(наименование кафедры)

**Составитель:**

| | | |
|---|---|---|
| к.и.н., доцент | | О.Л. Протасова |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |
| ст.преподаватель | | Э.В. Бикбаева |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |
| | | |

**Заведующий кафедрой** _____ С.А. Фролов
подпись инициалы, фамилия

**Тамбов 2026**

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия** | |
| ИД-1 (УК-5)<br>Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях | Знает основные закономерности и характерные особенности развития различных культур |
| | Знает специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях |
| ИД-2 (УК-5)<br>Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия | Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур |
| | Умеет применять на практике навыки общения в мире культурного многообразия, создавая и поддерживая взаимопонимание между представителями разных национальностей |
| ИД-3 (УК-5)<br>Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации | Владеет методами предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, учитывая особенности представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| | Владеет способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | |
| | Очная |
| | 1 семестр |
| ***Контактная работа*** | |
| занятия лекционного типа | 16 |
| лабораторные занятия | - |
| практические занятия | 16 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | - |
| промежуточная аттестация | 1 |
| ***Самостоятельная работа*** | **75** |
| ***Всего*** | **108** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. *Основы деловой этики*

**Тема 1.** ***Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы***

Закономерности и специфика развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность». Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.

**Тема 2.** ***Этические принципы и нормы в деловом общении***

Универсальные принципы деловой этики. Международные этические принципы бизнеса. Нормы деловой этики. Принципы этики деловых отношений. Взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

Практические занятия

ПР01. Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы.

ПР02. Этические принципы и нормы в деловом общении.

Самостоятельная работа:

СР01. Изучить историю развития этики как науки, ее основные категории.

СР02. Изучить понятия морали как характеристика общества, нравственности.

СР03. Изучить сущность и способы формирования нравственного поведения человека, а также основополагающие документы деловой этики.

### Раздел 2. *Профессиональная этика*

**Тема 1.** ***Понятие, содержание и предмет профессиональной этики***

Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий. Разновидности профессиональной этики. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.

**Тема 2.** ***Кодексы профессиональной этики***

Разновидности кодексов профессиональной этики. Свойства профессиональных кодексов. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуацию характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств). Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива. Толерантное восприятие этих различий. Нормы поведения членов различных профессий.

Практические занятия

ПР03. Понятие, содержание и предмет профессиональной этики.

ПР04. Кодексы профессиональной этики.

Самостоятельная работа:

СР04. Изучить сущность и назначение профессиональной этики, категории призвания и профессионального долга, основные нормы и принципы профессиональной этики.

СР05. Изучить краткосрочную и долгосрочную выгоду профессиональных отношений в современной России.

СР06. Национально-культурные ценности в профессиональной этике, традиции, нравы, привычки представителей разных культур.

**Раздел 3.** ***Деловое общение***

**Тема 1.** ***Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили***

Определение, формы, виды, средства и стили делового общения. Прямое и косвенное деловое общение. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности.

**Тема 2.** ***Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения***

Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели). Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемики). Публичное ораторское выступление. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам. Визитные карточки. Деловая переписка. Типы деловых писем. Резюме. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс. Деловые подарки и сувениры. Чаевые. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.

Практические занятия

ПР05. Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили.

ПР06. Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения.

Самостоятельная работа

СР07. Изучить международный протокол и деловую этику, понятие «деловое общение», его разновидности, функции, стили, основные формы бизнес-коммуникаций.

СР08. Изучить правила проведения деловых бесед, совещаний, заседаний, переговоров, подготовку и обслуживание совещаний, конференций, презентаций, выставок. виды и правила написания деловых писем, ораторское искусство, деловой этикет.

**Раздел 4.** ***Управленческое общение***

**Тема 1.** ***Законы управленческого общения***

Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач. Способы управления коллективом при решении им научно-исследовательских и научно-производственных работ. Методы повышения социальной мобильности. Директивные и

демократические формы управленческого общения. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой. Первый и второй законы управленческого общения. Приемы формирования аттракции.

**Тема 2.** ***Тактика действий в конфликтных и кризисных ситуациях***

Принципы общения между членами научного коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия. Виды конфликтов. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Практические занятия

ПР07. Законы управленческого общения.

ПР08. Тактика действий в конфликтных ситуациях.

Самостоятельная работа

СР09. Изучить управленческую этику, имидж руководителя как часть управленческого взаимодействия, современные тенденции управления организацией.

СР10. Причины возникновения конфликтных ситуаций, разновидности конфликтов, способы преодоления, роль руководителя организаций в ликвидации конфликтов и их последствий.

**Раздел 5.** ***Имидж делового человека***

**Тема 1.** ***Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды***

Терминология. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.

**Тема 2.** ***Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека***

Зависимость содержания имиджа от профессии и должности. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом. Понятие имиджмейкерства. Специфическая одаренность имиджмейкеров. Секреты профессионализма. Риторическое оснащение имиджмейкера. Приоритетные задачи имиджмейкинга. Речевое воздействие на управление энергетического ресурса человека. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовый. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов

Практические занятия

ПР09. Понятие «имидж», его психологическое содержание и виды

ПР10. Принципы и технологии формирования профессионального имиджа человека. Принципы и технологии формирования индивидуального имиджа человека

Самостоятельная работа

СР11. Изучить предмет, объект, задачи и методы исследования современной имиджелогии, тенденции и перспективы развития имиджелогии в России в ближайшие десятилетия.

СР12. Изучить имиджмейкинг и его применение.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Денисов А.А. Профессиональная этика и этикет [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Денисов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный институт сервиса, 2014.— 210 с.— Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/32795.html — ЭБС «IPRbooks»
2. Бикбаева Э.В., Протасова О.Л. Деловое общение и профессиональная этика. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бикбаева Э.В., Протасова О.Л.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,2016. — 102 с.— Режим доступа: https://www.tstu.ru/m/book/elib1/exe/2016/Bikbaeva_l.exe — ЭБС «ТГТУ»
3. Козловская Т.Н. Профессиональная этика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Козловская Т.Н., Епанчинцева Г.А., Зубова Л.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 218 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/54147.html — ЭБС «IPRbooks»
4. Суворова, Н. А. Культура делового общения в профессиональной деятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. А. Суворова, Л. В. Табак. Электрон. текстовые данные.— Сочи : Сочинский государственный университет, 2020. — 98 с. —Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/106571.html — ЭБС «IPRbooks»
5. Эксакусто, Т. В. Основы психологии делового общения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. В. Эксакусто. — Электрон. текстовые данные. —Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2015. — 162 с. — Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/78690.html — ЭБС «IPRbooks»

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом Ваша самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения Вам рекомендуется такая последовательность действий:

–после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;

–при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;

–в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке;

–при подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам домашнего задания, изучить примеры;

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. Очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901 |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01 | Этика как наука. Сущность деловой этики, ее базовые документы | опрос |
| ПР02 | Этические принципы и нормы в деловом общении. | опрос |
| ПР03 | Понятие, содержание и предмет профессиональной этики. | опрос |
| ПР04 | Кодексы профессиональной этики. | опрос |
| ПР05 | Понятие «деловое общение»: определение, формы, виды, средства, стили | деловая игра |
| ПР06 | Вербальное деловое общение. Невербальное деловое общение. Этикетные нормы делового общения | деловая игра |
| ПР07 | Законы управленческого общения | опрос |
| ПР08 | Тактика действий в конфликтных ситуациях | контрольная работа |
| СР06 | Национально-культурные ценности в профессиональной этике, традиции, нравы, привычки представителей разных культур | доклад |
| СР010 | Причины возникновения конфликтных ситуаций, разновидности конфликтов, способы преодоления, роль руководителя организаций в ликвидации конфликтов и их последствий | реферат |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 1 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (УК-5)** Знает закономерности и специфику развития различных культур, особенности межкультурного разнообразия общества в современных условиях

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает основные закономерности и характерные особенности развития различных культур | ПР01, ПР02, Зач01 |
| Знает специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях | ПР03, ПР04, Зач01 |

Задания к опросу ПР01

1. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона.
2. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность».
3. Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы.
4. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.
5. Основные закономерности развития различных культур.

Задания к опросу ПР02

1. Универсальные принципы деловой этики.
2. Международные этические принципы бизнеса.
3. Нормы деловой этики.
4. Принципы этики деловых отношений.
5. Характерные особенности развития различных культур.

Задания к опросу ПР03

1.Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание.
2. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива.
3. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга.
4. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий.
5. Разновидности профессиональной этики.
6. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.
7. Специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях

Задания к опросу ПР04

1. Разновидности кодексов профессиональной этики.
2. Свойства профессиональных кодексов.
3. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуация характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств).
4. Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива.
5. Толерантное восприятие этих различий.

6. Нормы поведения членов различных профессий.

**Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Фундаментальные трактаты о нравственности Аристотеля и Цицерона.
2. Определение понятий: «этика», «мораль», «нравственность».
3. Роль этики как науки в России. Понятие деловой этики, ее проблемы.
4. Базовые документы деловой этики и задачи, которые они выполняют.
5. Основные закономерности развития различных культур.
6. Универсальные принципы деловой этики.
7. Международные этические принципы бизнеса.
8. Нормы деловой этики.
9. Принципы этики деловых отношений.
10. Характерные особенности развития различных культур.
11. Понятие профессиональной этики, ее предмет и содержание.
12. Цели и задачи профессиональной деятельности, контролирование процесса работы, мотивация и концентрация усилий членов коллектива.
13. Качества личности специалиста, необходимые для выполнения профессионального долга.
14. Правовые и этические нормы поведения, предписывающие определенный тип нравственных отношений между людьми, необходимый для выполнения своей профессиональной деятельности и оценки ее последствий.
15. Разновидности профессиональной этики.
16. Правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.
17. Специфичность межкультурного разнообразия общества в современных условиях
18. Разновидности кодексов профессиональной этики.
19. Свойства профессиональных кодексов.
20. Основы психологии личности (собственный психотип и акцентуация характера для определения приоритетов собственной деятельности, оценка и корректировка личностных качеств).
21. Социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия членов коллектива.
22. Толерантное восприятие этих различий.
23. Нормы поведения членов различных профессий.
24. Определение, формы, виды, средства и стили делового общения.
25. Прямое и косвенное деловое общение.
26. Формы и виды устной и письменной коммуникации при изучении и разработке профессиональной документации.
27. Стандартные формы письменного речевого поведения в профессиональной сфере.
28. Материальное, когнитивное и деятельностное деловое общение.
29. Официально-деловой стиль общения. Научный стиль общения. Публицистический и разговорно-бытовой стили общения.
30. Владение коммуникативными нормами в профессиональной деятельности. Создание и поддержание взаимопонимания между представителями разных национальностей.
31. Деловой разговор, совещания, заседания (анализ, проектирование и организация межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели).
32. Переговоры: методы ведения и итоги (навыки деловой коммуникации, аргументированного изложения собственной точки зрения, ведения дискуссии и полемики).
33. Публичное ораторское выступление.
34. Отношения со средствами массовой информации: проведение пресс-конференций, презентаций, выставок.

35. Язык мимики и жестов. Позы защиты, уверенности, раздумья, обмана, агрессии. Походка. Умение читать по лицам.
36. Визитные карточки.
37. Деловая переписка. Типы деловых писем.
38. Резюме.
39. Электронные средства связи. Компьютер. Интернет. Web-этикет. E-mail. Факс.
40. Деловые подарки и сувениры.
41. Порядок приветствий, представлений и знакомств. Телефонный этикет. Этикет мобильной связи. Этикет официальных мероприятий.
42. Национально-культурные ценности в профессиональной этике представителей разных национальностей.
43. Традиции представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
44. Нравы представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
45. Привычки представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
46. Противоречия общей этики, реальности и кодексов профессиональной этики.
47. Правила нравственного поведения в конкретных профессионально-деловых ситуациях.
48. Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач.
49. Способы управления коллективом при решении им исследовательских и производственных работ.
50. Методы предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, исходя из особенностей представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
51. Директивные и демократические формы управленческого общения.
52. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой.
53. Первый и второй законы управленческого общения.
54. Приемы формирования аттракции.
55. Принципы общения между членами коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач.
56. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия.
57. Виды конфликтов.
58. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе. Способы и приемы предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий
59. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов.
60. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов.
61. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях
62. Прототипы имиджа, носители имиджа. Цели формирования имиджа. Стратегии формирования имиджа. Организационные тактики и тактики воздействия.
63. Психологические тактики воздействия на сознание. Теория ожиданий и мотиваций. Принципы развития личности с целью порождения у него способностей к креативной деятельности.
64. Зависимость содержания имиджа от профессии и должности.
65. Умение работать в коллективе, сопоставляя свои интересы с интересами коллектива в целом.

66. Понятие имиджмейкерства. Приоритетные задачи имиджмейкинга.
67. Виды индивидуального имиджа: габитарный, овеществленный, вербальный, кинетический и средовый.
68. Стили в одежде: классический, деловой, стиль Шанель. Обувь. Аксессуары: ювелирные украшения, очки, портфель/сумка, портмоне, зонт, мобильный телефон, ручка, зажигалка, часы. Ухоженность. Манера держаться. Одежда для приемов.

**ИД-2 (УК-5)** Умеет обеспечивать и поддерживать взаимопонимание между представителями различных культур и навыки общения в мире культурного многообразия

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет анализировать и учитывать разнообразие культур | ПР05 |
| Умеет применять на практике навыки общения в мире культурного многообразия, создавая и поддерживая взаимопонимание между представителями разных национальностей | ПР06, СР06 |

Задание к деловой игре «Проведение делового совещания» ПР05

1.Учебная группа определяется с выбором руководителя подразделения.
2. Распределяются роли членов группы.
3. Среди членов коллектива, присутствующих на совещании, есть представители разных культур.
3. Выбирается проблема для обсуждения на совещании.
4. Совещание.
5. Итог совещания.
6. Обсуждение итогов совещания (анализ межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели).

Задание к деловой игре «Проведение переговоров» ПР06

1.Учебная группа делится на две подгруппы.
2.Каждая из них является сторонами переговоров.
3. Выбирается проблема для обсуждения на переговорах.
4. Переговоры.
5. Итог переговоров.
6. Обсуждение итогов деловой игры.

Темы доклада СР06

1. Национально-культурные ценности в профессиональной этике представителей разных национальностей.
2. Традиции представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
3. Нравы представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
4. Привычки представителей разных культур, их влияние на состояние профессиональной среды.
5. Противоречия общей этики, реальности и кодексов профессиональной этики.
6. Правила нравственного поведения в конкретных профессионально-деловых ситуациях.

**ИД-3 (УК-5)** Владеет методами предупреждения и разрешения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Владеет методами предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, учитывая особенности представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия | ПР07 |
| Владеет способами и приемами предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий | ПР08, СР10 |

Задания к опросу ПР07

1. Основы управления коллективом и создание благоприятного психологического климата с позиции достижения им общих целей и поставленных конкретных задач.
2. Способы управления коллективом при решении им исследовательских и производственных работ.
3. Методы предупреждения возможных конфликтных ситуаций в межкультурной коммуникации, исходя из особенностей представителей отдельных общностей, имеющих социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
4. Директивные и демократические формы управленческого общения.
5. Эффективное управленческое общение, закономерности общения и способы управления индивидом и группой.
6. Первый и второй законы управленческого общения.
7. Приемы формирования аттракции.

Вопросы к контрольной работе ПР08

1. Принципы общения между членами коллектива с целью поддержания хорошего социально-психологического климата, способствующего решению поставленных задач.
2. Методы и навыки эффективного межкультурного взаимодействия.
3. Виды конфликтов.
4. Психологические особенности управления конфликтом в рабочей группе.

Способы и приемы предотвращения возможных конфликтных ситуаций, возникающих на почве социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий

5. Роль руководителя в разрешении организационных конфликтов.
6. Действия по преодолению спорных ситуаций. Виды кризисов.
7. Владение навыками поведения и принятия решений в нестандартных ситуациях.

Темы реферата СР010

1.Особенности конфликтов в организации
2. Социальные функции организационных конфликтов
3. Признаки конфликтной ситуации в организации
4. Структура организационного конфликта
5. Способы предупреждения конфликтов
6. Стадии конфликта в организации
7. Причины организационных конфликтов
8. Движущие силы организационных конфликтов
9. Латентная стадия организационного конфликта
10. Инцидент и провокация, их роль в конфликте
11. Организаторы конфликта
12. Предпосылки возникновения конфликтов в организации

13. Методы диагностики конфликтных ситуаций в организации
14. Формы и способы регулирования конфликтов
15. Типы организационных конфликтов
16. Динамика межгрупповых конфликтов
17. Организационные конфликты и их виды
18. Деловые и межличностные конфликты
19. Конфликт между руководителем и подчиненным: причины и способы регулирования
20. Производственные конфликты
21. Трудовые споры как конфликт
22. Забастовка как трудовой конфликт: виды, формы, способы регулирования
23. Способы регулирования конфликтов в организации
24. Социальная технология регулирования конфликтов в организации
25. Роль посредников в управлении конфликтами в организации
26. Формы посредничества в регулировании конфликтов в организации
27. Переговоры как средство достижения компромисса
28. Правила проведения переговоров по урегулированию конфликтов
29. Компромисс как способ урегулирования конфликтов
30. Роль насилия в управлении конфликтами в организации
31. Индустриальные конфликты и социальное партнерство
32. Руководитель и коллектив: управление конфликтами
33. Психология конфликта в организации
34. Манипулирование в конфликтных ситуациях, его формы и влияние на динамику конфликта
35. Манипулятивные игры в конфликтных ситуациях
36. Манипулятивные игры руководителя в конфликтах
37. Манипулятивные игры подчиненных в конфликтах
38. Этика конфликта
39. Этика в регулировании конфликтных ситуаций
40. Этикет в регулировании конфликтных ситуаций
41. морально-психологические аспекты поведения человека в конфликте
42. Роль руководителя коллектива в регулировании конфликтов
43. Роль профсоюзов в регулировании и разрешении трудовых конфликтов
44. Роль административной власти в регулировании конфликтов.
45. Диагностика социальной напряженности в организации
46. Прогнозирование конфликтов в организации
47. Стратегия и тактика в регулировании организационных конфликтов
48. Основные правила разрешения конфликтов
49. Предупреждение организационных конфликтов
50. Последствия конфликтов в организации

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Опрос | даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Деловая игра | активное участие студентов группы, подведены итоги, сформулированы выводы |
| Контрольная работа | содержание всех вопросов раскрыто |
| Доклад | тема доклада раскрыта, сформулированы выводы;<br>соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу) |
| Реферат | тема реферата раскрыта;<br>использованы рекомендуемые источники;<br>соблюдены требования к объему и оформлению реферата |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.03 Нормативные основы и организация научно-исследовательской деятельности***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***«Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| | | |
|---|---|---|
| д.т.н., зав. кафедрой | | Н.Ц. Гатапова |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

| | | |
|---|---|---|
| **Заведующий кафедрой** | | Н.Ц. Гатапова |
| | подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий** | |
| ИД-1 (УК-1) Знание способов поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов | Знает способы поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов |
| ИД-2 (УК-1) Умение анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций | Умеет анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций |
| ИД-3 (УК-1) Умение вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач | Умеет вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач |
| **УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели** | |
| ИД-1 (УК-3) Знание методов эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы | Знает методы эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы |
| ИД-2 (УК-3) Умение анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде | Умеет анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде |
| ИД-3 (УК-3) Умение разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач | Умеет разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач |
| **УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки** | |
| ИД-1 (УК-6) Умение ис- | Умеет использовать творческий потенциал в рамках профессио- |

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| пользовать творческий потенциал в рамках профессиональной деятельности | нальной деятельности |
| ИД-2 (УК-6) Умение объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития | Умеет объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития |
| ИД-3 (УК-6) Владение навыками решения нестандартных и творческих задач | Владеет навыками решения нестандартных и творческих задач |
| **ОПК-1 Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок** | |
| ИД-1 (ОПК-1) Знание методов организации научно-исследовательских работ | Знает методы организации научно-исследовательских работ |
| ИД-2 (ОПК-1) Знание области практического применения изучаемых объектов профессиональ-ной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях | Знает область практического применения изучаемых объектов профессиональной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях |
| ИД-3 (ОПК-1) Умение формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго-ресурсосбережения | Умеет формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго- ресурсосбережения |
| ИД-4 (ОПК-1) Умение планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию | Умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 1 семестр |
| ***Контактная работа*** | **52** |
| занятия лекционного типа | 16 |
| лабораторные занятия | |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **128** |
| ***Всего*** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1.** ***Методологические основы научного познания и творчества.***

Теоретические и экспериментальные исследования: сущность, методы, применение в исследованиях технологических процессов и аппаратов. Основные этапы развития науки в области процессов и аппаратов химической технологии.

**Тема 2.** ***Научно-техническая информация: способы обобщения и анализа для постановки научно-исследовательских работ.***

Справочно-информационные фонды и справочно-поисковый аппарат. Библиография и периодические издания по тематике исследования. Государственная система научно-технической информации. Библиографические списки к научно-техническим отчетам и диссертационным работам с учетом требований ГОСТ.

**Тема 3.** ***Экспериментальное исследование и его использование в процессах и аппаратах химической технологии.***

Задача эксперимента и его виды. Стратегия и тактика эксперимента. Измерительная информация (экспериментальные данные), их роль в процессе познания. Обработка и анализ экспериментальных данных. Применение вычислительной техники в научных исследованиях.

**Тема 4.** ***Планирование эксперимента.***

Общая характеристика проблемы планирования эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент.

**Тема 5.** ***Экспериментальная техника и обработка экспериментальных данных.***

Предварительная обработка результатов измерений. Сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых измерений (с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения). Обработка результатов косвенных измерений. Представление результатов эксперимента.

Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей.

**Тема 6.** ***Физическое моделирование в технологических процессах и аппаратах.***

Правила обеспечения подобия в модели и в образце. Примеры моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании. Специальное, приближенное и последовательное физическое моделирование. Подобие и масштабный переход.

**Тема 7.** ***Научно-техническое творчество и его роль в профессиональной деятельности.***

Факторы, определяющие эффективность творчества. Основные вопросы психологии творчества. Связь отдельных этапов творчества с индивидуальными чертами творческой личности. Методы интенсивного творчества. Методы поиска идей: мозговой штурм, синектика, ликвидация тупиковых ситуаций и пр. Классификация изобретательских задач. Противоречия и их разрешение. Законы развития технических систем. Вепольный анализ, виды веполей и методы их преобразования. Тактика решения задач с использованием ал-

горитма решения изобретательских задач (АРИЗ). Идеальный конечный результат и способы его достижения. Таблицы применения физических эффектов, явлений и технических приемов

**Тема 8.** ***Виды технических решений и их признаки.***

Новизна, существенные отличия, положительный эффект. Объекты изобретения. Объекты, не признаваемые изобретениями. Патентная документация и информация, их поиск. Классификация изобретений. Изобретение как объект интеллектуальной собственности. Правовая охрана и реализация российских изобретений за рубежом.

**Тема 9.** ***Типовая структура научного исследования в процессах и аппаратах химической технологии.***

План НИР ( в том числе, магистерской диссертации). Характеристика основных этапов работы. Формулирование цели и задач работы. Содержание и требования к оформлению публикаций, научно-технических отчетов, авторефератов и диссертаций.

Практические занятия

ПР01. Методологические основы научного познания и творчества.

ПР02. Научно-техническая информация: способы обобщения и анализа для постановки научно-исследовательских работ.

ПР03. Экспериментальное исследование и его использование в процессах и аппаратах химической технологии.

ПР04. Планирование эксперимента.

ПР05. Экспериментальная техника и обработка экспериментальных данных.

ПР06. Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей.

ПР07. Физическое моделирование в технологических процессах и аппаратах.

ПР08. Виды технических решений и их признаки.

ПР09. Типовая структура научного исследования в процессах и аппаратах химической технологии.

Самостоятельная работа:

СР01. Библиография и периодические издания по тематике исследования.

СР02. Применение вычислительной техники в научных исследованиях

СР03. Теоретические предпосылки построения математических моделей.

СР03. Обработка и представление результатов эксперимента.

СР03. Основные вопросы психологии творчества. Связь отдельных этапов творчества с индивидуальными чертами творческой личности.

СР03. Основные вопросы психологии творчества. Связь отдельных этапов творчества с индивидуальными чертами творческой личности.

СР03. Правовая охрана и реализация российских изобретений за рубежом.

# 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

## 4.1. Учебная литература

1. Краснянский. М. Н. Современные методы организации научно-исследовательской и инновационной деятельности/ Учебн. пособие // М.Н. Краснянский и др.- Тамбов: изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014.- 96 с.

2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие для вузов / И. Б. Рыжков. — 5-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-9041-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183756 (дата обращения: 14.02.2023).

3. Глинкин Е.И. Техника творчества [Электронный ресурс]: монография / Е. И. Глинкин. - Тамбов: ТГТУ, 2010. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий" . http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2010/glinkin-a.pdf

4. Научно-исследовательская практика магистрантов [Электронный ресурс]: метод. рекомендации / С. И. Дворецкий, Е. И. Муратова, А. А. Ермаков [и др.]. - Тамбов: ТГТУ, 2006. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий" http://tstu.ru/book/elib/pdf/2006/dvorez.pdf

5. Серов, Е. Н. Научно-исследовательская подготовка магистров : учебное пособие / Е. Н. Серов, С. И. Миронова. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 56 с. — ISBN 978-5-9227-0621-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/66835.html (дата обращения: 14.02.2023).

## 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом Ваша самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения Вам рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;
- решая упражнение или задачу, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать; наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901; |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория Компьютерного моделирования | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютеры, принтер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01. | Методологические основы научного познания и творчества. | опрос |
| ПР02. | Научно-техническая информация: способы обобщения и анализа для постановки научно-исследовательских работ. | опрос |
| ПР03. | Экспериментальное исследование и его использование в процессах и аппаратах химической технологии. | опрос |
| ПР04. | Планирование эксперимента. | опрос |
| ПР05. | Экспериментальная техника и обработка экспериментальных данных. | опрос |
| ПР06. | Физическое моделирование в технологических процессах и аппаратах. | опрос |
| ПР07. | Виды технических решений и их признаки. | опрос |
| ПР08. | Типовая структура научного исследования в процессах и аппаратах химической технологии. | опрос |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 1 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (УК-1) Знание способов поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает способы поиска, анализа и систематизации научно-технической информации в области энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов и аппаратов | ПР02, Экз01 |

Задания к опросу ПР02

1. Поиск, накопление и обработка научной информации. Документальные источники информации. Анализ документов.
2. Поиск и накопление научной информации
3. Электронные формы информационных ресурсов
4. Обработка научной информации, её фиксация и хранение

ИД-2 (УК-1) Умение анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет анализировать современные научные достижения, использовать системный подход при решении проблемных ситуаций | ПР01, Экз01 |

ИД-3 (УК-1) Умение вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет вырабатывать стратегию и варианты решения научно-исследовательских задач | ПР01, Экз01 |

Задания к опросу ПР01

1. Общие понятия о науке. Основные этапы развития науки. Классификация наук.
2. Общие закономерности развития науки. Структура научного знания.
3. Критерии научности знания. Классификация научного знания. Методология науки. Нормы научной этики.
4. Цель и задачи научного познания. Принципы научного познания. Проблема истины в научном познании.

ИД-1 (УК-3) Знание методов эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает методы эффективного руководства командой при выполнении проектов и научно-исследовательской работы методы организации научно-исследовательских работ | ПР08, Экз01 |

ИД-2 (УК-3) Умение анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет анализировать и организовать межличностные коммуникации в команде | ПР08, Экз01 |

ИД-3 (УК-3) Умение разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умение разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели при решении профессиональных задач | ПР08, Экз01 |

ИД-1 (УК-6) Умение использовать творческий потенциал в рамках профессиональной деятельности

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет использовать творческий потенциал в рамках профессиональной деятельности | ПР08, Экз01 |

ИД-2 (УК-6) Умение объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет объективно оценивать свой профессиональный уровень и осознавать необходимость саморазвития | ПР08, Экз01 |

Задания к опросу ПР08.

1. Организация процесса проведения научного исследования. Концептуальная стадия научного исследования
2. Стадия технологической подготовки научного исследования.
3. Стадия проведения научного исследования.
4. Стадия оформления результатов научного исследования.
5. Основные требования к диссертационной работе.
6. Методологический аппарат диссертационного исследования.
7. Состав и структура диссертационного исследования.
8. Виды научных публикаций.
9. Основные требования к автореферату диссертации.
10. Структурная организация научного коллектива и методы управления научными исследованиями.
11. Основные принципы организации деятельности научного коллектива.
12. Методы сплочения научного коллектива.
13. Психологические аспекты взаимоотношений руководителя и подчиненного.

ИД-3 (УК-6) Владение навыками решения нестандартных и творческих задач

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Владение навыками решения нестандартных и творческих задач | ПР07, Экз01 |

Задания к опросу ПР07.

1. Что такое патент?
2. Что может являться объектом изобретения?
3. Что можно отнести к веществам как объектам изобретения?
4. Какие изобретения не могут быть признаны патентоспособными?
5. Какие условия патентоспособности полезной модели вам известны?
6. Что такое патентный поиск?
7. Как осуществлять патентный поиск?
8. Каковы цели патентного поиска?
8. Какие виды патентного поиска вам известны?

ИД-1 (ОПК-1) Знание методов организации научно-исследовательских работ

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает методы организации научно-исследовательских работ | ПР08, Экз01 |

Задания к опросу ПР08.

1. Структурная организация научного коллектива и методы управления научными исследованиями.
2. Основные принципы организации деятельности научного коллектива.
3. Методы сплочения научного коллектива.
4. Психологические аспекты взаимоотношений руководителя и подчиненного.

ИД-2 (ОПК-1) Знание области практического применения изучаемых объектов профессиональной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает области практического применения изучаемых объектов профессиональной деятельности, основные методы исследования, применяемые в исследуемых областях | ПР03, Экз01 |

Задания к опросу ПР03
1. Теоретические и экспериментальные исследования
2. Методы и особенности теоретических исследований
3. Структура и модели теоретического исследования
4. Общие сведения об экспериментальных исследованиях
5. Методика и планирование эксперимента
6. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований
7. Организация рабочего места экспериментатора
8. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента

ИД-3 (ОПК-1) Умение формулировать научно-исследовательские задачи в области реализации энерго-ресурсосбережения

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет формулировать научно-исследовательские задачи в в области реализации энерго- ресурсосбережения | ПР01, Экз01 |

Задания к опросу ПР01
1. Основные этапы развития науки в области процессов и аппаратов химической технологии.
2. Проблемы энерго- и ресурсосбережения в технологических процессах и аппаратах.
3. Анализ современных научных подходов в области энерго- иресурсосбережения

ИД-4 (ОПК-1) Умение планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, статистическую обработку результатов и осуществлять их корректную интерпретацию | ПР03, ПР04, ПР05, Экз01 |

Задания к опросу ПР04.
1. В чем заключается планирование эксперимента?
2. Полный факторный эксперимент.
3. Дробный факторный эксперимент.

Задания к опросу ПР05
1. Какие виды совокупности измерений вам известны?
2. Что такое доверительная вероятность измерения?
3 Как определить минимальное количество измерений?
4. Какие задачи у теории измерений?
5 Проверка экспериментальных данных на точность.

6. Проверка экспериментальных данных на достоверность.
7. Воспроизводимость результатов.
8. Методы графической обработки экспериментальных результатов.

Задания к опросу ПР06.

1. Проведение эксперимента.
2. Подготовка эксперимента, выбор методик исследования.
3. Метрологическое обеспечение работы.
4. Оценка эффективности использования различных инструментальных методов.
5. Проведение экспериментов на лабораторной и полупромышленной установках; особенности их подготовки и проведения. Определение необходимого объема экспериментов на таких установках. Вопросы масштабного перехода.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01.

1. Сущность, методы, и примеры применения теоретических и экспериментальных исследований в технологических процессах и аппаратах.
2. Основные этапы развития науки в области процессов и аппаратов химической технологии.
3. Справочно-информационные фонды и справочно-поисковый аппарат.
4. Библиография и периодические издания по тематике исследования.
5. Государственная система научно-технической информации.
6. Библиографические списки к научно-техническим отчетам и диссертационным работам с учетом требований ГОСТ.
7. Задача эксперимента и его виды.
8. Стратегия и тактика эксперимента.
9. Измерительная информация (экспериментальные данные), их роль в процессе познания.
10. Обработка и анализ экспериментальных данных. Применение вычислительной техники в научных исследованиях.
11. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента.
12. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов.
13. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента.
14. Дробный факторный эксперимент.
15. Предварительная обработка результатов измерений. Сглаживание экспериментальных данных.
16. Обработка результатов прямых измерений (с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения).
17. Обработка результатов косвенных измерений. Представление результатов эксперимента.
18. Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей.
19. Правила обеспечения подобия в модели и в образце при физическом моделировании.
20. Примеры физического моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании.
21. Подобие и масштабный переход.
22. Факторы, определяющие эффективность творчества.
23. Связь отдельных этапов творчества с индивидуальными чертами творческой личности.

24. Методы интенсивного творчества. Методы поиска идей: мозговой штурм, синектика, ликвидация тупиковых ситуаций и пр.
25. Классификация изобретательских задач. Противоречия и их разрешение.
26. Законы развития технических систем.
27. Вепольный анализ, виды веполей и методы их преобразования.
28. Тактика решения задач с использованием алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ). Идеальный конечный результат и способы его достижения. Таблицы применения физических эффектов, явлений и технических приемов
29. Новизна, существенные отличия, положительный эффект технических решений.
30. Объекты изобретения. Объекты, не признаваемые изобретениями.
31. Патентная документация и информация, их поиск. Классификация изобретений.
32. Изобретение как объект интеллектуальной собственности. Правовая охрана и реализация российских изобретений за рубежом.
33. Планирование НИР. Характеристика основных этапов работы.
34. Формулирование цели и задач НИР.
35. Содержание и требования к оформлению публикаций, научно-технических отчетов, авторефератов и диссертаций.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Опрос | даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Доклад | тема доклада раскрыта, сформулированы выводы;<br>соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу); |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.04_ Теория и техника физического моделирования и эксперимента***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| | | |
|---|---|---|
| д.т.н., доцент | | А.Н. Пахомов |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | |
|---|---|
| | Н.Ц. Гатапова |
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты** | |
| ИД-1 (ОПК-2)<br>Знание методов и техники измерений основных технологических параметров | Знает физические величины, их единицы и измерения. Классификация измерений Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс. |
| ИД-2 (ОПК-2)<br>Умение оценивать погрешности измерений, обрабатывать и анализировать экспериментальные данные | Умеет использовать физический эксперимент как метод научного познания, качественный и количественный эксперимент, прямой и модельный эксперимент, промышленный эксперимент, активный и пассивный эксперимент, измерения в экспериментальных исследованиях. |
| | Знает способы решения конкретных технологических задач. |
| ИД-3 (ОПК-2)<br>Знание теории подобия и техники физического моделирования и эксперимента | Умеет обрабатывать результаты косвенных измерений; обрабатывать экспериментальные данные при совместных измерениях; представление результатов эксперимента. |
| | Знает способы обработки экспериментальных данных и представление результатов эксперимента. |
| ИД-4 (ОПК-2)<br>Владение навыками проведения экспериментов и испытаний с использованием современного лабораторного оборудования | Владеет навыками применять на практике анализ состава газов; химические, тепловые, оптические газоанализаторы; хроматографические газоанализаторы. |
| | Умеет сглаживать экспериментальные данные. |
| | Знает элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений. |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 2 семестр |
| ***Контактная работа*** | **52** |
| занятия лекционного типа | - |
| лабораторные занятия | 16 |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **128** |
| ***Всего*** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Раздел 1.** Общие сведения.

**Тема 1.** Физический эксперимент как метод научного познания. Качественный и количественный эксперимент. Прямой и модельный эксперимент. Промышленный эксперимент. Активный и пассивный эксперимент. Измерения в экспериментальных исследованиях.

**Тема 2.** Общие сведения об измерениях. Физические величины, их единицы и измерения. Классификация измерений Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс.

**Тема 3.** Погрешности измерений и их оценка. Абсолютная и относительная погрешность измерений. Систематическая и случайная погрешность измерений. Оценка и учет случайных погрешностей.

**Тема 4.** Средства измерений. Структура средств измерений. Метрологические характеристики. Оценка погрешностей при измерениях. Влияние условий измерения на погрешности средств измерений.

Лабораторные работы:
ЛР01. Определение поля скоростей в трубопроводе круглого сечения.

Практические занятия:
ПР01. Решение задач. Абсолютная и относительная погрешность измерений

Самостоятельная работа:
СР01. Подготовить реферат:
1. Роль науки и техники в жизни человеческого общества.
2. Основные методы проведения научных исследований и регламентация их использования.

**Раздел 2.** Элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений.

**Тема 5.** Случайные события и вероятность. Формула полной вероятности и формула Байеса. Принцип игнорирования маловероятных событий. Некоторые законы распределения непрерывной случайной величины. Характеристики случайны величин.

**Тема 6**. Статистические оценки и статистическая проверка гипотез. Выборочный метод в математической статистике. Свойства статистических оценок. Статистические характеристики выборки как оценки параметров распределения. Интервальные оценки параметров распределения. Статистическая проверка гипотез о среднем значении, о законе распределения, со сравнением дисперсий.

**Тема 7.** Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей. Линейная регрессия и корреляция. Доверительные оценки коэффициента корреляции. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.

Лабораторные работы
ЛР02. Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов.

Практические занятия:
ПР02. Решение задач. Статистические оценки и статистическая проверка гипотез

Самостоятельная работа:

СР02. Подготовить реферат:

1. Основные источники и методы поиска научной информации для исследования деятельности химических производств.

2. Основные приемы и методы работы с источниками научно- технической информации.

**Раздел 3.** Подготовка и проведение измерительного эксперимента.

**Тема 8.** Подготовка и выполнений измерений. Постановка задачи измерений. Обеспечение необходимых условий для измерений. Выбор метода, средств и числа измерений. Разработка методики выполнения измерений и оценка результирующей погрешности.

**Тема 9.** Обработка экспериментальных данных и представление результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов измерений. Сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых измерений ( с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения). Обработка результатов косвенных измерений. Обработка экспериментальных данных при совместных измерениях. Представление результатов эксперимента.

Лабораторные работы

ЛР03. Определение вязкости жидкостей с помощью вискозиметра Гэпплера.

Практические занятия:

ПР03. Решение задач. Обработка экспериментальных данных.

Самостоятельная работа:

СР03. Подготовить реферат:

1. Рабочее место экспериментатора и его организация. Влияние психологических факторов на ход и качество экспериментов.

2. Основные приемы и методы оформления рукописи научной работы.

**Раздел 4.** Планирование многофакторного эксперимента.

**Тема 10.** Общая характеристика проблемы планирования эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов.

**Тема 11.** Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Планирование экстремальных экспериментов (метод Гаусса-Зейделя, метод градиента, метод крутого восхождения, симплексный метод).

Лабораторные работы

ЛР04. Экспериментальное изучение процесса ультрафильтрации.

ЛР05. Экспериментальное изучение процесса обратного осмоса

ЛР06. Экспериментальное изучение кинетики кондуктивной сушки

Практические занятия:

ПР04. Решение задач. Обработка и анализ данных полного факторного эксперимента.

Самостоятельная работа:

СР04. Подготовить реферат:

1. Методологические основы научно-исследовательской работы.

2. Приборы и оборудование для исследований процесса теплообмена.

**Раздел 5.** Теория подобия и физическое моделирование.

**Тема 12.** Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. π- теорема анализа размерностей. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений. Критерии гидромеханического подобия. Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэлея-Павлушенко). Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.

**Тема 13.** Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы). Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных данных. Графическая обработка. Выявление выбросов и границ режимов.

Лабораторные работы
ЛР07. Экспериментальное изучение кинетики и скорости испарения растворителей.
ЛР08. Экспериментальное изучение кинетики сушки капель дисперсных материалов

Практические занятия:
ПР05. Решение задач. Получение критериев подобия.

Самостоятельная работа:
СР05. Подготовить реферат:
1. Приборы и оборудование для исследований процесса массообмена.
2. Приборы и оборудование для исследований гидромеханических процессов.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Костин В.Н. Теория эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Костин, В.В. Паничев. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 209 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30132.html

2. Румянцев А.В. Теория и практика теплофизического эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Румянцев. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. — 72 с. — 978-5-9971-0119-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23939.html

3. Шустрова М.Л. Основы планирования экспериментальных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.Л. Шустрова, А.В. Фафурин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 84 с. — 978-5-7882-1924-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62523.html

4. Основы теории и техники физического моделирования и эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. Ц. Гатапова, А. Н. Колиух, Н. В. Орлова [и др.]. - Тамбов: ТГТУ, 2014. - 77 с. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. ЭОР в форме электронных документов"., http://www.tstu.ru/book/elib2/pdf/2014/gatapova1.pdf

5. Пахомов А.Н. Моделирование и расчет кинетики сушки жидких дисперсных продуктов на подложках [Электронный ресурс]: моногр. / А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова,, Ю. В. Пахомова. - Тамбов: ТГТУ, 2016. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий" ., http://tstu.ru/book/elib/pdf/2016/gatapova.pdf

6. Ковель А.А. Инженерные аспекты математического планирования эксперимента [Электронный ресурс] : монография / А.А. Ковель. — Электрон. текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 117 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66909.html

7. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. — 41 с. — 978-5-7264-1014-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30033.html

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория диффузионных твердофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: сушилка барабанная, сушилка конвективная. | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория мембранных процессов и жидкостной экстракции. | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: установка ультрафильтрационная, установка обратноосмотическая, установка электродиализная | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория «Энерго- и ресурсосберегающие процессы и аппараты». | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: большая циркуляционная сушилка, сушилка кондуктивная | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и досту- | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | пом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Определение поля скоростей в трубопроводе круглого сечения. | защита |
| ЛР02. | Определение гидравлических сопротивлений трубопроводов. | защита |
| ЛР03. | Определение вязкости жидкостей с помощью вискозиметра Гэпплера. | защита |
| ЛР04. | Экспериментальное изучение процесса ультрафильтрации. | защита |
| ЛР05. | Экспериментальное изучение процесса обратного осмоса | защита |
| ЛР06. | Экспериментальное изучение кинетики кондуктивной сушки | защита |
| ЛР07. | Экспериментальное изучение кинетики и скорости испарения растворителей. | защита |
| ЛР08. | Экспериментальное изучение кинетики сушки капель дисперсных материалов | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 2 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ОПК-2)** Знание методов и техники измерений основных технологических параметров

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает физические величины, их единицы и измерения. Классификация измерений Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс. | Экз01 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Физический эксперимент как метод научного познания.
2. Качественный и количественный эксперимент.
3. Прямой и модельный эксперимент.
4. Промышленный эксперимент.
5. Активный и пассивный эксперимент.
6. Измерения в экспериментальных исследованиях.

**ИД-2 (ОПК-2)** Умение оценивать погрешности измерений, обрабатывать и анализировать экспериментальные данные

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает способы решения конкретных технологических задач. | Экз01 |
| Умеет использовать физический эксперимент как метод научного познания, качественный и количественный эксперимент, прямой и модельный эксперимент, промышленный эксперимент, активный и пассивный эксперимент, измерения в экспериментальных исследованиях. | ЛР01, ЛР02 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Физические величины, их единицы и измерения.
2. Классификация измерений. Принципы, методы и методики измерений. Измерение как информационный процесс.
3. Погрешности измерений и их оценка.
4. Абсолютная и относительная погрешность измерений.
5. Систематическая и случайная погрешность измерений.
6. Оценка и учет случайных погрешностей.

*Вопросы к защите ЛР01, ЛР02*

1. Средства измерений. Структура средств измерений. Метрологические характеристики.
2. Оценка погрешностей при измерениях. Влияние условий измерения на погрешности средств измерений.

**ИД-3 (ОПК-2)** Знание теории подобия и техники физического моделирования и эксперимента

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает способы обработки экспериментальных данных и представление результатов эксперимента. | Экз01 |
| Умеет обрабатывать результаты косвенных измерений; обрабатывать экспериментальные данные при совместных измерениях; представление результатов эксперимента. | ЛР03, ЛР04 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений.
2. Случайные события и вероятность.
3. Формула полной вероятности и формула Байеса.
4. Принцип игнорирования маловероятных событий.
5. Некоторые законы распределения непрерывной случайной величины. Характеристики случайны величин.
6. Статистические оценки и статистическая проверка гипотез.
7. Выборочный метод в математической статистике.

*Вопросы к защите ЛР03, ЛР04*

1. Свойства статистических оценок. Статистические характеристики выборки как оценки параметров распределения.
2. Интервальные оценки параметров распределения. Статистическая проверка гипотез о среднем значении, о законе распределения, со сравнением дисперсий.

**ИД-4 (ОПК-2)** Владение навыками проведения экспериментов и испытаний с использованием современного лабораторного оборудования

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает элементы теории вероятностей и математической статистики в задачах обработки результатов измерений. | Экз01 |
| Умеет сглаживать экспериментальные данные. | ЛР05, ЛР06, ЛР07, ЛР08 |
| Владеет навыками применять на практике анализ состава газов; химические, тепловые, оптические газоанализаторы; хроматографические газоанализаторы. | ЛР05, ЛР06, ЛР07, ЛР08 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Аппроксимация экспериментальных данных и статистический анализ корреляционных зависимостей.
2. Линейная регрессия и корреляция. Доверительные оценки коэффициента корреляции.
3. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия.
4. Подготовка и выполнений измерений. Постановка задачи измерений. Обеспечение необходимых условий для измерений.
5. Выбор метода, средств и числа измерений. Разработка методики выполнения измерений и оценка результирующей погрешности.
6. Обработка экспериментальных данных и представление результатов эксперимента. Предварительная обработка результатов измерений.
7. Сглаживание экспериментальных данных. Обработка результатов прямых измерений (с однократным наблюдением, с многократным наблюдением, неравноточные измерения).
8. Обработка результатов косвенных измерений. Обработка экспериментальных данных при совместных измерениях. Представление результатов эксперимента.

9. Общая характеристика проблемы планирования эксперимента. Характеристика объектов исследования и задачи, решаемые с использованием методов планирования эксперимента. Теоретические предпосылки построения математических моделей и критерии оптимальности планов.
10. Критерии гидромеханического подобия. Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэлея-Павлушенко). Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.
11. Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы). Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных данных. Графическая обработка. Выявление выбросов и границ режимов.
12. Физическое моделирование. Правила обеспечения подобия в модели и в образце. Примеры моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании. Специальное, приближенное и последовательное физическое моделирование. Подобие и масштабный переход.
13. Аналогия дифференциальных уравнений переноса. Методы аналогии. Примеры аналогового моделирования (гидроинтеграторы, проводящие среды, тепло-гидравлическая, тепло-диффузионная, “тройная” аналогия, электро-аналогия).

*Вопросы к защите ЛР05, ЛР06*

1. Планирование, обработка и анализ данных полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Планирование экстремальных экспериментов (метод Гаусса-Зейделя, метод градиента, метод крутого восхождения, симплексный метод).
2. Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. π- теорема анализа размерностей. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений.

*Вопросы к защите ЛР07, ЛР08*

1. Измерение температур. Термометры расширения. Термопреобразователи сопротивления. Термоэлектрические преобразователи. Пирометры. Контактные термометры.
2. Измерение давления, уровня и расхода. Жидкостные манометры и дифманометры. Уровнемеры для жидкостей и сыпучих материалов. Расходомеры с сужающими устройствами. Расходомеры постоянного перепада давления.
3. Измерение влажности воздуха и газов. Измерение влажности твердых веществ.
4. Измерение теплофизических свойств веществ. Определение плотности жидкостей и газов. Измерение теплопроводности. Измерение вязкости.
5. Анализ состава газов. Химические, тепловые, оптические газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы.
6. Анализ состава жидкостей. Кондуктометрический метод анализа растворов. Оптический метод анализа состава жидкостей.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.05_ Принципы энерго- и ресурсосбережения***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | А.Н. Колиух |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой** _____ Н.Ц. Гатапова

подпись инициалы, фамилия

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку** | |
| ИД-2 (ОПК-3) Знание основных видов энергоресурсов и технологических нормативов | знает основные виды энергоресурсов, технологические нормативы, нормы экологической безопасности производства |
| ИД-3 (ОПК-3) Знание показателей эффективности, принципов и методов энерго- и ресурсосбережения | знает показатели эффективности, принципы и методы энерго- и ресурсосбережения |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 1 семестр |
| ***Контактная работа*** | **68** |
| занятия лекционного типа | 32 |
| лабораторные занятия | - |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **148** |
| ***Всего*** | **216** |

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме экзамена.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Основы инженерно-экономической оптимизации теплоиспользующего оборудования**

Основные способы переноса тепла. Основы расчета теплообменных процессов и оборудования. Основные понятия инженерно-экономической оптимизации. Пример оптимизации теплообменника.

Самостоятельная работа:
СР01. Перенос тепла с помощью теплопроводности;
СР02. Перенос тепла с помощью конвекции;
СР03. Критерии инженерно-экономической оптимизации.

Практические занятия:
ПР01. Теплообменные процессы и оборудование
ПР02. Оптимизация теплообменника

**Тема 2. Особенности оптимизации теплоиспользующего оборудования**

Поверхностные теплообменники. Аппараты с нагревом насыщенным водяным паром. Теплообменники смешения. Нагрев острым паром. Теплообменники регенераторы.

СР04. Схемы аппаратов, используемых для нагрева и охлаждения.
СР05. Теория тепловых процессов, методы расчета коэффициента теплопередачи.

**Тема 3. Способы нагрева – охлаждения. Промышленные теплоносители и хладагенты**

Промышленные способы нагрева – охлаждения. Промышленные теплоносители и хладагенты. Требования к теплоносителям и хладагентам. Сравнение и выбор оптимального способа нагрева – охлаждения.

Самостоятельная работа:
СР05. Виды промышленных теплоносителей и хладагентов.

**Тема. 4. Энергосбережение в процессах получения холода**

Основы получения холода. Цикл Карно. T-S, P-I диаграммы. Построение циклов. Сжижение газов.

Самостоятельная работа:
СР06. Основные узлы в парокомпрессионной холодильной установки.
СР07. Принцип работы парокомпрессионной холодильной установки.

Практические занятия:
ПР03. Построение парокомпрессионных холодильных циклов.

**Тема 5. Энергосбережение в процессах выпаривания**

Многокорпусные выпарные установки. Энергосбережение. Теплоутилизация. Предельное и оптимальное число корпусов. Выпарные аппараты и дистилляторы с тепловым насосом.

Самостоятельная работа:

СР08. Способы распределения полезной разности температур по корпусам выпарной установки;

СР09. Температурные потери в выпарном аппарате.

Практические занятия:

ПР04. Расчет и оптимизация выпарного аппарата.

**Тема 6. Тепловая изоляция**

Цели и способы тепловой изоляции. Тепловая изоляция и энергосбережение с помощью паровой рубашки. Расчет и оптимизация тепловой изоляции. Специальные случаи тепловой изоляции.

Самостоятельная работа:

СР10. Специальные случаи тепловой изоляции.

**Тема 7. Основные виды энерго-технологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей**

Пароснабжение. Водоснабжение. Холодоснабжение. Топливоснабжение. Высокотемпературный нагрев. Воздухоснабжение.

Самостоятельная работа:

СР11. Способы вентиляции и кондиционирования производственных помещений.

СР12. Типы установок для отопления производственных помещений

**Тема 8. Основные энергоемкие процессы и аппараты и пути энергосбережения**

Перемещение жидкостей и газов. Сжатие газов. Процессы фильтрования. Перемешивание жидкостей. Энергосбережение в диффузионных процессах. Способы улучшения качества разделения в массообменных процессах.

Самостоятельная работа:

СР13. Процессы сжатия газов.

СР14. Основные массообменные процессы.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 172 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/22626. – ЭБС «IPRbooks».

2. Климова Г.Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]: учебное пособие / Климова Г.Н. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014. — 180 с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34743. — ЭБС «IPRbooks».

3. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения : учебно-методическое пособие /сост.: Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух, О.А. Тишин, В.Н. Харитонов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 96 с.

4. Журавец И.Б. Конспект лекций по термодинамике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Б. Журавец, С.З. Манойлина, А.В. Ворохобин. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 281 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72679.html.

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения дисциплины «Принципы энерго- и ресурсосбережения» необходимо качественно готовиться к каждому аудиторному занятию.

При подготовке к лекционным занятиям рекомендуется изучить конспект предшествующих лекций.

При подготовке к практическим занятиям необходимо изучить теоретический материал по соответствующей теме, используя конспект аудиторных лекций, а также учебную литературу, указанную в настоящей рабочей программе. Рекомендуется законспектировать ответы на вопросы, предложенные для самостоятельной работы. При изучении материала учебной дисциплины по учебнику нужно, прежде всего, уяснить существо каждого излагаемого там вопроса. Главное – это понять изложенное в учебнике, а не «заучить». Необходимо выделить материал, представляющий трудности для понимания, и сформулировать вопросы, которые по Вашему мнению следует обсудить с преподавателем во время аудиторного занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 3 | 4 | 5 |
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340<br>Microsoft Office2007 Лицензия №49487340 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows XP Лицензия №44964701<br>Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01. | Теплообменные процессы и оборудование | Контр. раб |
| ПР02. | Оптимизация теплообменника | Контр. раб |
| ПР03. | Построение парокомпрессионных холодильных циклов. | Контр. раб |
| ПР04. | Расчет и оптимизация выпарного аппарата | Контр. раб |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 1 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-2 (ОПК-3) Знание основных видов энергоресурсов и технологических нормативов

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| знает основные виды энергоресурсов, технологические нормативы, нормы экологической безопасности производства | Экз01, ПР01, ПР02, ПР03, ПР04 |

ИД-3 (ОПК-3) Знание показателей эффективности, принципов и методов энерго- и ресурсосбережения

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| знает принципы и методы создания энерго- и ресурсосберегающих технологий | Экз01 |

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Предмет и методы курса «Энергоресурсосбережение». Историческая справка. Литература.
2. Проблемы энергоресурсосбережения. Истощение природных ресурсов. Рост народонаселения.
3. Проблемы энергосбережения. Экологические проблемы. Парниковый эффект.
4. Проблемы энергосбережения. Экологические проблемы. Озоновые дыры. Загрязнения земли, воздуха, водоемов.
5. Методы курса "Энергоресурсосбережение." Теоретические методы.
6. Методы курса "Энергоресурсосбережение." Инженерные методы.
7. Инженерные методы энерго-ресурсосбережения. Замкнутые циклы. Взаимный теплообмен.
8. Основные способы и процессы передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Примеры.
9. Основные способы и процессы передачи тепла. Конвекция. Закон Ньютона. Примеры.
10. Основные способы и процессы передачи тепла. Излучение. Закон Стефана-Больцмана. Примеры.
11. Основы расчета теплообменных процессов и оборудования. Коэффициенты теплопередачи и теплоотдачи. Критериальные уравнения.
12. Основные понятия оптимизации. Математическая оптимизация. Инженерная оптимизация. Критерии оптимизации. Варьируемые параметры. Ограничения. Примеры.

13 Инженерная оптимизация теплоиспользующего оборудования. Оптимальные конструкторско-технологические решения. Инженерная вариантная оптимизация. 1-критериальная 1-но параметрическая оптимизация с неформализованными ограничениями. Примеры.

14. Основы экономической оптимизации теплоиспользующего оборудования. Экономические характеристики. Капитальные и эксплуатационные затраты. Приведенные затраты. Примеры.
15. Пример оптимизации теплообменника по минимальным экономическим затратам.

16. Сырьевое (ресурсное) обеспечение предприятий химической промышленности. Первичное сырье. Массовые продукты. Полупродукты. Побочные продукты. Отходы.

17. Характеристики эффективности химических процессов и аппаратов.

Выход, селективность, степень превращения, материальный индекс, коэффициент использования полезного объема (площади). Примеры.

18. Способы нагрева-охлаждения. Промышленные теплоносители-хладагенты.

19. Нагрев-охлаждение с помощью тепловых труб. Использование нетрадиционных источников тепла-холода.

20. Требования к теплоносителям и хладагентам.

21. Сравнение и оптимальный выбор способа нагрева-охлаждения.

22. Основные виды энерготехнологического сбережения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Пароснабжение.

23. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Водоснабжение. Разновидности. Замкнутое водоснабжение. Водоподготовка. Водоочистка. Градирни.

24. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Электроснабжение. Теплоэнергетические комплексы (централизованные системы, узловые, локальные). Достоинства, недостатки, перспективы.

25. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Топливоснабжение.

26. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Высокотемпературный нагрев.

27. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Холодоснабжение. Умеренное, глубокое охлаждение.

28. Холодильные циклы. Умеренное, глубокое охлаждение. Изображение в T-S координатах.

29. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Воздухоснабжение.

30. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Вентиляция и кондиционирование.

31. Основные виды энерготехнологического обеспечения предприятий химической и родственных отраслей промышленности. Устройства и циклы использования вторичного тепла.

32. Виды поверхностных теплообменников. Аппараты с нагревом насыщенным водяным паром.

33. Конденсатоотводчики. Принципы работы. Примеры.

34. Теплообменники смешения. Конструкции.

35. Теплообменники смешения. Нагрев острым паром. Пример.

36. Теплообменники регенераторы. Кауперы. Схема. Достоинства и недостатки теплообменников регенераторов.

37. Теплообменники регенераторы. Теплообменник Юнгстрема. Схема. Достоинства и недостатки теплообменников регенераторов.

38. Теплообменники регенераторы. Теплообменник Френкеля. Схема. Достоинства и недостатки теплообменников регенераторов.

39. Многокорпусные выпарные установки. Энергосбережение.

40. Предельное и оптимальное число корпусов выпарных аппаратов. Теплоутилизация.

41. Выпарные аппараты с тепловым насосом.

42. Тепловая изоляция. Назначение. Способы изоляции. Материалы.

43. Тепловая изоляция с помощью паровой рубашки. Схема дистиллятора.
44. Расчет тепловой изоляции.
45. Расчет тепловой изоляции трубопроводов. Оптимизация.
46. Схема сушильной установки с тепловым насосом.

Практические задания к контрольной ПР01 (примеры)

1. Определить поверхность противоточного теплообменника для охлаждения 1.8 т/час соляной кислоты от 70 до 40 °С. Охлаждающая вода нагревается от 17 до 28 °С. Толщина стенок стальных труб в теплообменнике 7 мм. Коэффициенты теплоотдачи: от кислоты к стенке 220 Вт/м$^2$*К; от воды к стенке 130 Вт/ м$^2$*К. Определить также объемный расход охлаждающей воды.

2. Необходимо охлаждать 2350 кг/час бутилового спирта от 75 до 35 °С в противоточном теплообменнике поверхностью 100 м$^2$. Охлаждение производится водой с начальной температурой 16 °С. Толщина стальной стенки в теплообменнике 2 мм. Коэффициенты теплоотдачи: от спирта к стенке 110 Вт/ м$^2$*К; от воды к стенке 230 Вт/ м$^2$*К. $\Delta t_{ср}$ считать по формуле: $\Delta t_{ср}=(\Delta t_б + \Delta t_м)/2$. Определить часовой расход охлаждающей воды.

Практические задания к контрольной ПР02 (примеры)

Рассчитать теплообменник для охлаждения G = ... кг/час .... от $t_н$ = ... $^oC$ до $t_к$ = ... $^oC$ водой. Вода нагревается от $t_н$‘ = ... $^oC$ до $t_к$‘ = ... $^oC$. В результате расчета подобрать ОДИН стандартный теплообменник и определить расход охлаждающей воды. Дать схему теплообменника.

| № вар. | G, кг/час | Вещество | $t_н$ | $t_к$ | $t_н$‘ | $t_к$‘ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8900 | Анилин | 180 | 40 | 10 | 35 |
| 2 | 9500 | Этилацетат | 78 | 30 | 10 | 38 |
| 3 | 10500 | Соляная кислота | 65 | 20 | 15 | 45 |
| 4 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Практические задания к контрольной ПР03 (примеры)

1. Определить холодильный коэффициент и мощность, потребляемую холодильной установкой, работающей по циклу Карно, если ее холодопроизводительность 6400 Вт при температуре испарения -10 °С. Температура конденсации 22 °С.

2. Найти минимальную затрату работы (по циклу Карно) и расход воды в конденсаторе при выработке 100 кг/ч льда из воды, имеющей температуру 0 °С. Хладагент испаряется при -5 °С, а конденсируется при 25 °С. Вода в конденсатор подается при 12 °С, а уходит при 20 °С. Удельная температура замерзания воды 335 кДж/кг.

Практические задания к контрольной ПР04 (примеры)

При выпаривании водного раствора KCL его концентрация меняется от 8 % до 32 % (масс). Вторичный пар подается в барометрический конденсатор с давлением 0,3 ата. Давление греющего пара 1,8 ата.

ОПРЕДЕЛИТЬ количество упаренного раствора и вторичного пара, выходящих из аппарата в час, если поверхность теплообмена в нем 90 м$^2$, а коэффициент теплопередачи

800 Вт/ м$^2$*К. Исходный раствор поступает на выпарку при температуре кипения. Тепловые потери принять равными 6 % от полезно используемого тепла, температурные потери 8 °С.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Контрольная работа | правильно решено не менее 100% заданий |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 3 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии.

| Оценка | Критерии |
|---|---|
| *«отлично»* | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знания по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. |
| *«хорошо»* | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной технической терминологии. Могут быть допущены некоторые неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. |
| *«удовлетворительно»* | Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение |

| | |
|---|---|
| | раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции. |
| *«неудовлетворительно»* | 1) Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, техническая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.<br>2) Ответ на вопрос полностью отсутствует.<br>3) Отказ от ответа. |

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.06_ Технология и оборудование отрасли***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | Ю.В. Пахомова |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | Н.Ц. Гатапова |
|---|---|
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку** | |
| ИД-1 (ОПК-3)<br>Знание технологических основ, принципов организации химических и смежных производств и их аппаратурно-технологического оформления | перечисляет технологии и принципы организации химических и смежных производств |
| | ориентируется в аппаратурно-технологическом оформлении химических и смежных производств |
| ИД-4 (ОПК-3)<br>Умение рассчитывать и выбирать оборудование и технологическую оснастку химических, нефтехимических и биотехнологических производств | анализирует технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения |
| | выбирает исходное сырье и материалы для производства химических, нефтехимических продуктов |
| | делает материально-технические и энергетические расчеты существующих и проектируемых технологических производств |
| ИД-5 (ОПК-3)<br>Владение навыками оценки технологий, процессов и оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и выбора рациональной схемы производства | определяет характеристики технологических процессов |
| | рассчитывает параметры для конкретного технологического процесса |
| | рассчитывает выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 10 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | |
|---|---|---|
| | Очная | |
| | 2 семестр | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **84** | **35** |
| занятия лекционного типа | 32 | |
| лабораторные занятия | 32 | |
| практические занятия | 16 | 32 |
| курсовое проектирование | - | 2 |
| консультации | 2 | |
| промежуточная аттестация | 2 | 1 |
| ***Самостоятельная работа*** | **168** | **145** |
| ***Всего*** | **252** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Раздел 1. Предмет и состав курса**.

**Тема 1**. **Предмет курса. Задачи курса. Литература.**

Состав проектно-расчетных работ и исследовательских работ по технологии и оборудованию отрасли. Состав дипломного проекта (работы, диссертации).

**Тема 2**. **Разновидности и составляющие части проектно-расчетных работ по ПАХТ.**

Предпроектные работы и документация. Техническое предложение, технические условия, техническое задание. Технологический регламент. Эскизный, технический, рабочий проект. Состав расчетно-пояснительной записки (РПЗ). Примеры.

**Тема 3**. **Основные виды конструкторской документации. ЕСКД.**

Технологические схемы, общие виды установок, строительные чертежи.

Схемы КИП и А, алгоритмы и схемы контроля, управления, блокировок. Особенности. Общие виды аппаратов, состав чертежей и приводимых сведений. Спецификации, ведомости. Нормативные материалы, ГОСТы, нормали. Каталоги, опросные листы. Прейскуранты, прайс-листы, договора о поставке.

**Раздел 2. Технологии и оборудование производства резинотехнических и полимерных материалов**.

**Тема 1. Технология переработки полимерных материалов.**

Технология производства изделий методом экструзии. Технология соэкструзии. Технология изготовления пустотелых изделий из экструзионных и литьевых заготовок. Технология переработки полимерных материалов методом прессования. Технология переработки полимерных материалов методом литья под давлением. Рекомендации по переработке различных видов ненаполненных, волокно-дисперснонаполненных и окрашенных термопластов.

**Тема 2**. **Оборудование для переработки полимерных материалов.**

Валковые машины. Червячные машины. Прессы.

Практические занятия:

ПР01. Решение задач. Прочностной расчет узлов технологического оборудования

**Раздел 3. Технология и оборудование спиртовых производств**.

**Тема 1**. **Способы получения этанола. Сырье и принципы технологий.**

Сорта этилового спирта. Пищевой спирт, технический спирт, топливный этанол. Абсолютированный спирт. Гидролизный спирт. Денатурат. Биоэтанол. Крахмал, глюкоза, сахара. Анаэробное брожение. Аэробные процессы. Микроорганизмы, дрожжи. Ферментные препараты.

**Тема 2**. **Технологические операции и оборудование браго-ректификации**.

Пяти-колонная схема. Теплосбережение, межпродуктовый межколонный теплообмен, кипятильники, подогреватели, дефлегматоры.

Проблемы пуска и автоматического регулирования. Целевой продукт – ректификованный этанол. Головные, хвостовые, промежуточные фракции. Барда. Технологический регламент, операции и оборудование переработки барды. Производство сухой барды. Емкости барды и фугата. Центрифуги- декантеры. Кек и фугат. Многокорпусное выпаривание. Аппараты с нисходящим потоком, сепараторы. Тепловой насос - компрессор вторич-

ного пара первой ступени. Вакуум-аппарат с принудительной многоходовой циркуляцией, сепаратор, промывная колонна. Трубчатая сушилка. Липкость, взрывоопасность, транспорт. Охлаждение, гранулирование.

**Тема 3**. **Варианты переработки барды.** Реализация на современных заводах: сухая барда (Буинский завод), усеченный вариант (Остроженский завод), кормовые дрожжи (Береговской завод), биогаз (Украина). Достоинства, недостатки, проблемы и возможности их решения. Экология спиртовых производств: твердые отходы, жидкие стоки, газовые выбросы. Цех утилизации жидких стоков. Углекислотные производства.

Лабораторные работы:

ЛР01. Лабораторная работа. Изучение конструкции и принципа действия кондуктивной сушилки.

Практические занятия:

ПР02. Решение задач. Выбор червячной машины, определение конструктивных параметров агрегата

ПР03. Решение задач. Выбор конструкции валковой машины, определение затрат мощности на переработку материала. Тепловой расчет агрегата

**Раздел 4. Технология и оборудование сахарных производств**.

**Тема 1**. **Сырье, основной продукт, побочные продукты.**.

Прием, хранение, транспорт сахарной свеклы. Очистка, резка на стружку.

**Тема 2**. **Основы технологии. Диффузия (экстрагирование) сахара из стружки**.

Очистка, осветление сока: дефекация, сатурация, фильтрация, сульфитация. Многокорпусное выпаривание, энергосбережение. Вакуум-выпаривание сока, кристаллизация сахара. Центрифугирование, утфель, меласса. Сушка. Окончательная очистка, отбелка, выпускные формы. Побочные продукты, жом, меласса.

Лабораторные работы:

ЛР02. Изучение конструкции и принципа действия конвективной сушилки дисперсных материалов.

ЛР03. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой.

ЛР04. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов.

Практические занятия:

ПР04. Решение задач. Расчет ректификационной колонны в производстве спирта

**Раздел 5. Технологии и оборудование производств полупродуктов и красителей**.

**Тема 1**. **Особенности химического строения пигментов и красителей**.

Основные общие проблемы совершенствования технологии и оборудования производств полупродуктов и красителей. Технологический регламент, операции и оборудование производства типовых полупродуктов: Г-соль, Р-соль, Гамма-кислота. Проблемы и возможности совершенствования процессов выделения: коррозия, материалы и варианты конструкций охлаждающих устройств, теплообмен при охлаждении. Цвет, теории цветности, зрение. Классификация и номенклатура красителей и пигментов. Марки и обозначе-

ния. Примеры химической структуры красителей и пигментов. Процессы сульфирования, нитрования, азосочетания, диазотирования, щелочной плавки, заключительные операции.

**Тема 2. Оборудование химических производств. Аппараты емкостного типа.** Мешалки для жидких сред. Способы перемешивания. Конструкции механических перемешивающих устройств. Методика расчета мешалок. Уплотнение валов и штоков**.** Уплотняющие узлы валов и штоков, рекомендации по их использованию, выбору и особенностям эксплуатации. Проектирование уплотнений, методики их расчетов и оценка надежности их эксплуатации.

Лабораторные работы:

ЛР05. Изучение устройства и принципа действия обратноосмотической мембранной установки.

ЛР06. Изучение устройства и принципа действия ультрафильтрационной мембранной установки.

Практические занятия:

ПР05. Решение задач. Расчет механического перемешивающего устройства. Выбирается тип мешалки, рассчитываются затраты мощности на перемешивание. Проводится прочностной расчет мешалки.

ПР06. Решение задач. Выбор типа уплотнения, расчет его конструктивных параметров.

**Раздел 6. Технология и оборудование производств средств химзащиты**.

**Тема 1**. **Технологии и оборудование производства адсорбентов**

Основы технологии и оборудования производств адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и регенеративных продуктов.

**Тема 2. Аппараты и системы защиты органов дыхания человека. Системы жизнеобеспечения.**

Регенеративные продукты. Надпероксиды калия, натрия, кальция. Базовые реакции.

Перспективы совершенствования, продукты нового поколения (на матрице).

**Раздел 7. Оборудование вспомогательных стадий и стадий транспортировки**

**Тема 1. Оборудование вспомогательных стадий**

Машины и аппараты для измельчения твердых материалов. Машины и аппараты для классификации твердых тел. Машины и аппараты для перемешивания сыпучих материалов. Питатели и дозаторы.

**Тема 2. Оборудование стадий транспортировки и хранения**

Классификация технологических трубопроводных систем. Запорная арматура. Автоматическая арматура. Выбор условного диаметра трубопроводов по скорости потока. Оборудование для перемещения жидкостей. Основные рабочие параметры насосов. Основные виды насосов (поршневые, центробежные, специальные типы). Оборудование для перемещения и сжатия газов. Вентиляторы. Воздуходувки и газодувки. Компрессоры. Вакуум–насосы. Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура.

Самостоятельная работа:

– СР01. проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);

– изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения;
– решение задач и упражнений;
– подготовку к мероприятиям текущего контроля и экзаменам;
– участие в выполнении коллективных проектов учебного назначения.

Текущая самостоятельная работа по дисциплине, направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних индивидуальных заданий,
- подготовка к лабораторным работам и защитам лабораторных работ;
- подготовка к самостоятельным и контрольным работам;

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине. Подготовка к лабораторным работам контролируется проверкой и оценкой отчетов и “защитой “ результатов работ.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение домашних заданий с элементами научных исследований.

Самостоятельная работа, направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. 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.

2. 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

3. Поникаров И.И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник для вузов / И. И. Поникаров, С. И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с. .

4. Основы проектирования химических производств: учебник для вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М.: Спектр, 2014. - 356 с.

5.Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие для вузов/ Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; Под ред. Ю.А. Комисарова. – М.: Химия, 2011. – 1230 с.

6. Лащинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А. А. Лащинский, А. Р. Толчинский; под ред. Н. Н. Логинова. - 3-е изд., стер. - М.: Альянс, 2008. - 752 с.

7. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Леонтьева. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" .

8. Оборудование химических производств. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А. И. Леонтьева [и др.]. - М.: КолосС, 2009. - 176 с .

9. Машины и аппараты химических производств: учебник для вузов / А. С. Тимонин [и др.]; под общ. ред. А. С. Тимонина. - Калуга: Ноосфера, 2014. - 856 с.

10. Диффузионные (массообменные) твердофазные процессы [Электронный ресурс]: метод. указания. / А. Н. Колиух [и др.]. - Тамбов: ТГТУ, 2011. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий" .

11.Диффузионные (массообменные) жидкофазные процессы: метод. указания к лабораторным работам / сост. : Н.Ц. Гатапова [и др.].; под ред. В.И. Коновалова. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009.- 20 с.

12. Тепловые процессы: метод. указания к лабораторным работам / сост.: В.А. Набатов [и др.]. - Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011.- 24 с.

13. Гидромеханические процессы: метод. указания к лабораторным работам / сост.: Н.Ц. Гатапова [и др.].; под ред. В.И. Коновалова. - Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010.- 16 с.

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория диффузионных твердофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: сушилка барабанная, сушилка конвективная. | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория мембранных процессов и жидкостной экстракции. | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: установка ультрафильтрационная, установка обратноосмотическая, установка электродиализная | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория «Энерго- и ресурсосберегающие процессы и аппараты». | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: большая циркуляционная сушилка, сушилка кондуктивная | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и досту- | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | пом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Изучение конструкции и принципа действия кондуктивной сушилки. | защита |
| ЛР02. | Изучение конструкции и принципа действия конвективной сушилки дисперсных материалов. | защита |
| ЛР03. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой. | защита |
| ЛР04. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов. | защита |
| ЛР05. | Изучение устройства и принципа действия обратноосмотической мембранной установки. | защита |
| ЛР06. | Изучение устройства и принципа действия ультрафильтрационной мембранной установки. | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 2 семестр |
| КР | Курсовая работа | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (ОПК-3)** Знание технологических основ, принципов организации химических и смежных производств и их аппаратурно-технологического оформления

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| перечисляет технологии и принципы организации химических и смежных производств | ЛР01-ЛР06 |
| ориентируется в аппаратурно-технологическом оформлении химических и смежных производств | ЛР01-ЛР06 |

*Вопросы к защите ЛР03, ЛР04*

1. Предмет ТОО. Задачи курса. Литература.
2. Состав проектно-расчетных работ и исследовательских работ по ТОО.
3. Состав знаний по профессии ПАХТ. Основные знания (профессиональное владение). Дополнительные знания (владение основами и постановкой задач).
4. Методика и техника первичных работ по специализациям ПАХТ.
5. Разновидности химических и родственных технологий, процессов и производств. Развитие классификации и теоретических основ химических и родственных технологий.
6. Государственные и ведомственные технические, управляющие и контрольные органы в России. Центральные и региональные службы. Сертификация, качество, безопасность.
7. Технология производства изделий методом экструзии.
8. Технология соэкструзии.
9. Технология изготовления пустотелых изделий из экструзионных и литьевых заготовок.
10. Технология переработки полимерных материалов методом прессования.
11. Технология переработки полимерных материалов методом литья под давлением.
12. Рекомендации по переработке различных видов ненаполненных, волокнодисперснонаполненных и окрашенных термопластов.
13. Устройство, принцип действия, область применения червячной машины.
14. Устройство, принцип действия, область применения валковой машины.
15. Методика инженерного расчета валковой машины (технологический, энергетический).

**ИД-4 (ОПК-3)** Умение рассчитывать и выбирать оборудование и технологическую оснастку химических, нефтехимических и биотехнологических производств

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| анализирует технологический процесс с позиций энерго- и ресурсосбережения | Экз01 |
| выбирает исходное сырье и материалы для производства химических, нефтехимических продуктов | Экз01 |
| делает материально-технические и энергетические расчеты существующих и проектируемых технологических производств | Экз01 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

16. Тепловой баланс вальцов валковой машины.
17. Назначение и область применения валковых машин.
18. Два подхода в разработке инженерных методик расчет валковых машин.
19. Особенности переработки материала на червячных машинах.
20. Формующие головки червячных машин, их назначение и применение.
21. Расчет мощности привода червячной машины.
22. Расчет теплообмена при переработке материалов на червячной машине.
23. Технологический расчет червячной машины.
24. Сорта этилового спирта. Пищевой спирт, технический спирт, топливный этанол. Абсолютированный спирт. Гидролизный спирт. Денатурат. Биоэтанол.
25. Крахмал, глюкоза, сахара. Анаэробное брожение. Аэробные процессы.
26. Микроорганизмы, дрожжи. Ферментные препараты.
27. Пяти-колонная схема.
28. Теплосбережение, межпродуктовый межколонный теплообмен, кипятильники, подогреватели, дефлегматоры.
29. Проблемы пуска и автоматического регулирования.
30. Целевой продукт – ректификованный этанол. Головные, хвостовые, промежуточные фракции. Барда.
31. Технологический регламент, операции и оборудование переработки барды.
32. Производство сухой барды.
33. Емкости барды и фугата.
34. Центрифуги- декантеры.
35. Многокорпусное выпаривание.
36. Аппараты с нисходящим потоком, сепараторы.
37. Тепловой насос - компрессор вторичного пара первой ступени.
38. Вакуум-аппарат с принудительной многоходовой циркуляцией, сепаратор, промывная колонна.
39. Липкость, взрывоопасность, транспорт.
40. Охлаждение, гранулирование.
41. Реализация на современных заводах: сухая барда (Буинский завод), усеченный вариант (Остроженский завод), кормовые дрожжи (Береговской завод), биогаз (Украина).
42. Достоинства, недостатки, проблемы и возможности их решения.
43. Экология спиртовых производств: твердые отходы, жидкие стоки, газовые выбросы.
44. Цех утилизации жидких стоков.
45. Углекислотные производства.

**ИД-7 (ОПК-3)** владение навыками оценки технологий, процессов и оборудования с позиций энерго- и ресурсосбережения и выбора рациональной схемы производства

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| определяет характеристики технологических процессов | Экз01, КР |
| рассчитывает параметры для конкретного технологического процесса | Экз01, КР |
| рассчитывает выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса | Экз01, КР |

*Вопросы к экзамену Экз01*

46. Прием, хранение, транспорт сахарной свеклы.
47. Очистка, резка на стружку.

48. Очистка, осветление сока: дефекация, сатурация, фильтрация, сульфитация.
49. Многокорпусное выпаривание, энергосбережение.
50. Вакуум-выпаривание сока, кристаллизация сахара.
51. Центрифугирование, утфель, меласса.
52. Окончательная очистка, отбелка, выпускные формы.
53. Побочные продукты, жом, меласса.
54. Технологии и оборудование производств полупродуктов и красителей. Продукция и сырьевая база.
55. Классификация и номенклатура красителей и пигментов. Марки и обозначения. Примеры химической структуры красителей и пигментов.
63. Современная номенклатура продукции Тамбовского ОАО «Пигмент». Красители. Пигменты. Оптические отбеливатели. Лакокрасочные материалы. Текстильно-вспомогательные материалы. Добавки в строительные материалы, в бензины и масла. Полупродукты.
64. Качественные характеристики пигментов и красителей. Регламентируемые показатели.
65. Особенности и разновидности технологий крашения.
66. Особенности химического строения пигментов и красителей.
67. Основные общие проблемы совершенствования технологии и оборудования производств полупродуктов и красителей.
68. Технологический регламент, операции и оборудование производства типовых полупродуктов: Г-соль, Р-соль, Гамма-кислота.
69. Проблемы и возможности совершенствования процессов выделения: коррозия, материалы и варианты конструкций охлаждающих устройств, теплообмен при охлаждении. Водосбережение.
70. Технологический регламент, операции и оборудование производства красителя дисперсного синего 2 пэф (антрахинонового).
71. Технологический регламент, операции и оборудование производств органических пигментов (на примере рубинового красителя).
72. Принципы, заложенные при составлении классификации химического оборудования.
73. Расчет двойного торцевого уплотнения.
74. Устройство, принцип действия, область применения герметичного привода.
75. Пневмоперемешивание, расчет его основных параметров.
76. Методика инженерного расчета торцевого уплотнения.
77. Конструкции лопастных и пропеллерных мешалок. Область применения, особенности эксплуатации.
78. Методика инженерного расчета сальникового уплотнения.
79. Расчет на жесткость вала пропеллерной мешалки.
80. Расчет на прочность вала пропеллерной мешалки.
81. Назначение и область применения червячных машин.
82. Методики расчета турбинной и ленточной мешалок.
83. Методика расчета рамной мешалки.
84. Инженерные подходы к решению проблемы исключения биения концевика вала мешалок.
85. Задача теплового расчета вальцов.
86. Факторы, принимаемые во внимание при компоновке привода мешалки.
87. Соединение валов привода и мешалки.
88. Сравнительные особенности твердофазных процессов. Сушка и адсорбция-десорбция.
89. Классификации твердофазных технологий.

90. Основы технологии и оборудования производств адсорбентов, хемосорбентов, катализаторов и регенеративных продуктов.
91. Регенеративные продукты. Надпероксиды калия, натрия, кальция.
92. Базовые реакции.
93. Перспективы совершенствования, продукты нового поколения (на матрице).
94. Машины и аппараты для измельчения твердых материалов.
95. Машины и аппараты для классификации твердых тел.
96. Машины и аппараты для перемешивания сыпучих материалов.
97. Питатели и дозаторы.
98. Классификация технологических трубопроводных систем. апорная арматура.
99. Автоматическая арматура.
100. Выбор условного диаметра трубопроводов по скорости потока.
101. Оборудование для перемещения жидкостей.
102. Основные рабочие параметры насосов.
103. Основные виды насосов (поршневые, центробежные, специальные типы).
104. Оборудование для перемещения и сжатия газов. Вентиляторы. Воздуходувки и газодувки.
105. Компрессоры.
106. Вакуум–насосы.
107. Резервуары и вспомогательная емкостная аппаратура.
108. Расход мощности на сжатие и на транспортирование.

*Вопросы к защите КР*

1. Разновидности материалов, применяемых в машиностроительных технологиях.
2. Способы защиты металлов от крррозии.
3. Расчет корпусов аппаратов.
4. Расчет днищ аппаратов.
5. Расчет фланцев, люков и лазов.
6. Расчет опор
7. Современные конструкции перемешивающих устройств.
8. Специальные конструкции уплотнительных устройств валов..
9. Современные тенденции в развитии емкостной аппаратуры специального назначения.
10. Современные методы защиты емкостной аппаратуры от коррозии.
11. Современные тенденции развития фильтровального оборудования.
12. Специальные конструкции фильтров непрерывного действия.
13. Специальные конструкции фильтров периодического действия.
14. Методики расчета фильтровального оборудования.
15. Современные тенденции развития теплообменного оборудования.
16. Специальные конструкции теплообменников.
17. Современные тенденции развития сушильного оборудования.
18. Специальные конструкции сушилок.
19. Современные тенденции в развитии методов и аппаратурного оформления энергоресурсосбережения в сушилках.
20. Современные тенденции развития реакционной аппаратуры.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

Основная цель выполнения обучающимся курсового проекта - развитие у студентов практических навыков в проектировании оборудования для конкретного технологического производства.

Примерные темы курсового проекта:
1. Расчет и проектирование распылительной сушилки в производстве лака рубинового СК.
2. Модернизация бражной ректификационной установки непрерывного действия для разделения смеси этанол-вода.
3. Конструктивная разработка и расчет оборудования для грануляции сухой барды в производстве этилового спирта.

Требования к основным разделам курсового проекта:
Оформление курсовой работы должно соответствовать следующим требованиям. Материалы курсовой работы располагается в следующем порядке:

Пояснительная записка курсового проекта включает следующие разделы:

- титульный лист курсового проекта;
- задание на проектирование;
- аннотация;
- содержание;
- введение.

1. Разработка технического задания на проектирование.

1.1 Характеристика исходного сырья и готовой продукции

1.2 Краткое описание технологического процесса

1.3 Литературно-патентный обзор оборудования, применяемого для реализации технологического процесса

1.4 Выбор типа оборудования и описание его конструкции

2. Расчет и подбор технологического оборудования

2.1 Технологический расчет основного и вспомогательного оборудования

2.2 Механический расчет основного и вспомогательного оборудования

2.3 Подбор технологического оборудования заданного типа или его разработка

- выводы
- список использованных источников
- приложения

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**Форма отчетности: защита курсовой работы.**

На защите курсового проекта обучающемуся задаются 8-10 вопросов по теме курсового проектирования; оцениваются формальные и содержательные критерии.

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Результаты защиты курсовой работы оцениваются максимально 100 баллами.

Критерии оценивания курсовой работы

| № | Показатель | Максимальное количество баллов |
|---|---|---|
| **I.** | **Выполнение** курсовой работы | **10** |
| 1. | Соблюдение графика выполнения КР | 5 |
| 2. | Самостоятельность и инициативность при выполнении КР | 5 |
| **II.** | **Оформление** курсовой работы | **16** |
| 3. | Соответствие КР требованиям ЛНА ТГТУ (по оформлению) | 7 |
| 4. | Качество графического материала | 3 |
| 5. | Грамотность изложения текста, безошибочность | 3 |
| 6. | Владение информационными технологиями при оформлении КР | 3 |
| **III.** | **Содержание** курсовой работы | **24** |
| 7. | Соответствие структуры КР заданию | 5 |
| 8. | Полнота раскрытия темы КР | 10 |
| 9. | Качество введения и заключения | 4 |
| 10. | Степень самостоятельности в изложении текста (оригинальность) | 5 |
| **IV.** | **Защита** курсовой работы | **50** |
| 11 | Понимание цели КР | 3 |
| 12 | Владение терминологией по тематике КР | 3 |
| 13 | Понимание логической взаимосвязи разделов КР | 3 |

| | | |
|---|---|---|
| 14 | Владение применяемыми методиками расчета | 3 |
| 15 | Степень освоения рекомендуемой литературы | 3 |
| 16 | Умение делать выводы по результатам выполнения КР | 5 |
| 17 | Степень владения материалами, изложенными в КР, качество ответов на вопросы по теме КР | 30 |
| | **Всего** | **100** |

Итоговая оценка выставляется с использованием следующей шкалы.

| Набрано баллов | Оценка |
|---|---|
| 81-100 | «отлично» |
| 61-80 | «хорошо» |
| 41-60 | «удовлетворительно» |
| 0-40 | «неудовлетворительно» |

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин
«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.О.07 Технологическое предпринимательство***
(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***
(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***Энерго- и ресурсосберегающие процессы в биотехнологии***
(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная, очно-заочная, заочная***

**Кафедра:** ***Коммерция и бизнес-информатика***
(наименование кафедры)

**Составитель:**

| К.э.н., доцент | | Н.В. Дюженкова |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | М.А. Блюм |
|---|---|
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла** | |
| ИД-1 (УК-2)<br>Знает процедуру управления проектом на всех этапах его жизненного цикла | Знает этапы жизненного цикла технологического проекта и решения, принимаемые на каждом этапе |
| | Знает основные модели/методологии/подходы управления проектом |
| ИД-2 (УК-2)<br>Умеет планировать проект с учетом последовательности этапов реализации и жизненного цикла проекта | Умеет анализировать потребителей и проводить оценку рынка |
| | Умеет проводить анализ конкурентов / аналогов |
| | Умеет составлять и проводить анализ бизнес-модели проекта |
| | Умеет проводить оценку финансовых показателей проекта |
| | Умеет составлять презентацию проекта |
| **УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки** | |
| ИД-4 (УК-6)<br>Знает приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки | Знает варианты распределения ролей в командной работе м понимает свою роль |
| | Знает ключевые этапы стартапа (идея, валидация, MVP, масштабирование) и связанные с ними приоритетные задачи |
| | Знает методы анализа своих сильных и слабых сторон |
| | Понимает принципы agile и бережливого стартапа (Lean Startup) применительно к собственной работе: умение быстро тестировать гипотезы, получать обратную связь и корректировать действия |
| ИД-5 (УК-6)<br>Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки | Уметь проводить анализ своих hard skills (технические, финансовые, маркетинговые знания) и soft skills (лидерство, коммуникация, устойчивость к неопределенности) в контексте технологического предпринимательства и формулировать краткосрочные и долгосрочные цели личностного и профессионального развития, напрямую связанные с этапом развития проекта |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | | |
|---|---|---|---|
| | Очная | Очно-заочная | Заочная |
| | 2 семестр | 2 семестр | 1 курс |
| ***Контактная работа*** | **17** | **9** | **5** |
| занятия лекционного типа | **16** | **8** | **4** |
| лабораторные занятия | | | |
| практические занятия | | | |
| курсовое проектирование | | | |
| консультации | | | |
| промежуточная аттестация | **1** | **1** | **1** |
| ***Самостоятельная работа*** | **91** | **99** | **103** |
| ***Всего*** | **108** | **108** | **108** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1 Введение в технологическое предпринимательство.**

Отличия Технологического предпринимательства от классического бизнеса. Понятие стартапа. Отличие между малым бизнесом и стартапом

Экосистема технологического предпринимательства: университеты, инкубаторы, акселераторы, венчурные фонды. Роль предпринимателя.

**Тема 2 Генерация идей и поиск проблем.**

Выявление "болей" рынка.

Методы генерации идей: профессиональная экспертиза, клиентская экспертиза, копирование успешных проектов, пищевая цепочка, мозговой штурм, SCAMPER, карта мыслей, шесть шляп мышления Эдварда де Боно, голубой океан, матрица УСПС, матрица стартап идей Эрика Стромберга, карта трендов Ричарда Уотсона

**Тема 3 Проверка проблемы и решения.**

Методология Customer Development. Интервью с клиентами. Инструменты и технологии проверки гипотез

Этапы разработки продукта Product Development Построение MVP (Minimum Viable Product) и его тестирование. MVP: основные требования и характеристики

**Тема 4 Построение бизнес-модели.**

Business Model Canvas А. Остервальдера для технологических проектов: сегменты потребителей, ценностное предложение, каналы сбыта, отношения с клиентами, потоки доходов, ключевые ресурсы, ключевые виды деятельности, ключевые партнеры, структура затрат.

Шаблон ценностного предложения

Варианты монетизации проекта: поштучная продажа объектов, плата за использование, абонентская плата (подписка), комиссионная модель, рекламная модель, freemium, маркетплейс (торговая площадка) и др.

Маркетинговая модель 4P (Product - товарная политика, Price - ценовая политика, Place или point of sale - организация продаж, Promotion - политика продвижения).

Механизм ценообразования как метод повышения конкурентоспособности компаний. Факторы, влияющие на размер цены. Особенности ценообразования в различных сферах деятельности. Основные подходы к ценообразованию

Организационные основы процесса продаж. Интенсивный, селективный и избирательный сбыт. Современные форматы торговли. Зависимость длины канала сбыта от товара и типа потребления.

Основные подходы к продвижению продукта

**Тема 5 Анализ рынка и конкурентов.**

Классификация потребителей (b2c, b2b, b2g и др.).

Сегментация рынка для технологических продуктов.

Расчет TAM, SAM, SOM. Стратегии выхода на рынок.

Основные источники информации о рынке. Методы анализа полученной информации.

Конкуренты. Как изучать, как представлять информацию. Критерии сравнения конкурентов. Сравнительный анализ конкурентов и их группировка.

SWOT-анализ

STEP-анализ

**Тема 6 Команда предпринимательского проекта и лидерство.**

Формирование и мотивация команды стартапа. Организация командной работы, распределение ролей в команде проекта. Модель MVT, модель И.К. Адизеза, модель Р.М. Белбина, модель HHH

Особенности групповых эффектов и их влияние на работу команды. Влияние групповой динамики на организацию командной работы, этапы групповой динамики.

Решение вопроса о размере команды.

Team Canvas как способ проработки команды проекта

**Тема 7 Финансы стартапа и поиск инвестиций.**

Финансовое моделирование, unit-экономика, ключевые метрики.

Получение проектом финансирования Источники финансирования на разных этапах.. Гранты и субсидии: фонды, критерии отбора. Венчурные фонды, индустриальные партнёры и инвестиции.

Самостоятельная работа:

СР1. Анализ потребителей и оценка рынка
СР2. Оценка конкурентов и аналогов.
СР3. Составление и анализ бизнес-модели проекта
СР4. Расчет финансовых показателей проекта
СР5. Итоговая презентация
СР6. Построение плана развития
СР7. Отчет по плану развития

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Бизнес-план предприятия : учебное пособие / О. Г. Каратаева, Т. В. Ивлева, Т. С. Кукушкина, А. А. Манохина. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 100 с. — ISBN 978-5-4497-1858-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/127567.html

2. Голубь, Н. Н. Технологическое предпринимательство: разработка бизнес-модели малого инновационного предприятия : учебное пособие / Н. Н. Голубь, И. А. Стрижанов. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 78 с. — ISBN 978-5-7731-1201-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/147005.html

3. Зубарева, Ю. В. Бизнес-планирование стартапа в сфере технологического обеспечения АПК : учебное пособие / Ю. В. Зубарева. — Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. — 164 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/128173.html

4. Крючева, Я. В. Командообразование в стартапах : учебное пособие / Я. В. Крючева, Н. В. Узлова, Т. А. Николенко. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2024. — 112 с. — ISBN 978-5-9961-3371-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/149445.html

5. Ладыженская, Т. П. Управление проектами в инновационном предпринимательстве : учебное пособие / Т. П. Ладыженская, Т. И. Лабужская. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 142 с. — ISBN 978-5-4497-3354-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART:[сайт].—URL: https://www.iprbookshop.ru/141703.html

6. Плёнкин, А. П. Организация проектной деятельности : учебное пособие / А. П. Плёнкин, М. Г. Шулика, В. Д. Михайлова. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. — 167 с. — ISBN 978-5-9275-4524-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/138019.html

7. Технологическое предпринимательство : учебник / М. В. Вечкасова, Е. М. Дебердиева, О. В. Ленкова [и др.]. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2024. — 167 с. — ISBN 978-5-9961-3362-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/149451.html

8. Сухорукова, М. В. Введение в предпринимательство для ИТ-проектов : учебное пособие / М. В. Сухорукова, И. В. Тябин. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 123 с. — ISBN 978-5-4497-2453-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/133931.html

9. Технологическое предпринимательство : учебное пособие / Ю. В. Орел, Н. Н. Тельнова, А. Р. Байчерова, Д. В. Шлаев. — Ставрополь : АГРУС, 2024. — 128 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/148274.html

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru
Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru
Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru
База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/
База данных Scopus https://www.scopus.com
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/
Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru
База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata
Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com
Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru
База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru
Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Лекция - это основная форма передачи большого объема информации как ориентировочной основы для самостоятельной работы студентов. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции в ходе чего студенты знакомятся с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивают весомость и доказательность аргументов сторон и делают вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
– внимательно прочитать рекомендованную литературу;
– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901 |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| СР01 | Анализ потребителей | самостоятельная работа |
| СР02 | Оценка конкурентов и аналогов | самостоятельная работа |
| СР03 | Составление и анализ бизнес-модели проекта | самостоятельная работа |
| СР04 | Расчет финансовых показателей проекта | самостоятельная работа |
| СР05 | Итоговая презентация проектов | презентация |
| СР06 | Анализ команды | самостоятельная работа |
| СР07 | Построение плана развития | самостоятельная работа |
| СР08 | Отчет по плану развития | самостоятельная работа |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная | Очно-заочная | Заочная |
|---|---|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 2 семестр | 2 семестр | 1 курс |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-1 (УК-2) Знает процедуру управления проектом на всех этапах его жизненного цикла**

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает этапы жизненного цикла технологического проекта и решения, принимаемые на каждом этапе | Зач01 |
| Знает основные модели/методологии/подходы управления проектом | Зач01 |

**Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Что такое жизненный цикл проекта? Перечислите основные задачи, решаемые на каждой фазе жизненного цикла проекта.
2. Опишите стандартную схему жизненного цикла проекта
3. Для ранее найденных в средствах массовой информации проектов, реализуемых в регионе, стране, городе, определите основные задачи для каждой фазы жизненного цикла и примерные сроки их реализации.
4. Ключевые этапы стартапа (идея, валидация, MVP, масштабирование) и связанные с ними приоритетные задачи
5. Жизненный цикл стартапа
6. Какие методы проверки бизнес-идеи существуют на начальном этапе разработки стартапа?
7. Как провести анализ рынка для технологического продукта?
8. В чем заключается концепция бизнес-модели, и какие основные типы бизнес-моделей присутствуют в технологическом предпринимательстве?
9. Способы тестирования гипотез
10. Методы генерации идей для проектов
11. SCAMPER
12. Карта трендов Ричарда Уотсона как способ поиска новых идей
13. Использование морфологических матриц для генерации идей
14. Cus Development Шаблон ценностного предложения
15. SWOT-анализ
16. STEP-анализ
17. Этапы разработки продукта Product Development
18. Минимальный жизнеспособный продукт: основные требования и характеристики
19. Канва бизнес-модели (Business Model Canvas) А. Остервальдера.
20. Варианты монетизации проекта.
21. Получение проектом финансирования.
22. Гранты и субсидии: фонды, критерии отбора.

**ИД-2 (УК-2) Умеет планировать проект с учетом последовательности этапов реализации и жизненного цикла проекта**

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет анализировать потребителей и проводить оценку рынка | СР01 |

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет проводить анализ конкурентов / аналогов | СР02 |
| Умеет составлять и проводить анализ бизнес-модели проекта | СР03 |
| Умеет проводить оценку финансовых показателей проекта | СР04 |
| Умеет составлять презентацию проекта | СР05 |

Задания к самостоятельной работе СР01

Анализ потребителей и оценка рынка

Задания к самостоятельной работе СР02

СР2. Оценка конкурентов и аналогов.

Задания к самостоятельной работе СР03

СР3. Составление и анализ бизнес-модели проекта

Опираясь на вопросы и описания девяти блоков бизнес-модели Остервальдера-Пенье, опишите выбранную вами технологию, бизнес-идею и суть вашего группового проекта, ответив для себя на следующие вопросы:

1. В чем состоит ценностное предложение вашего проекта?
2. Кто является потребителем вашего проекта?
3. Какая работа должна быть сделана для решения ключевых проблем или удовлетворения ключевых потребностей целевых потребителей?
4. Каким образом ваш проект может удовлетворить потребности или решить проблемы потребителя?
5. Какие преимущества получит потребитель, воспользовавшись вашим проектом?

Задания к самостоятельной работе СР02

СР4. Расчет финансовых показателей проекта

Задания к самостоятельной работе СР02

СР5. Итоговая презентация

Разработать концепцию (модель) инновационного проекта, результатом выполнения которого является простой инновационный продукт, т.е. инновация, под которой будем понимать любое нововведение, относящееся к продукту, процессу или управлению, например:

- зонтик для мороженого;
- новый вид мороженого, например, с добавлением орехового масла компании Magnum
- инновация в образовательном процессе: замена лекций тренингами
- проектно-ориентированное управление организацией (как альтернатива традиционному) - это управленческий подход, при котором многие заказы и задачи производственной деятельности организации рассматриваются как отдельные проекты.
- или другие варианты, рассматриваемые студентом ранее в рамках проектной деятельности

Разработка концепции инновационного проекта начинается с возникновения инновационной идеи, которая переводит проблему или потребность внешней среды в инновационную возможность.

Результат выполнения представить в виде презентации, где есть слайды о проблеме, потребителях, продуете, конкурентах, бизнес-модели, финансовых показателях, планах развития

**ИД-4 (УК-6) Знает приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки**

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает варианты распределения ролей в командной работе и понимает свою роль | СР06, Зач01 |
| Знает ключевые этапы стартапа (идея, валидация, MVP, масштабирование) и связанные с ними приоритетные задачи | Зач01 |
| Знает методы анализа своих сильных и слабых сторон | Зач01 |
| Понимает принципы agile и бережливого стартапа (Lean Startup) применительно к собственной работе: умение быстро тестировать гипотезы, получать обратную связь и корректировать действия | Зач01 |

**Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Роли в команде предпринимательского проекта
2. Размер команды проекта ее эффективность
3. Модели распределения ролей в команде проекта
4. Особенности групповых эффектов и их влияние на работу команды
5. Влияние групповой динамики на организацию командной работы, этапы групповой динамики
6. Как выстраивать эффективную команду для технологии стартапа?
7. Team Canvas как способ проработки команды проекта
8. Понятие стартапа, его особенности и отличия от малого бизнеса
9. Ключевые этапы стартапа (идея, валидация, MVP, масштабирование) и связанные с ними приоритетные задачи
10. Жизненный цикл стартапа
11. Методы анализа своих сильных и слабых сторон
12. Понятие agile подхода
13. Понятие бережливого стартапа (Lean Startup)

Задания к самостоятельной работе СР06

1. Изучите материал темы «Формирование и развитие команды». Опишите идеальный состав вашей проектной команды, распределите роли и функции в команде. Укажите, кто и почему получит ту или иную роль или функцию (возьмите в свою гипотетическую команду, например, знакомых вам людей или придумайте, кого вы хотели бы взять в команду).
2. Как Вы понимаете свою роль в достижении командных результатов?
3. Сформулируйте цели собственной деятельности и определите пути их достижения с учетом планируемых результатов работы команды

**ИД-5 (УК-6) Умеет определять приоритеты личностного и профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки**

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Уметь проводить анализ своих hard skills (технические, финансовые, маркетинговые знания) и soft skills (лидерство, коммуникация, устойчивость к неопределенности) в контексте технологического предпринимательства и формулировать краткосрочные и долгосрочные цели личностного и профессионального развития, напрямую связанные с этапом развития проекта | СР07, СР08 |

Задания к самостоятельной работе СР07

Построение плана развития. Построить четкий план развития, дорожную карта личных и проектных задач с обоснованием приоритетов

Задания к самостоятельной работе СР08

Предоставить отчет по плану развития, где последовательно показаны:

Анализ: «Где я сейчас?» (самооценка компетенций технопредпринимателя).

Цели: «Куда я хочу?» (приоритетные цели роста, привязанные к этапам венчурного цикла).

План: «Как я туда доберусь?» (конкретные, измеримые шаги по совершенствованию).

Оценка эффективности: «Что я уже применил и что скорректировал?» (примеры внедрения и адаптации плана).

**Теоретические вопросы к зачету Зач01**

1. Что такое жизненный цикл проекта? Перечислите основные задачи, решаемые на каждой фазе жизненного цикла проекта.
2. Опишите стандартную схему жизненного цикла проекта
3. Для ранее найденных в средствах массовой информации проектов, реализуемых в регионе, стране, городе, определите основные задачи для каждой фазы жизненного цикла и примерные сроки их реализации.
4. Понятие стартапа, его особенности и отличия от малого бизнеса
5. Что такое технологическое предпринимательство, и как оно отличается от традиционного предпринимательства?
6. Сущность и свойства инноваций
7. Какие риски связаны с технологическим предпринимательством, и как их можно минимизировать?
8. Ключевые этапы стартапа (идея, валидация, MVP, масштабирование) и связанные с ними приоритетные задачи
9. Жизненный цикл стартапа
10. Методы анализа своих сильных и слабых сторон
11. Понятие agile подхода
12. Понятие бережливого стартапа (Lean Startup)
13. Что такое MVP (Minimum Viable Product), и как его разработать?
14. Какие методы проверки бизнес-идеи существуют на начальном этапе разработки стартапа?
15. Как провести анализ рынка для технологического продукта?
16. В чем заключается концепция бизнес-модели, и какие основные типы бизнес-моделей присутствуют в технологическом предпринимательстве?
17. Способы тестирования гипотез
18. Методы генерации идей для проектов
19. SCAMPER
20. Карта трендов Ричарда Уотсона как способ поиска новых идей
21. Использование морфологических матриц для генерации идей
22. Роли в команде предпринимательского проекта
23. Размер команды проекта ее эффективность
24. Модели распределения ролей в команде проекта
25. Особенности групповых эффектов и их влияние на работу команды

26. Влияние групповой динамики на организацию командной работы, этапы групповой динамики
27. Как выстраивать эффективную команду для технологии стартапа?
28. Team Canvas как способ проработки команды проекта
29. Маркетинговые инструменты анализа потребительского спроса и поведения.
30. Проблемные интервью.
31. Инструменты и технологии проверки гипотез
32. Понятие стейкхолдеров
33. Виды потребителей
34. Cus Development Шаблон ценностного предложения
35. Основные источники информации о рынке.
36. Конкуренты. Как изучать, как представлять информацию.
37. Критерии сравнения конкурентов.
38. SWOT-анализ
39. STEP-анализ
40. Этапы разработки продукта Product Development
41. Минимальный жизнеспособный продукт: основные требования и характеристики
42. Канва бизнес-модели (Business Model Canvas) А. Остервальдера.
43. Варианты монетизации проекта.
44. Получение проектом финансирования.
45. Гранты и субсидии: фонды, критерии отбора.
46. Маркетинговая модель 4P.
47. Механизм ценообразования как метод повышения конкурентоспособности
48. Каковы основные источники финансирования для технологических стартапов?
49. Основные подходы к ценообразованию
50. Интенсивный, селективный и избирательный сбыт.
51. Современные форматы торговли.
52. Зависимость длины канала сбыта от товара и типа потребления.
53. Основные подходы к продвижению продукта
54. Концепция *Elevator pitch*
55. Методы построения презентации проекта
56. Инструменты и сервисы создания графических презентаций
57. Использование шаблонов для описания актуальности проблемы, предлагаемого решения, сути проекта, целевого *MVP*, сценариев использования продукта. Инструменты и сервисы создания презентаций

**Тестовые задания к зачету Зач01 (примеры)**

1. Что такое MVP (Minimum Viable Product)?

a) Продукт с максимальными характеристиками

b) Первый вариант продукта с минимальным набором функций, позволяющим начать тестирование на рынке

c) Полноценный продукт, готовый к запуску на рынок

d) Прототип продукта, который был разработан командой инженеров

Правильный ответ: b

2. Какой из следующих терминов описывает процесс исследования и проверки бизнес-идей?

a) Инновация

b) Валидизация

c) Акселерация

d) Инкубация
Правильный ответ: b

3. Какие источники финансирования являются наиболее распространёнными для стартапов на начальной стадии?

a) Венчурный капитал
b) Сбор денежных средств от акционеров
c) Краудфандинг
d) Все вышеперечисленные
Правильный ответ: d

4. Какой из следующих факторов не относится к рискам технологического стартапа?

a) Технические риски
b) Финансовые риски
c) Соглашение с партнёрами
d) Рыночные риски
Правильный ответ: c

5. Что такое бизнес-модель?

a) Документ, описывающий будущие финансовые результаты компании
b) Способ, которым компания создает, доставляет и захватывает ценность
c) Система управления внутренними процессами компании
d) Набор стандартных операционных процедур
Правильный ответ: b

6. Какова роль патентования в технологическом предпринимательстве?

a) Увеличивает налоги
b) Защищает интеллектуальную собственность и обеспечивает конкурентное преимущество
c) Ограничивает доступ к рынку
d) Улучшает качество продукта
Правильный ответ: b

7. Какой из перечисленных методов подходит для анализа рынка?

a) SWOT-анализ
b) Метод юнит-экономики
c) Модель канваса
d) Все вышеперечисленные
Правильный ответ: a

8. В чем заключается роль акселераторов?

a) Обучение предпринимателей
b) Предоставление стартового капитала
c) Ускорение процесса развития стартапов через менторство и ресурсы
d) Все вышеперечисленные
Правильный ответ: c

9. Какой из перечисленных аспектов является ключевым для оценки идеи на стартап?

a) Техническая реализуемость
b) Размер команды
c) Локация офиса
d) Дизайн упаковки
Правильный ответ: a

10. Что представляет собой рынок?
a) Система накапливания и распределения ресурсов
b) Совокупность покупателей и продавцов, взаимодействующих друг с другом
c) Физическое место, где продаются товары
d) Место, где происходит научное сотрудничество
Правильный ответ: b

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Опрос | даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Самостоятельная работа | правильно решено не менее 50% заданий |
| Презентация | презентация выполнена в полном объеме;<br>по презентации представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите презентации даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов и теста.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении тестовых заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы и при выполнении тестовых заданий.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено» в ходе промежуточной аттестации.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.01_ Математическое моделирование технологических процессов и аппаратов***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| | | |
|---|---|---|
| д.т.н., доцент | | А.Н. Пахомов |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | |
|---|---|
| | Н.Ц. Гатапова |
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования** | |
| ИД-1 (ПК-1)<br>Знание методов математического моделирования и базовых моделей технологических процессов и аппаратов | имеет представление о методах статистической термодинамики; теории гетерогенного катализа и теории химического катализа; научные основы подбора катализаторов; макрокинетике гетерогенных каталитических реакциях; основы производства промышленных катализаторов |
| ИД-2 (ПК-1)<br>Владение методами оценки математических моделей материалов и технологических процессов на адекватность путем физического и численного эксперимента | синтезировать кинетические константы; выбирать тип реактора и условия реализации промышленного процесса |
| ИД-8 (ПК-1)<br>Владеет навыками моделирования технологических процессов и аппаратов, определяет и контролирует параметры технологического процесса | обосновывать кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных химических процессов |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 1 семестр |
| ***Контактная работа*** | **52** |
| занятия лекционного типа | 16 |
| лабораторные занятия | 32 |
| практические занятия | - |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **128** |
| ***Всего*** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1.** Введение. Термодинамика. Вычисление термодинамических величин методами статистической термодинамики. Примеры практического применения.

Самостоятельная работа:
СР01. Составление математической модели статики и динамики выпарного аппарата:

1. По рекомендованной литературе изучить процесс выпаривания.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

**Тема 2.** Относительность понятий элемент и система. Иерархическая структура химического производства. Определение информации. Способы представления информации.

Лабораторные работы:
ЛР01. Проблемы ресурсо- и энергосбережения на современном этапе.

Самостоятельная работа:
СР02. Составление математической модели статики и динамики экстрактора:

1. По рекомендованной литературе изучить процесс экстракции.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

**Тема 3.** Анализ технологической системы. Постановка задачи оптимизации. Методы решения задач многокритериального анализа.

Лабораторные работы:
ЛР02. Методы оптимизация технологических схемы процессов нефтепереработки.

Самостоятельная работа:
СР03. Составление математической модели статики и динамики кристаллизатора:

1. По рекомендованной литературе изучить процесс кристаллизации.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Белов П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие (конспект лекций) / П.С. Белов. — Электрон. текстовые данные. — Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — 978-5-904330-02-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/43395.html

2. Пахомов А.Н. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова, Ю. В. Пахомова. - Тамбов: ТГТУ, 2015. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" ., http://tstu.ru/book/elib1/exe/2015/Pakhomov.exe

3. Основы моделирования химико-технологических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Пахомов, В. И. Коновалов, Н. Ц. Гатапова [и др.]. - Тамбов: ТГТУ, 2008. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий", http://tstu.ru/book/elib/pdf/2008/pahomov-a.pdf

4. Клинов А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7882-0774-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62483.html

5. Пахомов А.Н. Моделирование и расчет кинетики сушки жидких дисперсных продуктов на подложках [Электронный ресурс]: моногр. / А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова,, Ю. В. Пахомова. - Тамбов: ТГТУ, 2016. - Режим доступа к книге: " Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные аналоги печатных изданий" ., http://tstu.ru/book/elib/pdf/2016/gatapova.pdf

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория Компьютерного моделирования | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети ин- | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | тернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Проблемы ресурсо- и энергосбережения на современном этапе | защита |
| ЛР02. | Методы оптимизация технологических схемы процессов нефтепереработки | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 1 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-8 (ПК-1)** Владеет навыками моделирования технологических процессов и аппаратов, определяет и контролирует параметры технологического процесса

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| обосновывать кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных химических процессов | ЛР01, ЛР02 |

*Вопросы к защите ЛР01, ЛР02*

1. Модели и моделирование. Общие понятия и определения.
2. Классификация моделей.
3. Физические, математические, аналоговые модели, сходства и различия.
4. Аналитический метод математического описания (на примере решения уравнения Фурье).
5. Экспериментальный метод математического описания.

**ИД-1 (ПК-1)** Знание методов математического моделирования и базовых моделей технологических процессов и аппаратов

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| имеет представление о методах статистической термодинамики; теории гетерогенного катализа и теории химического катализа; научные основы подбора катализаторов; макрокинетике гетерогенных каталитических реакциях; основы производства промышленных катализаторов | Экз01 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

6. Экспериментально-математический метод описания.
7. Общая постановка задачи оптимизации.
8. Основные этапы постановки и решения задачи оптимизации.
9. Выбор критериев оптимальности и требования к ним.
10. Многокритериальные задачи оптимизации. Общий подход. Методы решения.
11. Основные методы свѐртки критериев оптимальности.
12. Универсальный метод свѐртки критериев оптимальности.
13. Основная задача линейного программирования.
14. Задача об оптимальном плане производства.
15. Геометрический смысл задач линейного программирования.
16. Общая постановка задачи целочисленного программирования.
17. Общая постановка задачи нелинейного программирования.
18. Геометрический смысл и особенности задач нелинейного программирования.
19. Необходимое и достаточное условие экстремума функции.

**ИД-2 (ПК-1)** Владение методами оценки математических моделей материалов и технологических процессов на адекватность путем физического и численного эксперимента

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| синтезировать кинетические константы; выбирать тип реактора и условия реализации промышленного процесса. | Экз01 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

20. Метод дихотомии.
21. Метод золотого сечения.
22. Градиентный метод для функции одной переменной.
23. Необходимое и достаточное условие экстремума функции многих переменных.
24. Собственное значение матрицы и их определителя.
25. Метод покоординатного поиска.
26. Градиентный метод нахождения безусловного экстремума.
27. Метод наискорейшего подъема (спуска).
28. Метод множителей Лагранжа.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в

ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.02_ Инженерная оптимизация в технологических процессах и аппаратах***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| д.т.н., доцент | | А.Н. Пахомов |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой** _____ Н.Ц. Гатапова

подпись — инициалы, фамилия

Тамбов 2026

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-2 Способен разрабатывать проектные и технологические решения в области энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности производства** | |
| ИД-2 (ПК-2)<br>Умение работать с прикладными программами, необходимыми для решения задач оптимизации и применять аналитические и численные методы решения | использует методы и принципы моделирования и оптимизации для создания энергосберегающих и экологически безопасных технологических систем |
| ИД-3 (ПК-2)<br>Владение методами решения инженерных задач оптимизации технологических процессов и систем | применяет на практике пакеты прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетные единицы.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | |
|---|---|---|
| | Очная | |
| | 2 семестр | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **49** | **52** |
| занятия лекционного типа | 16 | 16 |
| лабораторные занятия | 16 | 32 |
| практические занятия | 16 | - |
| курсовое проектирование | - | - |
| консультации | - | 2 |
| промежуточная аттестация | 1 | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **95** | **128** |
| ***Всего*** | **144** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**2 семестр**

**Тема 1. Введение.**

Цели и задачи изучения дисциплины. Необходимость дисциплины для инженеров-технологов. Варианты применения знаний, полученных при изучении настоящего курса, в реальном производстве.

**Тема 2. Понятие и связь ХТП и ХТС. Операторы ХТС (основные и вспомогательные). Структура ХТС (связь между операторами, ее виды). Свойства ХТС. Задачи решаемые при проектировании ХТС (синтез, анализ структуры, расчет и оптимизация).**

Рассматриваются различные уровни представления технологических объектов, основные операторы ХТС, различные виды технологических связей между операторами ХТС, основные свойства ХТС. Рассматривается последовательность задач, решаемых при проектировании или модернизации технологической схемы: синтез ХТС, анализ структуры ХТС, расчет ХТС, оптимизация структуры ХТС и режимов функционирования элементов ХТС. Излагаются основные подходы при решении таких задач.

**Тема 3. Основные принципы синтеза ХТС (декомпозиционный, эвристический, интегрально-гипотетический, эволюционный).**

Рассматриваются основные способы синтеза ХТС из элементов. Суть принципов синтеза, их достоинства и недостатки. Возможность компьютерной реализации задачи синтеза ХТС.

**Тема 4. Замкнутые и разомкнутые системы. Основные этапы и задачи анализа ХТС. Представление ХТС в виде таблиц, графов и матриц. Понятия: контур, комплекс, матрица смежности, параметричность. Определение последовательности расчета ХТС.**

Излагаются основы алгоритмов анализа структуры замкнутых ХТС с целью определения оптимального множества разрываемых потоков при переводе замкнутой ХТС к разомкнутому виду, а также оптимальной последовательности расчета ХТС.

Лабораторные работы:

ЛР01. Работа по анализу структуры ХТС.

**Тема 5. Детерминированные и статистические модели ХТС. Методы расчета ХТС, их достоинства и недостатки. Матричный и итерационные методы расчета ХТС, методы сходимости решения.**

Рассматриваются особенности математических моделей ХТС и методов их расчета, и их взаимосвязь с применяемыми методами синтеза ХТС. Излагаются достоинства, недостатки и ограничения моделей и методов.

**Тема 6. Критерий оптимальности, основные требования и ограничения. Порядок решения задачи оптимизации ХТС. Оптимизация структуры и режимов функционирования элементов ХТС. Аналитические и численные методы нахождения оптимума.**

Рассматриваются основные принципы выбора критерия оптимальности для ХТС, его свойства, а также основные принципы поиска оптимума.

Лабораторные работы:

ЛР02. Создание ХТС с технологическими операторами, не связанными с химическими превращениями и парожидкостным равновесием: смеситель, делитель, теплообменники, насос, компрессор, турбина, задвижка, трубопровод.

**3 семестр**

**Тема 7. Основные типы программного обеспечения для решения химико-технологических задач. Его состав, основные принципы применения, основные требования, преимущества, ограничения, основные правила выбора специализированного программного обеспечения для решения конкретных задач.**

Рассматриваются основные виды программного обеспечения для расчета ХТС из имеющегося на рынке, основные принципы его построения и функционирования. Возможность применения программного обеспечения для решения задач моделирования, расчета и оптимизации ХТС разных типов, а также основные принципы его выбора, стоимость лицензий, ограничения в применении.

**Тема 8. Специализированное программное обеспечение: ChemCAD для Windows. Основные принципы его функционирования и использования, ограничения, основные технологические операторы, характеристики потоков, режимы работы и настройки программного обеспечения, взаимодействие с другим программным обеспечением в среде Windows.**

Введение в ChemCAD для Windows. Основные принципы функционирования программного пакета, правила работы, ограничения, допущения, основные технологические операторы, характеристики потоков, режимы работы и настройки программного обеспечения, возможности его взаимодействия с другим программным обеспечением в среде Windows.

Лабораторные работы:

ЛР03. Создание ХТС с технологическими операторами, рассчитывающими химические превращения в системе: стехиометрический реактор, равновесный термодинамический реактор, использование модуля пользователя, кинетический реактор.

**Тема 9. Технологические операторы, не связанные с химическими превращениями и парожидкостным равновесием.**

Рассматриваются правила создания ХТС, включающей технологические операторы, не связанные не с химическими превращениями не с парожидкостным равновесием: смеситель, делитель, теплообменники, насос, компрессор, турбина, задвижка, трубопровод.

**Тема 10. Технологические операторы, обеспечивающие расчет химических превращений в системе.**

Рассматриваются правила создания ХТС, включающее технологические операторы, обеспечивающие расчет химических превращений (реакторов): стехиометрический реактор, равновесный термодинамический реактор, использование модуля пользователя, кинетический реактор.

Лабораторные работы:

ЛР04. Создание ХТС с технологическими операторами, рассчитывающими парожидкостное равновесие в системе: сепаратор, абсорбер/десорбер, ректификация.

**Тема 11. Технологические операторы, обеспечивающие расчет парожидкостного равновесия в системе.**

Рассматриваются привила создания ХТС, включающей технологические операторы, обеспечивающие расчет паро-жидкостного равновесия (массообменные процессы): сепаратор, абсорбер/десорбер, ректификация.

**Тема 12. Расширение баз данных и возможностей системы. Оптимизация ХТС.**

Рассматриваются правила расширения возможностей программного обеспечения с целью его использования при решении технологических задач с недостатком исходных данных.

Лабораторные работы:
ЛР05. Создание ХТС с расширением базы данных по компонентам.

Самостоятельная работа:

**Тема 1. Моделирование процессов выпаривания.**

Составление математической модели статики и динамики выпарного аппарата

**Задание:**

1. По рекомендованной литературе изучить процесс выпаривания.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

**Тема 2. Моделирование процессов экстракции.**

Составление математической модели статики и динамики экстрактора.

**Задание:**

1. По рекомендованной литературе изучить процесс экстракции.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

**Тема 3. Моделирование процессов кристаллизации.**

Составление математической модели статики и динамики кристаллизатора.

**Задание:**

1. По рекомендованной литературе изучить процесс кристаллизации.
2. Проработка лекционного материала.
3. Получение расчетных характеристик по модели.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы может быть скорректировано с учетом нозологии, потребностей и возможностей обучающегося.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Кочегурова Е.А. Теория и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Кочегурова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 134 с. — 978-5-4387-0237-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/34723.html

2. Бабенышев С.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей / С.В. Бабенышев, Е.Н. Матеров. — Электрон. текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 122 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66910.html

3. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.К. Ершов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 89 с. — 978-5-9227-0597-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63634.html

4. Пахомов А.Н. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова, Ю. В. Пахомова. - Тамбов: ТГТУ, 2015. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" ., http://tstu.ru/book/elib1/exe/2015/Pakhomov.exe

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория Компьютерного моделирования | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети ин- | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | тернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Работа по анализу структуры ХТС | защита |
| ЛР02. | Создание ХТС с технологическими операторами, не связанными с химическими превращениями и парожидкостным равновесием: смеситель, делитель, теплообменники, насос, компрессор, турбина, задвижка, трубопровод | защита |
| ЛР03. | Создание ХТС с технологическими операторами, рассчитывающими химические превращения в системе: стехиометрический реактор, равновесный термодинамический реактор, использование модуля пользователя, кинетический реактор | защита |
| ЛР04. | Создание ХТС с технологическими операторами, рассчитывающими парожидкостное равновесие в системе: сепаратор, абсорбер/десорбер, ректификация | защита |
| ЛР05. | Создание ХТС с расширением базы данных по компонентам | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 2 семестр |
| Экз01 | Экзамен | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-2 (ПК-2)** Умение работать с прикладными программами, необходимыми для решения задач оптимизации и применять аналитические и численные методы решения

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| использует методы и принципы моделирования и оптимизации для создания энергосберегающих и экологически безопасных технологических систем | Зач01 |

*Вопросы к зачету Зач01*

1) Принцип минимального рассогласования обобщенных флуктуации энергии, учитывающих поэлементную структуру подсистем.
2) Алгоритм декомпозиции сложных ХТС.
3) Топологический метод эксергетического и термоэкономического анализа.
4) Метод структурной оптимизации химико-технологических систем на основе информационно–термодинамического принципа.
5) Три уровня решения задачи оптимизации ХТС.
6) Трехуровневой декомпозиционный подход к оптимизации ХТС.
7) Многокритериальный принцип декомпозиции задачи оптимизации ХТС.

**ИД-3 (ПК-2)** Владение методами решения инженерных задач оптимизации технологических процессов и систем

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| применяет на практике пакеты прикладных программ для решения задач энерго- и ресурсосбережения, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения | Экз01 |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Расчет материально-тепловых балансов.
2. Выбор наилучшей технологической схемы.
3. Выбор и расчет технологического оборудования.
4. Проектирование системы автоматизации и управления
5. Расчет наилучших технологических режимов.
6. Техническое, математическое и программное обеспечение для системного анализа химических технологий. Текстовые редакторы, электронные таблицы, профессиональные программы моделирования процессов химической технологии: Aspen Plus, Mathcad .
7. Понятие системы, элемента системы. Понятие химико - технологической системы (ХТС), элемента ХТС. Уровни иерархии ХТС. Блок-схема структуры ХТС на уровне цеха.
8. Понятие элемента ХТС, его математического описания.
9. Классификация элементов ХТС и технологических потоков. Параметричность технологического потока.
10. Классификация ХТС по поведению во времени, по виду технологических связей, с точки зрения расчета.
11. Понятие совмещенных и гибких ХТС.

12. Оценки эффективности функционирования ХТС. Критерии и свойства оценок. Компромиссная оценка.

13. Математическое описание ХТС.

14. Математическая постановка основных задач при системном анализе химических производств. Формализация задач анализа ХТС, синтеза ХТС, синтеза оптимальной ХТС.

15. Понятие о расчете "разомкнутых" ХТС.

16. Понятие о расчете "замкнутых" ХТС. Декомпозиционный метод расчета.

17. Структурный анализ ХТС. Основные понятия: ориентированная дуга, путь, контур, комплекс.

18. Определение вычислительной последовательности " разомкнутых" ХТС- необходимый этап ее расчета. Алгоритмы определения ВПРС.

19. Основные задачи структурного анализа "замкнутых" ХТС .

20. Алгоритмы выделения комплексов.

21. Выделение контуров.

22. Оптимальное множество разрываемых дуг.

23. Составление информационной блок-схемы расчета ХТС.

24. Понятие о методах расчета стационарных режимов ХТС. Использование метода простой итерации при расчете ХТС.

25. Метод математического моделирования и его использование при построении математических моделей элементов ХТС. Блок-схема построения математической модели элемента ХТС.

26. Классификация математических моделей.

27. Понятие адекватности модели.

28. Обобщенное уравнение массоэнергопереноса.

29. Краевые условия: начальные и граничные.

30. Математическое описание кинетики химических реакций. Порядок построения. Ключевые компоненты. Материальный баланс реакции.

31. Формальные модели ХТС. Достоинства и недостатки. Порядок построения математического описания с помощью полного факторного эксперимента.

32. Порядок построения математического описания методом Брандона.

33. Построение формальных моделей с помощью Excel.

34. Понятие об оптимизации ХТС. Объект оптимизации, управляющие воздействия, критерии оптимизации. Примеры постановок задач оптимизации. Выбор управляющих воздействий.

35. Математическая постановка задачи оптимизации ХТС. Классификация методов оптимизации. Выбор поисковых переменных.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная | лабораторная работа выполнена в полном объеме; |

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| работа | по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.03 Явления переноса энергии и вещества в технологических процессах и аппаратах***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***«Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| | | |
|---|---|---|
| д.т.н., зав. кафедрой | | Н.Ц. Гатапова |
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

| | | |
|---|---|---|
| **Заведующий кафедрой** | | Н.Ц. Гатапова |
| | подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования** | |
| ИД-3 (ПК-1) Знание теоретических основ переноса энергии, вещества и импульса | Знает теоретические основы переноса энергии, вещества и импульса |
| ИД-4 (ПК-1) Умение использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий | Умеет использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий |
| ИД-5 (ПК-1) Владение навыками анализа и методами изучения тепло- массопереноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах | Владеет навыками анализа и методами изучения тепломассопереноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | |
|---|---|---|
| | Очная | |
| | 2 семестр | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **33** | **52** |
| занятия лекционного типа | 16 | 16 |
| лабораторные занятия | | |
| практические занятия | 16 | 32 |
| курсовое проектирование | | |
| консультации | | 2 |
| промежуточная аттестация | 1 | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **111** | **128** |
| ***Всего*** | **144** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Наука о явлениях переноса. Историческая справка. Библиография. "Явления переноса" (Бёрд Р., Стьюарт Б., Лайтфут Е. Явления переноса.- М.: Химия, 1974.- 688 с.) как основной англоязычный учебный курс. История, особенности и значение.

Тема 2. Методы описания и расчета явлений и процессов переноса и превращения в технологических процессах и аппаратах.

Феноменологическая макрокинетика. Физика и механика сплошных сред.

Макрокинетика. Молекулярно-кинетический подход. Физико-статистические методы.

Иерархия уровней в сложных процессах. Инженерно-физические подходы. Формально-статистические методы.

Тема 3. Базовые явления и модели. Лимитирующие явления. Модели и реальность. Комбинации, наложения. Отклонения, парадоксы. Переусложнение моделей, гипертрофия формализации. Переупрощение моделей, неизученность явлений. Поправки, методы учета. Примеры.

Физические представления и математические модели процессов. Основные подходы.

Недостатки формального моделирования процессов. Переупрощение моделей. Переусложнение моделей. Возможности "универсальных" моделей.

Тема 4. Единые кинетические закономерности в технологических процессах и аппаратах (ЕКЗ). Скорость, движущая сила и сопротивление / кинетический коэффициент скорости. ЕКЗ гидромеханических процессов. ЕКЗ процессов теплопередачи. ЕКЗ процессов массопередачи (диффузионных процессов).

Общая структура ЕКЗ для нестационарных и стационарных (установившихся) гидромеханических, тепловых и диффузионных процессов.

Средняя движущая сила. Способы определения СДС. Примеры.

Общий и частные коэффициенты переноса. Теплопередача. Массопередача. Аналогия и различия.

Тема 5. Базовые градиентные законы переноса энергии и вещества. Градиент. Градиентные законы вязкого трения в движущейся жидкости (Ньютона), теплопроводности (Фурье) и диффузии (Фика).

Аналогия и различия в градиентных законах переноса импульса, теплопроводности и диффузии. Кинетические коэффициенты и их размерности.

Другие градиентные процессы. Процессы неградиентной природы. Излучение. Химические реакции. Механические процессы.

Тема 6. Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии и вещества (переноса импульса, тепла, массы). Основные операторы. Полная (субстанциональная) производная в движущейся среде. Оператор Лапласа. Источники / стоки.

Перенос в движущейся среде. Подходы Эйлера и Лагранжа. Полный дифференциал. Субстанциональная производная, локальная и конвективные составляющие.

Линейные дифференциальные уравнения полей переноса. Емкостные, потоковые, полевые, потенциальные характеристики. Приращение полевой величины. Оператор Лапласа.

Тема 7. Дифференциальные уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье-Стокса). Идеальная жидкость, стационарные течения, одномерные течения. Сжимаемые среды. Сверхзвуковые течения. Реологически сложные среды.

Дифференциальные уравнения теплопроводности в движущейся и неподвижной среде.

Дифференциальные уравнения диффузии в движущейся и неподвижной среде.

Аналогия и различия в дифференциальных уравнениях полей скоростей, температур и концентраций. Общие и различные свойства и характеристики уравнений полей.

Тема 8. Методы и приемы решений дифференциальных уравнений переноса. Существование решения, единственность, сходимость, устойчивость.

Аналитические методы решения дифференциальных уравнений переноса. Методы разделения переменных, интегральные, источников.

Численные методы. Достоинства и недостатки аналитических и численных методов.

Тема 9. Упрощение общих уравнений переноса для конкретных случаев на основе анализа совокупности физических явлений и выделения лимитирующих. Пример приведения дифференциального уравнения в частных производных Навье-Стокса к обыкновенному дифференциальному уравнению.

Интегрирование уравнений течения жидкости в канале. Уравнение Гагена-Пуазейля.

Пример упрощения уравнения теплопроводности (диффузии) к одномерному виду.

Интегрирование уравнения методом разделения переменных для пластины при граничных условиях третьего рода.

Тема 10. Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. π- теорема анализа размерностей.

Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений. Критерии гидромеханического подобия.

Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэлея-Павлушенко). Первичные и вторичные размерности. Количество критериев. Критерии гидромеханического подобия.

Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.

Тема 11. Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы).

Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев.

Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных. Графическая обработка. Выявление выбросов и границ режимов. Статистические методы. Метод наименьших квадратов.

Тема 12. Физическое моделирование и эксперимент. Техника физического эксперимента и моделирования. Правила обеспечения подобия в модели и в образце. Примеры моделирования. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании. Специальное, приближенное и последовательное физическое моделирование.

Тема 13. Аналогия дифференциальных уравнений переноса. Методы аналогии. Примеры аналогового моделирования (гидроинтеграторы, проводящие среды, тепло- гидравлическая, тепло- диффузионная, “тройная” аналогия, электро- аналогия, АВМ).

Математическое моделирование. ЭЦВМ, персональные компьютеры и суперкомпьютеры. Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования. Комплексные методы.

Тема 14. Основные группы методов гидромеханического разделения дисперсных систем. Лимитирующие явления. Осаждение. Базовая модель. Осложняющие явления и варианты моделей осаждения. Фильтрование. Базовая модель. Варианты режимных условий и осложняющих явлений. Их учет в моделях фильтрования.

Тема 15. Явления переноса при теплоотдаче. Свободная и вынужденная конвекция. Кипение и конденсация. Лимитирующие явления. Учет в расчетах.

Тема 16. Явления переноса и свойства веществ, используемые в диффузионных процессах разделения. Схемы процессов разделения 1-й, 2-й и 3-й групп. Комбинированные процессы. Технологические особенности диффузионных процессов разделения. Способы улучшения разделения.

Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных, жидкофазных и мембранных процессов. Особенности расчетных методов.

Тема 17. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления жидкофазных процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции.

Явления взаимосвязи гидродинамики и массопереноса при жидкостной экстракции.

Тема 18. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных процессов адсорбции и сушки. Определение базовых кинетических характеристик. Механизм тепло- и массопереноса и разновидности температурно-влажностных кривых в процессах сушки. Изменение коэффициентов теплоотдачи в процессе сушки.

Практические занятия

ПР01. Методы описания и расчета явлений и процессов переноса.

ПР02. Применение ЕКЗ в технологических расчетах гидромеханических тепловых и массообменных процессов

ПР03. Градиентные законы переноса

ПР04. Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии и вещества

ПР05. Решение дифференциальных уравнений движения жидкости, теплопроводности и диффузии

ПР06. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений

ПР07. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных

ПР08. Физическое моделирование и эксперимент. Примеры моделирования.

ПР09. Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования

ПР010. Основные группы методов гидромеханического разделения дисперсных систем

ПР011. Явления переноса при теплоотдаче

ПР012. Явления переноса и свойства веществ, используемые в диффузионных процессах разделения

ПР013. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления жидкофазных процессов

Самостоятельная работа:

СР01. Взаимное направление и структура потоков в технологических аппаратах. Разновидности и модельные представления. Трассерное и физическое моделирование. Влияние на среднюю движущую силу процессов и на степень использования рабочего вещества (возможный расход).

СР02. Примеры явлений переноса в промышленных процессах: физические представления и математические модели процессов.

СР03. Пример получения дифференциального уравнения переноса тепла (дифференциального уравнения теплопроводности) из балансных соотношений.

СР04. Примеры решения дифференциальных уравнений переноса: дифференциальное уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости; дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение диффузии.

СР05. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных. Графическая обработка.

СР06. Явления переноса в гидромеханических процессах. Режимы течения жидкости. Ламинарное и турбулентное течение.

СР07. Разделение в полях центробежных сил. Циклоны. Центрифуги. Особенности явлений в центробежных полях.

СР08. Явления переноса при теплоотдаче. Свободная и вынужденная конвекция. Кипение и конденсация.

СР09. Теплопередача. Общий и частные коэффициенты переноса.

СР010. Поверхностные теплообменники- рекуператоры. Разновидности. Явления переноса. Коэффициенты теплопередачи, интенсификация, гидравлическое сопротивление.

СР011. Регенеративные теплообменники с теплоаккумулирующей насадкой. Явления переноса.

СР012.Теплообменники смешения. Основные разновидности. Явления переноса.

СР013. Явления переноса в диффузионных процессах разделения. Массопередача. Общий и частные коэффициенты переноса.

СР014. Примеры конструктивного оформления жидкофазных процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции.

СР015. Примеры конструктивного оформления твердофазных процессов адсорбции и сушки.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1.Комиссаров, Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие для вузов/ Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Д.П. Вент; Под ред. Ю.А. Комисарова. – М.: Химия, 2011. – 1230 с.(26экз.)

2. Методы решения задач тепломассопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Коновалов, А. Н. Пахомов, Н. Ц. Гатапова, Н. А. Колиух. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" http://tstu.ru/book/elib1/exe/2012/gatapova_t.exe

3. Фролов, В. Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» / В. Ф. Фролов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 608 с. — ISBN 078-5-93808-348-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/97816.html (дата обращения: 14.02.2023).

4. Романков, П. Г. Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 440 с. — ISBN 978-5-93808-289-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/67361.html (дата обращения: 14.02.2023).

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом Ваша самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения Вам рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;
- решая упражнение или задачу, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать; наметить план решения, попробовать на его основе решить 1-2 аналогичные задачи. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901; |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория Компьютерного моделирования | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютеры, принтер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий на практических занятиях, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01. | Методы описания и расчета явлений и процессов переноса. | опрос |
| ПР02. | Применение ЕКЗ в технологических расчетах гидромеханических тепловых и массообменных процессов | опрос |
| ПР03. | Градиентные законы переноса | опрос |
| ПР04. | Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии и вещества | опрос |
| ПР05. | Решение дифференциальных уравнений движения жидкости, теплопроводности и диффузии | опрос |
| ПР06. | Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений | опрос |
| ПР07. | Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных | опрос |
| ПР08. | Физическое моделирование и эксперимент. Примеры моделирования. | опрос |
| ПР09. | Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования | опрос |
| ПР010. | Основные группы методов гидромеханического разделения дисперсных систем | опрос |
| ПР011. | Явления переноса при теплоотдаче | опрос |
| ПР012. | Явления переноса и свойства веществ, используемые в диффузионных процессах разделения | опрос |
| ПР013. | Особенности явлений переноса и конструктивного оформления жидкофазных процессов | опрос |
| СР01 | Взаимное направление и структура потоков в технологических аппаратах. Разновидности и модельные представления. Трассерное и физическое моделирование. Влияние на среднюю движущую силу процессов и на степень использования рабочего вещества (возможный расход). | опрос |
| СР02 | Примеры явлений переноса в промышленных процессах: физические представления и математические модели процессов. | опрос |
| СР03 | Пример получения дифференциального уравнения переноса тепла (дифференциального уравнения теплопроводности) из балансных соотношений. | опрос |
| СР04 | Примеры решения дифференциальных уравнений перено- | опрос |

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| | са: дифференциальное уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости; дифференциальное уравнение теплопроводности; дифференциальное уравнение диффузии. | |
| СР05 | Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных. Графическая обработка. | опрос |
| СР06 | Явления переноса в гидромеханических процессах. Режимы течения жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. | опрос |
| СР07 | Разделение в полях центробежных сил. Циклоны. Центрифуги. Особенности явлений в центробежных полях. | опрос |
| СР08 | Явления переноса при теплоотдаче. Свободная и вынужденная конвекция. Кипение и конденсация. | опрос |
| СР09 | Теплопередача. Общий и частные коэффициенты переноса. | опрос |
| СР010 | Поверхностные теплообменники- рекуператоры. Разновидности. Явления переноса. Коэффициенты теплопередачи, интенсификация, гидравлическое сопротивление. | опрос |
| СР011 | Регенеративные теплообменники с теплоаккумулирующей насадкой. Явления переноса. | опрос |
| СР012 | Теплообменники смешения. Основные разновидности. Явления переноса. | опрос |
| СР013 | Явления переноса в диффузионных процессах разделения. Массопередача. Общий и частные коэффициенты переноса. | опрос |
| СР014 | Примеры конструктивного оформления жидкофазных процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции. | опрос |
| СР015 | Примеры конструктивного оформления твердофазных процессов адсорбции и сушки. | опрос |

### 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 1 семестр |
| Экз02 | Экзамен | 2 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-3 (ПК-1) Знание теоретических основ переноса энергии, вещества и импульса.

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Знает теоретические основы переноса энергии, вещества и импульса. | ПР01, ПР02, ПР03 Зач01 |

Задания к опросу ПР01

1.Сформулируйте основные положения феноменологической макрокинетики.
2. В чем заключается молекулярно-кинетический подход?
3. Чем отличаются физико-статистические методы?
4. Иерархия уровней в сложных процессах.
5. Приведите примеры инженерно-физических подходов.
6. Достоинства и недостатки формально-статистических методов.
7. Какие явления относят к лимитирующим?
8. Физические представления и математические модели процессов.

Задания к опросу ПР02

1. Структура ЕКЗ.
2. Скорость, движущая сила и сопротивление / кинетический коэффициент скорости.
3. ЕКЗ гидромеханических процессов.
4.ЕКЗ процессов теплопередачи.
5. ЕКЗ процессов массопередачи (диффузионных процессов).
6. ЕКЗ для нестационарных и стационарных (установившихся) гидромеханических, тепловых и диффузионных процессов.
7. Средняя движущая сила. Способы определения СДС.
8. Общий и частные коэффициенты переноса.

Задания к опросу ПР03

1. Градиентный закон вязкого трения в движущейся жидкости (Ньютона).
2. Градиентный закон теплопроводности (Фурье).
3. Градиентный закон диффузии (Фика).
4. Аналогия и различия в градиентных законах переноса импульса, теплопроводности и диффузии.
5. Кинетические коэффициенты и их размерности.
6. Процессы неградиентной природы.

ИД-4 (ПК-1) Умение использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Умеет использовать фундаментальные законы переноса энергии, вещества и импульса для создания теоретических моделей технологических процессов, аппаратов и свойств материалов и изделий | ПР04, ПР05 Зач01 |

Задания к опросу ПР04

1. Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии.
2. Перенос в движущейся среде. Подходы Эйлера и Лагранжа.
3. Полный дифференциал. Субстанциональная производная, локальная и конвективные составляющие.
4. Линейные дифференциальные уравнения полей переноса.
5. Емкостные, потоковые, полевые, потенциальные характеристики.
6. Дифференциальные уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье-Стокса).
7. Дифференциальные уравнения теплопроводности в движущейся и неподвижной среде.
8. Дифференциальные уравнения диффузии в движущейся и неподвижной среде.

Задания к опросу ПР05

1. Методы и приемы решений дифференциальных уравнений переноса.
2. Аналитические методы решения дифференциальных уравнений переноса.
3. Численные методы решения дифференциальных уравнений переноса.
4.Достоинства и недостатки аналитических и численных методов.
5. Упрощение общих уравнений переноса для конкретных случаев на основе анализа совокупности физических явлений и выделения лимитирующих.
6. Интегрирование уравнений течения жидкости в канале.
7. Пример упрощения уравнения теплопроводности (диффузии) к одномерному виду.
8. Интегрирование уравнения методом разделения переменных для пластины при граничных условиях третьего рода.

ИД-5 (ПК-1) Владение навыками анализа и методами изучения тепло- массопереноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| Владеет навыками анализа и методами изучения тепло- массопереноса и гидродинамики в технологических процессах и аппаратах | ПР06-ПР013, Экз01 |

Задания к опросу ПР06

1. В каком случае возможно использование операции приведения дифференциальных уравнений?
2. Алгоритм операции приведения дифференциальных уравнений.
3. Получение критериев гидромеханического подобия и их физический смысл.
4. Получение критериев подобия методом анализа размерностей
5. Чем различаются первичные и вторичные размерности?
6. Достоинства и недостатки получения критериев методами анализа размерностей и методом операции приведения дифференциальных уравнений.

Задания к опросу ПР07

1. Порядок получения явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных.
2. Пример графической обработки экспериментальных данных.
3. Выявление выбросов и границ режимов при графической обработке экспериментальных данных.

Задания к опросу ПР08

1. Техника физического эксперимента и моделирования.
2. Правила обеспечения подобия в модели и в образце.
3. Примеры моделирования.
4. Примеры “несовместности” критериев при физическом моделировании.

Задания к опросу ПР09

1. Физическое моделирование и эксперимент.
2. Аналогия дифференциальных уравнений переноса. Методы аналогии. Гидравлическая и тепло- диффузионная аналогия.
3. Математическое моделирование.
4. Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования.

Задания к опросу ПР010

1. Осаждение. Базовая модель.
2.Осложняющие явления и варианты моделей осаждения.
3. Фильтрование. Базовая модель.
4. Варианты режимных условий и осложняющих явлений. Их учет в моделях фильтрования.

Задания к опросу ПР011

1. Явления переноса при теплоотдаче.
2. Свободная и вынужденная конвекция. Лимитирующие явления. Учет в расчетах.
3. Кипение и конденсация. Лимитирующие явления. Учет в расчетах.

Задания к опросу ПР012

1. Схемы процессов разделения 1-й, 2-й и 3-й групп.
2. Технологические особенности диффузионных процессов разделения.
3. Способы улучшения разделения.

Задания к опросу ПР013

1. Конструктивное оформление процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции. Сходство и особенности.
2. Явления переноса в жидкофазных процессах разделения.
3. Взаимосвязь гидродинамики, тепло- и массопереноса.

Теоретические вопросы к зачету Зач01

1. Наука о явлениях переноса. Историческая справка. Библиография.
2. Методы описания и расчета явлений и процессов переноса и превращения в технологических процессах и аппаратах.
3. Базовые явления и модели. Лимитирующие явления.
4. Модели и реальность. Переусложнение моделей. Упрощение моделей. Поправки, методы учета.
5. Физические представления и математические модели процессов. Основные подходы. Недостатки формального моделирования процессов.
6. Единые кинетические закономерности в технологических процессах и аппаратах (ЕКЗ). Скорость, движущая сила и сопротивление / кинетический коэффициент скорости.
7. Общая структура ЕКЗ для нестационарных и стационарных (установившихся) гидромеханических, тепловых и диффузионных процессов.

8. Средняя движущая сила. Способы определения СДС.
9. Общий и частные коэффициенты переноса. Теплопередача. Массопередача. Аналогия и различия.
10. Базовые градиентные законы переноса энергии и вещества. Градиент. Градиентные законы вязкого трения в движущейся жидкости (Ньютона), теплопроводности (Фурье) и диффузии (Фика).
11. Аналогия и различия в градиентных законах переноса импульса, теплопроводности и диффузии. Кинетические коэффициенты и их размерности.
12. Общая структура дифференциальных уравнений полей переноса энергии и вещества (переноса импульса, тепла, массы). Основные операторы.
13. Полная (субстанциональная) производная в движущейся среде. Оператор Лапласа. Источники / стоки.
14. Перенос в движущейся среде. Подходы Эйлера и Лагранжа. Полный дифференциал. Субстанциональная производная, локальная и конвективные составляющие.
15. Линейные дифференциальные уравнения полей переноса. Емкостные, потоковые, полевые, потенциальные характеристики. Приращение полевой величины. Оператор Лапласа.
16. Дифференциальные уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье-Стокса). Идеальная жидкость, стационарные течения, одномерные течения.
17. Дифференциальные уравнения теплопроводности в движущейся и неподвижной среде.
18. Дифференциальные уравнения диффузии в движущейся и неподвижной среде.
19. Аналогия и различия в дифференциальных уравнениях полей скоростей, температур и концентраций. Общие и различные свойства и характеристики уравнений полей.
20. Методы и приемы решений дифференциальных уравнений переноса. Существование решения, единственность, сходимость, устойчивость.
21. Аналитические методы решения дифференциальных уравнений переноса. Методы разделения переменных, интегральные, источников.
22. Численные методы. Достоинства и недостатки аналитических и численных методов.
23. Упрощение общих уравнений переноса для конкретных случаев на основе анализа совокупности физических явлений и выделения лимитирующих.
24. Приведение дифференциального уравнения в частных производных Навье-Стокса к обыкновенному дифференциальному уравнению.
25. Интегрирование уравнений течения жидкости в канале. Уравнение Гагена-Пуазейля.
26. Пример упрощения уравнения теплопроводности (диффузии) к одномерному виду.
27. Интегрирование уравнения методом разделения переменных для пластины при граничных условиях третьего рода.

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Теория подобия. 1, 2, 3-я теоремы подобия. $\pi$- теорема анализа размерностей.
2. Получение критериев подобия из дифференциальных уравнений методом операции приведения дифференциальных уравнений. Критерии гидромеханического подобия.
3. Анализ размерностей физических величин. Получение критериев подобия методом анализа размерностей (Рэлея-Павлушенко).

4. Структура критериальных уравнений. Определяемые и определяющие критерии (числа подобия). Определяющие размеры, скорости, температуры, концентрации. Параметрические критерии (симплексы).
5. Дополнительные и производные критерии подобия. Комбинированные и групповые критерии подобия. Критерии подобия - аналоги. Группы аналогичных критериев.
6. Получение явного вида критериальных уравнений обработкой экспериментальных или расчетных данных.
7. Физическое моделирование и эксперимент. Техника физического эксперимента и моделирования. Правила обеспечения подобия в модели и в образце.
8. Аналогия дифференциальных уравнений переноса. Методы аналогии.
9. Математическое моделирование. Возможности, достоинства и недостатки методов физического, аналогового и математического моделирования.
10. Основные группы методов гидромеханического разделения дисперсных систем. Лимитирующие явления. Осаждение. Базовая модель. Осложняющие явления и варианты моделей осаждения.
11. Фильтрование. Базовая модель. Варианты режимных условий и осложняющих явлений. Их учет в моделях фильтрования.
12. Явления переноса при теплоотдаче. Свободная и вынужденная конвекция. Кипение и конденсация. Лимитирующие явления. Учет в расчетах.
13. Явления переноса и свойства веществ, используемые в диффузионных процессах разделения. Схемы процессов разделения 1-й, 2-й и 3-й групп.
14. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных, жидкофазных и мембранных процессов. Особенности расчетных методов.
15. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления жидкофазных процессов абсорбции, ректификации и жидкостной экстракции.
16. Особенности явлений переноса и конструктивного оформления твердофазных процессов адсорбции и сушки. Определение базовых кинетических характеристик. Механизм тепло- и массопереноса и разновидности температурно-влажностных кривых в процессах сушки.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Опрос | даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Доклад | тема доклада раскрыта, сформулированы выводы;<br>соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к докладу); |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.04_ Дополнительные главы процессов и аппаратов химической технологии***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | А.Н. Колиух |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой** _____ Н.Ц. Гатапова

подпись инициалы, фамилия

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-1 Способен формулировать и решать научно-исследовательские задачи в области технологических процессов и аппаратов с использованием математического и физического моделирования** | |
| ИД-6 (ПК-1) Знание теоретических основ гидродинамики, тепло-и массопереноса, теории подобия и масштабирования химико-технологических процессов и аппаратов | знает теоретические основы гидродинамики, тепло-и массопереноса, теорию подобия и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов |
| ИД-7 (ПК-1) Владение навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов | владеет навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения | |
|---|---|---|
| | Очная | |
| | 1 семестр | 2 семестр |
| ***Контактная работа*** | **52** | **52** |
| занятия лекционного типа | 16 | 16 |
| лабораторные занятия | 32 | 16 |
| практические занятия | - | 16 |
| курсовое проектирование | - | - |
| консультации | 2 | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **128** | **128** |
| ***Всего*** | **180** | **180** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1 семестр**

**Раздел 1. Выпаривание**

**Тема 1. Физико-химические основы процесса выпаривания**

Свойства растворов (температура кипения, температурная депрессия, гидравлическая депрессия, теплота растворения, поверхностное натяжение, пенообразование).

Самостоятельная работа:

СР01. Теплообмен при кипении в большом объёме. Вид критериальных уравнений для расчёта коэффициентов теплоотдачи;

СР02. Температура кипения растворов. Влияние давления на температуру кипения растворов. Правило Бабо.

**Тема 2. Теплообмен при кипении**

Теоретические основы процесса кипения. Теплообмен при пузырьковом кипении. Плёночный режим кипения. Кривая кипения. Теплоотдача при кипении. Критериальные уравнения для расчёта коэффициентов теплоотдачи. Кризисы кипения.

**Тема 3. Простое (однокорпусное) выпаривание**

Принципиальная схема. Материальный и тепловой баланс. Поверхность нагрева выпарных аппаратов. Классификация выпарных аппаратов. Выпарные аппараты периодического действия.

Самостоятельная работа:

СР03. Недостатки выпарных аппаратов с естественной циркуляцией раствора;

СР04. Конструкции выпарных аппаратов с вынужденной циркуляцией раствора;

СР05. Расчёт коэффициентов теплоотдачи при выпаривании растворов с вынужденной циркуляцией.

Практические занятия:

ПР01. Расчет процесса выпаривания

**Тема 4. Энергосберегающие выпарные установки**

Выпарные аппараты с тепловым насосом. Многокорпусные выпарные установки (прямоточные и противоточные). Оптимальное число корпусов выпарной установки. Устройство выпарных аппаратов. Вспомогательные устройства выпарных установок. Расчёт многокорпусных выпарных установок.

Самостоятельная работа:

СР06. Возможности повышения движущей силы процесса выпаривания.

СР07. Конструкции конденсаторов, применяемых для конденсации вторичного пара.

СР08. Сравнительная характеристика прямоточных и противоточных выпарных установок.

СР09. Расчёт барометрического конденсатора.

Лабораторные работы:

ЛР01. Испытание двухкорпусной выпарной установки

**Раздел 2. Экстракция (выщелачивание)**

**Тема 1. Экстрагирование в системе твёрдое тело – жидкость**

Экстрагирование растворённого вещества из пор твёрдого нерастворимого материала. Растворение твёрдого растворимого включения в пористом нерастворимом материале. Фазовое равновесие в системе твёрдое тело – жидкость.

Самостоятельная работа:

СР10. Применение экстрагирования в химической промышленности. Достоинства и недостатки процесса.

Практические занятия:

ПР02. Расчет процесса экстракции

Лабораторные работы:

ЛР02. Экстрагирование твёрдых растворимых веществ из пористых материалов

**Тема 2. Извлечение из одиночной частицы и массовая экстракция**

Принципиальные отличия кинетики этих процессов. Интенсификация процессов экстрагирования из твёрдых материалов. Конструкции экстракторов.

Самостоятельная работа:

СР11. Экстрагирование в условиях лимитирующего процесс внутридиффузионного или внешнедиффузионного сопротивления.

**Тема 3. Расчёт процессов растворения**

Полное и частичное растворение веществ. Фракционное растворение веществ.

Самостоятельная работа:

СР12. Факторы влияющие на внешнее и внутреннее диффузионное сопротивление.

СР13. Рабочая зона для процесса выщелачивания при противотоке.

**2 семестр**

**Раздел 3. Ионообменные процессы**

**Тема 1. Физико – химические основы ионообмена**

Иониты (ионообменные сорбенты) – свойства, классификации. Равновесие целевого компонента в фазах. Применение ионообменных процессов.

Самостоятельная работа:

СР14. Катиониты и аниониты.

СР15. Реакции при ионном обмене.

Практические занятия:

ПР03. Расчет аппаратов для проведения ионообменных процессов

Лабораторные работы:

ЛР03. Извлечение растворённых веществ ионообменными смолами

**Тема 2. Промышленные схемы применения ионообмена**

Рабочие циклы установок. Факторы, влияющие на кинетику процесса. Ионообменные колонны периодического и непрерывного действия.

Самостоятельная работа:
СР16. Кинетика ионообменного процесса.
СР17. Способы проведения ионообменных процессов.

**Раздел 4. Кристаллизация**

**Тема 1. Образование твёрдой фазы в растворах, расплавах и паровой фазе**

Растворы. Кристаллическое состояние веществ. Условия выделения твёрдой фазы из растворов.

Самостоятельная работа:
СР18. Применение процесса кристаллизации в промышленности

Лабораторные работы:
ЛР04. Получение кристаллических веществ в процессах изогидрической кристаллизации

**Тема 2. Изогидрическая и изотермическая кристаллизация**

Теоретические основы этих процессов. Массовая кристаллизация.

Самостоятельная работа:
СР19. Тепловые эффекты при кристаллизации.
СР20. Перекристаллизация.

**Тема 3. Кинетика процесса кристаллизации**

Зарождение кристаллов. Теории роста кристаллов. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации.

Самостоятельная работа:
СР21. Процессы теплообмена при кристаллизации.

Практические занятия:
ПР04. Расчет кристаллизаторов

**Тема 4. Оборудование для проведения процесса кристаллизации**

Материальный и тепловой баланс процесса. Конструкции кристаллизаторов. Последовательность расчёта кристаллизаторов, с учётом условий выделения твёрдой фазы.

Самостоятельная работа:
СР22. Периодическая и непрерывная кристаллизация.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы может быть скорректировано с учетом нозологии, потребностей и возможностей обучающегося.

# 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

## 4.1. Учебная литература

1. Фролов В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии» [Электронный ресурс] / В.Ф. Фролов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 608 с. — 978-5-93808-304-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67349.html.

2. Вобликова Т.В. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / Т.В. Вобликова, С.Н. Шлыков, А.В. Пермяков. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 212 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47344.html.

3. 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. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2006. - 576 с.

4. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу «Процессы и аппараты химической технологии»: учебное пособие для вузов / В. Ф. Фролов. – СПб.: Химиздат, 2003. – 608с.

5. Гидромеханические и тепловые процессы. Метод. указания к лабораторным работам. Тамбов: ТИХМ, 1989.- 55 с.

6. Диффузионные (массообменные) жидкофазные процессы. Метод. указания к лабораторным работам. - Тамбов: ТГТУ, 2009.- 20 с.

## 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643; |
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория диффузионных твердофазных процессов. | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер, сушилка барабанная, сушилка конвективная, установка адсорбционная. | |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория мембранных процессов и жидкостной экстракции. | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: установка для исследования режимов движения жидкостей | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340<br>Microsoft Office2007 Лицензия №49487340 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное обо- | Microsoft Windows XP Лицензия №44964701<br>Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | рудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01 | Испытание двухкорпусной выпарной установки | защита |
| ЛР02 | Экстрагирование твёрдых растворимых веществ из пористых материалов | защита |
| ЛР03 | Извлечение растворённых веществ ионообменными смолами | защита |
| ЛР04 | Получение кристаллических веществ в процессах изогидрической кристаллизации | защита |
| ПР01 | Расчет процесса выпаривания | Контр. раб |
| ПР02 | Расчет процесса экстракции | Контр. раб |
| ПР03 | Расчет аппаратов для проведения ионообменных процессов | Контр. раб |
| ПР04 | Расчет кристаллизаторов | Контр. раб |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 1 семестр |
| Экз02 | Экзамен | 2 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-6 (ПК-1) Знание теоретических основ гидродинамики, тепло-и массопереноса, теории подобия и масштабирования химико-технологических процессов и аппаратов

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| знает теоретические основы гидродинамики, тепло-и массопереноса, теорию подобия и масштабирование химико-технологических процессов и аппаратов | Экз01, Экз02 |

**1 семестр**

Теоретические вопросы к экзамену Экз01

1. Выпаривание в промышленности
2. Свойства растворов (температура кипения, температурная депрессия, гидравлическая депрессия, теплота растворения, поверхностное натяжение, пенообразование).
3. Теоретические основы процесса кипения.
4. Теплообмен при пузырьковом кипении.
5. Плёночный режим кипения.
6. Кривая кипения.
7. Теплоотдача при кипении.
8. Критериальные уравнения для расчёта коэффициентов теплоотдачи.
9. Кризисы кипения.
10. Принципиальная схема простого (однокорпусного) выпаривания.
11. Материальный и тепловой баланс простого (однокорпусного) выпаривания. Поверхность нагрева выпарных аппаратов.
12. Классификация выпарных аппаратов.
13. Выпарные аппараты периодического действия.
14. Выпарные аппараты с тепловым насосом.
15. Многокорпусные выпарные установки (прямоточные и противоточные).
16. Оптимальное число корпусов выпарной установки.
17. Устройство выпарных аппаратов.
18. Вспомогательные устройства выпарных установок.
19. Расчёт многокорпусных выпарных установок.
20. Экстрагирование растворённого вещества из пор твёрдого нерастворимого материала.
21. Растворение твёрдого растворимого включения в пористом нерастворимом материале.
22. Фазовое равновесие в системе твёрдое тело – жидкость.
23. Извлечение из одиночной частицы и массовая экстракция
24. Интенсификация процессов экстрагирования из твёрдых материалов.
25. Конструкции экстракторов.

**2 семестр**

1. Расчёт процессов растворения
2. Полное и частичное растворение веществ.
3. Фракционное растворение веществ.

4. Ионообменные процессы
5. Физико – химические основы ионообмена
6. Иониты (ионообменные сорбенты) – свойства, классификации.
7. Равновесие целевого компонента в фазах.
8. Применение ионообменных процессов.
9. Промышленные схемы применения ионообмена
10. Рабочие циклы установок.
11. Факторы, влияющие на кинетику процесса.
12. Ионообменные колонны периодического и непрерывного действия.
13. Кристаллизация
14. Образование твёрдой фазы в растворах, расплавах и паровой фазе
15. Растворы. Кристаллическое состояние веществ.
16. Условия выделения твёрдой фазы из растворов.
17. Теоретические основы изогидрической и изотермической кристаллизации
18. Массовая кристаллизация.
19. Кинетика процесса кристаллизации
20. Зарождение кристаллов.
21. Теории роста кристаллов.
22. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации.
23. Материальный и тепловой баланс процесса кристаллизации.
24. Конструкции кристаллизаторов.
25. Последовательность расчёта кристаллизаторов, с учётом условий выделения твёрдой фазы.

ИД-7 (ПК-1) Владение навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| владеет навыками использования лабораторной и инструментальной базы для изучения закономерностей гидромеханических, тепловых и массообменных процессов | ЛР01, ЛР02, ЛР03, ЛР04, ПР01, ПР02, ПР03, ПР04, |

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР01

1.Что является движущей силой процесса выпаривания?

2.Каким образом определяется температура кипения раствора?

3.Каков физический смысл температурной, гидростатической и гидравлической депрессии?

4.В чем преимущество многокорпусноговыпаривания перед однокорпусным?

5.Как можно записать уравнение теплового баланса каждого корпуса?

6.Объясните принцип работы выпарного аппарата с естествен-ной циркуляцией раствора?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР02

1. Что такое константа распределения?

2. В каких случаях может иметь место ассоциация в органической иливодной фазе?

3.Почему при определении константы распределения требуютсяисследования с различными равновесными концентрациями?

4.Можно ли определить константу распределения вещества, используя только один калибровочный график, построенный для водной или органической фаз?

5.Как связана концентрация с оптической плотностью?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР03

1.Что понимают под адсорбцией, механизм этого явления?

2.Что такое ионообменная адсорбция?

3.От каких факторов зависит максимальная величина адсорбционной способности?

Вопросы к защите лабораторной работы ЛР04

1.Что называется кристаллизацией?

2. Что называется свободной энергией и как она определяется?

3. Как изменяется свободная энергия твердого и жидкого состояний металлов?

4. Что называется теоретической температурой кристаллизации?

5. Что называется степенью переохлаждения?

6. Какие два процесса сопровождают процесс кристаллизации?

7. Какой зародыш имеет критический размер?

8. Как влияет степень переохлаждения на скорость образования зародышей и скорость их роста?

9. Когда образуется аморфное состояние в металлах?

10. При каких условиях кристаллы растут, сохраняя правильную форму, и когда прекращается такой рост?

Практические задания к контрольной ПР01 (примеры)

При выпаривании водного раствора KCL его концентрация меняется от 8 % до 32 % (масс). Вторичный пар подается в барометрический конденсатор с давлением 0,3 ата. Давление греющего пара 1,8 ата.

Определить количество упаренного раствора и вторичного пара, выходящих из аппарата в час, если поверхность теплообмена в нем 90 м$^2$, а коэффициент теплопередачи 800 Вт/ м$^2$*К. Исходный раствор поступает на выпарку при температуре кипения. Тепловые потери принять равными 6 % от полезно используемого тепла, температурные потери 8 °С.

Практические задания к контрольной ПР02 (примеры)

Уксусная кислота экстрагируется в противотоке этиловым эфиром из водного раствора, в котором массовая доля кислоты 20 %. Определить необходимый расход растворителя на 1000 кг/ч исходной смеси и число теоретических ступеней экстрагирования, если массовая доля кислоты в экстракте должна составлять 60 %, а в рафинате не более 2 % (после отгонки растворителя).

Практические задания к контрольной ПР03 (примеры)

1. Колонка объемом 200 мл заполнена сульфоуглем. Количество воды, пропущенной через колонку до появления в фильтрате ионов кальция, составила 11,35 л. Жесткость воды равна 7,05 *мг-экв/л.* Определить обменную емкость катионита.

2. Анализируемый раствор хлорида калия (10,00 мл) отобрали из мерной колбы емкостью 250 мл и пропустили через колонку с катионитом в $H^+$-форме. После вымывания выделившейся кислоты по метиловому оранжевому вытекающий раствор оттитровали 12,50 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия.

Практические задания к контрольной ПР04 (примеры)

Определить необходимую площадь поверхности охлаждения кристаллизатора, в котором охлаждается от 85 до 35 °С 10000 кг/ч раствора, содержащего 7 моль сернокислого аммония на 1000 г воды. При охлаждении испаряется вода (5 % от массы начально раствора). Коэффициент теплопередачи 125 Вт/м$^2$К. Охлаждающая вода нагревается от 13 до 24 °С. Определить также ее расход.

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Контрольная работа | правильно решено не менее 100% заданий |

Экзамен (Экз01, Экз02).

Задание состоит из 3 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.01.01 Проектирование и эксплуатация современного технологического оборудования***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | А.Ю. Степанов |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | Н.Ц. Гатапова |
|---|---|
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств** | |
| ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса | формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ |
| | воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования |
| ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования | использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации |
| | решает практические задачи с применением основных методик прочностных расчетов при проектировании |
| ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования | владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов |
| | владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **49** |
| занятия лекционного типа | - |
| лабораторные занятия | 16 |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | - |
| промежуточная аттестация | 1 |
| ***Самостоятельная работа*** | **131** |
| ***Всего*** | **180** |

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачета.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Проектирование производства.**
Определение мощности проектируемого производства: балансовый и статистический методы. Выбор технологии производства. Основные факторы, анализируемые при выборе технологии. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.

Самостоятельная работа:
СР01. Основы технологической подготовки производства;
СР02. Перенос тепла с помощью конвекции;

Практические занятия:
ПР01. Расчет мощности проектируемых предприятий

Лабораторные занятия:
ЛР01. Разработка проектной документации

**Тема 2. Строительство нового производства**
Выбор площадки строительства. Основные факторы, влияющие на выбор площадки строительства. Обоснование выбора площадки строительства. Задание на проектирование и исходные материалы: состав, порядок разработки и утверждения. Разработка ситуационного и генерального планов. Основные критерии разработки генеральных и ситуационных планов. Требования к графической части раздела.

Самостоятельная работа:
СР03. Определения генерального и ситуационного планов;
СР04. ГОСТ 21.508-2020 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий;

Практические занятия:
ПР02. Расчет материального и теплового балансов производства

Лабораторные занятия:
ЛР02. Разработка генерального плана проектируемого предприятия

**Тема 3. Выбор оборудования**
Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования. Факторы, влияющие на выбор типа технологического оборудования. Выбор стандартного оборудования. Разработка нестандартного оборудования.

Самостоятельная работа:
СР05. Виды технологического оборудования;
СР06. Этапы проектирования нестандартного оборудования;

Практические занятия:
ПР03. Расчет и подбор технологического оборудования

**Тема 4. Разработка технологической схемы**
Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки принципиальной технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.

Самостоятельная работа:

СР07. Единая система конструкторской документации: основные требования к чертежам;

СР08. Классификация технологических схем;

Практические занятия:

ПР04. Расчет материального баланса производства

Лабораторные занятия:

ЛР03. Разработка технологической схемы производства

**Тема 5. Компоновка производства**

Архитектурно -строительные решения и компоновка производства. Классификация и основные требования к промышленным зданиям. Элементы строительных конструкций. Виды компоновочных решений. Основные требования к вертикальной и горизонтальной компоновке оборудования. Требования к графической части раздела. Состав рабочей документации. Монтажная проработка. Исходные данные и содержание работ на стадии монтажной проработки проекта.

Самостоятельная работа:

СР09. Монтажные чертежи;

СР10. Дефекты трубопроводной обвязки и методы их предотвращения;

Лабораторные занятия:

ЛР04. Планировка основных и вспомогательных производственных помещений

**Тема 6. Рабочий проект**

Состав и содержание документации рабочего проекта. Общая пояснительная записка. Организация строительства.

Самостоятельная работа:

СР09. Сметная документация в составе рабочей документации;

Практические занятия:

ПР05. Расчет теплового баланса производства

**Тема 7. Эксплуатация технологического оборудования**

Общие положения по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования. Принципы дифференциации и оценки оборудования для составления системы технического обслуживания и ремонта. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования. Методы организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.

Самостоятельная работа:

СР10. Метрологическое обеспечение технологического оборудования;

СР11. Обеспечение экологической безопасности технологического оборудования.

Практические занятия:

ПР06. Построение графиков технологических процессов и работы оборудования.

Лабораторные занятия:

ЛР05. Разработка и построение в среде AutoCad.

# 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

## 4.1. Учебная литература

1. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/97815.html— Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. Горбатюк С.М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий : курс лекций / Горбатюк С.М., Наумова М.Г., Зарапин А.Ю.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 62 с. — ISBN 978-5-87623-961-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64170.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Петрушева Н.А. Перспективные конструкции технологического оборудования : курс лекций / Петрушева Н.А.. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2020. — 82 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/107217.html (дата обращения: 23.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Расчет и конструирование элементов оборудования : учебное пособие / Е.А. Соловьев [и др.].. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-7638-3933-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/100101.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
5. Чиченев Н.А. Эксплуатация технологического оборудования : учебник / Чиченев Н.А.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 481 с. — ISBN 978-5-907227-02-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116983.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
6. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 : учебное пособие / Леонтьева А.И.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64134.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
7. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 : учебное пособие / Леонтьева А.И.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64133.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 3 | 4 | 5 |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;<br>AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением, Договор #110001637279 |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Лаборатория компьютерного моделирования. | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340<br>Microsoft Office2007 Лицензия №49487340 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows XP Лицензия №44964701<br>Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных и практических работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обоз-начение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01. | Расчет мощности проектируемых предприятий | Решение задач |
| ПР02. | Расчет материального и теплового балансов производства | Решение задач |
| ПР03. | Расчет и подбор технологического оборудования | Решение задач |
| ПР04. | Расчет материального баланса производства | Решение задач |
| ПР05. | Расчет теплового баланса производства | Решение задач |
| ПР06. | Построение графиков технологических процессов и работы оборудования | Решение задач |
| ЛР1. | Разработка проектной документации | Защита |
| ЛР2. | Разработка генерального плана проектируемого предприятия | Защита |
| ЛР3. | Разработка технологической схемы производства. | Защита |
| ЛР4. | Планировка основных и вспомогательных производственных помещений | Защита |
| ЛР5. | Разработка и построение в среде AutoCad | Защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ | Зач01, ПР01, ПР02, ЛР1, ЛР2 |
| воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования | |

ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации | Зач01, ПР03, ПР04, ЛР3, ЛР4 |
| решает практические задачи с применением основных методик прочностных расчетов при проектировании | |

ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов | Зач01, ПР05, ПР06, ЛР5 |
| владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования | |

Теоретические вопросы к Зач01, ПР01-06, ЛР1-5

1.Определение мощности проектируемого производства: балансовый и статистический методы.
2. Выбор технологии производства. Основные факторы, анализируемые при выборе технологии.
3. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.
4. Выбор площадки строительства. Основные факторы, влияющие на выбор площадки строительства. Обоснование выбора площадки строительства.
5. Задание на проектирование и исходные материалы: состав, порядок разработки и утверждения. Разработка ситуационного и генерального планов. Основные критерии разработки генеральных и ситуационных планов. Требования к графической части раздела.
6. Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования. Факторы, влияющие на выбор типа технологического оборудования. Выбор стандартного оборудования. Разработка нестандартного оборудования.
7. Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки принципиальной технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.
8. Архитектурно -строительные решения и компоновка производства. Классификация и основные требования к промышленным зданиям. Элементы строительных конструкций.

9. Виды компоновочных решений. Основные требования к вертикальной и горизонтальной компоновке оборудования. Требования к графической части раздела.
10. Состав рабочей документации. Монтажная проработка. Исходные данные и содержание работ на стадии монтажной проработки проекта.
11. Монтажные чертежи. Дефекты трубопроводной обвязки и методы их предотвращения.
12. Состав и содержание документации рабочего проекта. Общая пояснительная записка. Организация строительства. Сметная документация.
13. Общие положения по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования.
14. Принципы дифференциации и оценки оборудования для составления системы технического обслуживания и ремонта.
15. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.
16. Методы организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.
17. Метрологическое обеспечение технологического оборудования.
18. Обеспечение экологической безопасности технологического оборудования

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Практическая работа | правильно решено не менее 80% работы |

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.01.02 Проектирование химико-технологических производств***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | А.Ю. Степанов |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | Н.Ц. Гатапова |
|---|---|
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств** | |
| ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса | формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ |
| | воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования |
| ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования | использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации |
| | решает практические задачи с применением основных методик прочностных расчетов при проектировании |
| ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования | владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов |
| | владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **49** |
| занятия лекционного типа | - |
| лабораторные занятия | 16 |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | - |
| промежуточная аттестация | 1 |
| ***Самостоятельная работа*** | **131** |
| ***Всего*** | **180** |

Промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачета.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Методология проектирования химических производств**

Понятия о проекте производства и проектной документации. Взаимосвязь отделов проектной организации. Принятие решений в процессе проектирования и создания промышленного объекта.

Самостоятельная работа:
СР01. двухстадийное проектирование;
СР02. Иерархия при разработке проектов

Лабораторные занятия:
ЛР01. Разработка проектной документации для химических производств

**Тема 2. Предпроектирование химических производств**

Определение мощности проектируемого производства. Выбор технологии производства. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства. Выбор площадки строительства. Задание на проектирование и исходные материалы.

Самостоятельная работа:
СР03. Основы технологической подготовки производства;
СР04. Основные факторы, анализируемые при выборе технологии;

Практические занятия:
ПР01. Расчет мощности проектируемого химического предприятия;

Лабораторные занятия:
ЛР02. Планировка основных и вспомогательных производственных помещений;

**Тема 3. Проектирование химических производств**

Проект. Анализ исходных данных. Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования химических производств. Расчет нестандартного оборудования. Расчет на прочность элементов оборудования.

Самостоятельная работа:
СР05. Виды технологического оборудования;
СР06. Этапы проектирования нестандартного оборудования;

Практические занятия:
ПР02. Расчет материального и теплового балансов химического производства;

Лабораторные занятия:
ЛР03. Расчет и подбор оборудования химических производств;

**Тема 4. Основы промышленной безопасности в составе проектной документации**

Разработка декларации промышленной безопасности. Основы разработки плана локализации и ликвидации последствий аварий. Оценка воздействия проектируемого объекта на окружающую среду.

Самостоятельная работа:
СР07. Метрологическое обеспечение технологического оборудования;
СР08. Обеспечение экологической безопасности технологического оборудования.

Практические занятия:
ПР03. Построение графиков технологических процессов и работы оборудования;

Лабораторные занятия:
ЛР04. Разработка технологической схемы производства;

**Тема 5. Рабочая документация**

Разработка ситуационного и генерального планов. Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.

Самостоятельная работа:
СР09. Основные критерии разработки генеральных и ситуационных планов;
СР10. Требования к графической части раздела;

Практические занятия:
ПР04. Расчет и подбор технологического оборудования;

Лабораторные занятия:
ЛР05. Разработка генерального плана проектируемого химического предприятия;

**Тема 6. Новые подходы к аппаратурно-технологическому оформлению гибких автоматизированных химических производств**

Оценка гибкости и одноэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных. Двухэтапное интегрированное проектирование ХТС в условиях интервальной неопределенности исходных данных. Программные продукты САПР. Техническое обеспечение САПР. Информационное обеспечение САПР.

Самостоятельная работа:
СР03. Современные CAE и CAM системы;
СР04. Лингвистическое обеспечение САПР.

Лабораторные занятия:
ЛР06. Проектирование и построение в системе AutoCad.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Романков П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) : учебное пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М.. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2020. — 544 с. — ISBN 078-5-93808-349-4. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/97815.html— Режим доступа: для авторизир. Пользователей

2. Горбатюк С.М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий : курс лекций / Горбатюк С.М., Наумова М.Г., Зарапин А.Ю.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. — 62 с. — ISBN 978-5-87623-961-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64170.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Петрушева Н.А. Перспективные конструкции технологического оборудования : курс лекций / Петрушева Н.А.. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2020. — 82 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/107217.html (дата обращения: 23.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Расчет и конструирование элементов оборудования : учебное пособие / Е.А. Соловьев [и др.].. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-7638-3933-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/100101.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

5. Чиченев Н.А. Эксплуатация технологического оборудования : учебник / Чиченев Н.А.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2020. — 481 с. — ISBN 978-5-907227-02-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/116983.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 : учебное пособие / Леонтьева А.И.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64134.html — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 : учебное пособие / Леонтьева А.И.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64133.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| 3 | 4 | 5 |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License №47425744, 48248803, 41251589, 46314939, 44964701, 43925361, 45936776, 47425744, 41875901, 41318363, 60102643;<br>AutoCAD 2015, 2016, 2017, 2018, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением, Договор #110001637279 |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Лаборатория компьютерного моделирования. | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows 7 pro Лицензия №49487340<br>Microsoft Office2007 Лицензия №49487340 |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows XP Лицензия №44964701<br>Microsoft Office 2007 Лицензия №44964701 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных и практических работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обоз-начение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ПР01. | Расчет мощности проектируемого химического предприятия | Решение задач |
| ПР02. | Расчет материального и теплового балансов химического производства | Решение задач |
| ПР03. | Построение графиков технологических процессов и работы оборудования | Решение задач |
| ПР04. | Расчет и подбор технологического оборудования | Решение задач |
| ЛР1. | Разработка проектной документации для химических производств | Защита |
| ЛР2. | Планировка основных и вспомогательных производственных помещений | Защита |
| ЛР3. | Расчет и подбор оборудования химических производств | Защита |
| ЛР4. | Разработка технологической схемы производства | Защита |
| ЛР5. | Разработка генерального плана проектируемого химического предприятия | Защита |
| ЛР6. | Проектирование и построение в системе AutoCad | Защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Зач01 | Зачет | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ИД-1 (ПК-3) Знание современных конструкций, принципа действия, области применения технологического оборудования и приборов химического комплекса

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| формулирует и понимает различие требований, предъявляемых к стандартам ОСТ, ГОСТ | Зач01, ПР01, ПР02, ЛР1, ЛР2 |
| воспроизводит принципы выбора серийного технологического оборудования | |

ИД-2 (ПК-3) Умение использовать нормативно-техническую документацию при эксплуатации и проектировании нестандартного оборудования

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| использует стандарты при проектировании оборудования из различных конструкционных материалов с учетом требований действующей нормативно – технической документации | Зач01, ПР03, ЛР3, ЛР4 |
| решает практические задачи с применением основных методик прочностных расчетов при проектировании | |

ИД-3 (ПК-3) Владение навыками расчета эксплуатационных характеристик технологического оборудования

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| владеет предметной терминологией в области знания документации и стандартов | Зач01, ПР04, ЛР5, ЛР6 |
| владеет навыками применения методов расчета при проектировании оборудования | |

Теоретические вопросы к Зач01, ПР01-05, ЛР01-06

Для кого предназначена проектная документация?
Что является отправным пунктом разработки проектной документации?
С какой целью применяется двухстадийное проектирование?
1.Определение мощности проектируемого производства: балансовый и статистический методы.
2. Выбор технологии производства. Основные факторы, анализируемые при выборе технологии.
3. Эскизная технологическая схема. Расчет материальных и тепловых балансов по стадиям производства.
4. Выбор площадки строительства. Основные факторы, влияющие на выбор площадки строительства. Обоснование выбора площадки строительства.
5. Задание на проектирование и исходные материалы: состав, порядок разработки и утверждения. Разработка ситуационного и генерального планов. Основные критерии разработки генеральных и ситуационных планов. Требования к графической части раздела.
6. Общие принципы анализа, расчета и выбора технологического оборудования. Факторы, влияющие на выбор типа технологического оборудования. Выбор стандартного оборудования. Разработка нестандартного оборудования.

7. Разработка принципиальной технологической схемы. Исходные данные для разработки принципиальной технологической схемы. Требования к оформлению чертежа принципиальной технологической схемы.
8. Архитектурно -строительные решения и компоновка производства. Классификация и основные требования к промышленным зданиям. Элементы строительных конструкций.
9. Виды компоновочных решений. Основные требования к вертикальной и горизонтальной компоновке оборудования. Требования к графической части раздела.
10. Состав рабочей документации. Монтажная проработка. Исходные данные и содержание работ на стадии монтажной проработки проекта.
11. Монтажные чертежи. Дефекты трубопроводной обвязки и методы их предотвращения.
12. Состав и содержание документации рабочего проекта. Общая пояснительная записка. Организация строительства. Сметная документация.
13. Общие положения по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования.
14. Принципы дифференциации и оценки оборудования для составления системы технического обслуживания и ремонта.
15. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.
16. Методы организации технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.
17. Метрологическое обеспечение технологического оборудования.
18. Обеспечение экологической безопасности технологического оборудования

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |
| Практическая работа | правильно решено не менее 80% работы |

Зачет (Зач01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 45 минут.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.02.01_ Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | Ю.В. Пахомова |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

**Заведующий кафедрой**

| | Н.Ц. Гатапова |
|---|---|
| подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств** | |
| ИД-4 (ПК-3)<br>знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления | формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов |
| | воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов |
| ИД-5 (ПК-3)<br>умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций | решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям |
| | учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов |
| ИД-6 (ПК-3)<br>владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакционных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата | определяет характеристики технологических процессов |
| | рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата |
| | выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **100** |
| занятия лекционного типа | 32 |
| лабораторные занятия | 32 |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **224** |
| ***Всего*** | **324** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Основные понятия и зависимости химических процессов.**

Цели и задачи макрокинетики, ее роль в совершенствовании современных химических производств. История развития макрокинетики. Основные методы решения макрокинетических задач. Основные разделы макрокинетики.

Основные понятия и зависимости химических процессов. Микро- и макрокинетика протекания химических процессов. Стехиометрия. Скорость химических превращений. Равновесие. Смещение равновесия. Рециркуляция. Показатели эффективности химических процессов и аппаратов. Качественные, энергетические и экономические показатели.

Лабораторные работы:

ЛР01. Исследование равновесия и кинетики реакции контактного окисления SO2 в SO3 в производстве серной кислоты.

Практические занятия:

ПР01. Решение задач. Расчет термодинамических характеристик реакционного процесса

**Тема 2. Разновидности, структура анализа, описания и классификации химических реакций и химических процессов**

Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов. Разновидности внутреннего взаимодействия и внешних воздействий. Степень однородности технологических параметров и характеристик. Полностью однородные. С одной, двумя и более переменными. Изохронность, изотермичность, изотропность, изобарность. Структура анализа и классификации. Маршруты протекания химических реакций, методы дискриминации маршрутов. Химизм реакций. Примеры. Катализ. Гомогенные и гетерогенные реакции. Наличие твердой фазы.

Лабораторные работы:

ЛР02. Исследование равновесия и кинетики реакции конверсии оксида углерода с водяным паром.

Практические занятия:

ПР02. Решение задач. Расчет кинетических характеристик реакционного процесса

**Тема 3. Структура взаимодействующих потоков в химических аппаратах и методы ее улучшения**

Модели идеального смешения и идеального вытеснения. Методы экспериментального изучения структуры потоков. Типы входных сигналов и функции отклика для идеальных моделей. Функции распределения времени пребывания. Нормальное распределение Гаусса. Базовые модели структуры потоков. Модель продольной диффузии. Ячеечная модель. Методы улучшения структуры потоков.

Лабораторные работы:

ЛР03. Исследование равновесия и кинетики реакции синтеза аммиака.

Практические занятия:

ПР03. Решение задач. Материальный и тепловой балансы реакционного процесса

**Тема 4. Взаимосвязанные процессы в химических реакторах**

Гидродинамические, тепловые и диффузионные поля. Градиентные законы переноса. Методы решения задач.

Лабораторные работы:

ЛР04. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой.

Практические занятия:

ПР04. Решение задач. Материальные балансы идеальных реакторов. Тепловые балансы реакционных устройств

**Тема 5. Типы и конструкции химических реакторов.**

Классификация реакторов. Реакторы для проведения гомогенных реакций в газовой фазе. Реакторы для проведения гомогенных реакций в жидкой фазе. Реакторы для проведения гетерогенных некаталитических реакций в системе газ-твердое тело. Реакторы для проведения гетерогенных каталитических реакций в системе газ-твердое тело.

Лабораторные работы:

ЛР05. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов.

Практические занятия:

ПР05. Решение задач. Примеры расчета ОРЗ идеальной аппаратуры

**Тема 6. Расчет и проектирование химических реакторов.**

Основы кинетических расчетов реакторов. Алгоритмы расчета химических реакторов систем жидкость-жидкость, газ-жидкость, жидкость – (газ) – твердое, газ – жидкость – твердое. Моделирование каталитических химических реакторов. Моделирование гетерогенных химических процессов. Уравнения тепловых и материальных балансов.

Лабораторные работы:

ЛР06. Изучение конструкции, принципа действия и структуры потоков в аппаратах с вращающимися барабанами.

Практические занятия:

ПР06. Решение задач. Технологический расчет реактора для гомогенной системы жидкость-жидкость

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтеперера-ботки [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 943 с. — 978-5-93808-287-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67346.html

2. Рудобашта, С.П. Диффузия в химико-технологических процессах/ С.П. Рудобашта, Э.М.. Карташов - М.: КолосС, 2010.- 478 с.

3. Макрокинетика химических процессов и расчёт реакторов [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / Н. В. Орлова, Н. Ц. Гатапова, А. Ю. Орлов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск

4. Леонтьева А.И. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Леонтьева, К. В. Брянкин. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" .

5. Брянкин К.В. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. В. Брянкин, А. И. Леонтьева, В. С. Орехов. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная си-стема ТГТУ. Электронные учебники"

6. Смирнов Н.Н., Химические реакторы в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов / Н.Н. Смирнов, А.И. Волжинский, В.А. Плесовских. - СПб.: Химия, 1994. - 278 с.: ил. (20 экз)

7. Потехин В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] : учебник в 2-х частях / В.М. Потехин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2016. — 560 с. — 978-5-93808-261-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49799.html

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория диффузионных твердофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: сушилка барабанная, сушилка конвективная. | |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации- Лаборатория диффузионных жидкофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: установка ректификационная, установка абсорбционная | |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Лаборатория компьютерного моделирования. | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License<br>№66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | соединение по технологии Wi-Fi) | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Исследование равновесия и кинетики реакции контактного окисления SO2 в SO3 в производстве серной кислоты | защита |
| ЛР02. | Исследование равновесия и кинетики реакции конверсии оксида углерода с водяным паром | защита |
| ЛР03. | Исследование равновесия и кинетики реакции синтеза аммиака | защита |
| ЛР04. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой | защита |
| ЛР05. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов | защита |
| ЛР06. | Изучение конструкции, принципа действия и структуры потоков в аппаратах с вращающимися барабанами | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-4 (ПК-3)** знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов | Экз01 |
| воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов | |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Основные понятия и зависимости.
2. Стехиометрические уравнения.
3. Скорость химических превращений.
4. Равновесие. Смещение равновесия.
5. Рециркуляция.
6. Показатели эффективности химических процессов и аппаратов.
7. Качественные, энергетические и экономические показатели.
8. Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов.
9. Степень однородности технологических параметров и характеристик. Полностью однородные. С одной, двумя и более переменными.
10. Изохронность, изотермичность, изотропность, изобарность.

**ИД-5 (ПК-3)** умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям | ЛР01-ЛР06 |
| учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов | |

*Вопросы к защите ЛР01-ЛР06*

11. Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов
12. Разновидности внутреннего взаимодействия и внешних воздействий.
13. В чем сущность двойного контактирования? Как рассчитать степень окисления $SO_2$ при двойном контактировании?
14. Почему зависимость скорости от температуры имеет экстремум?
15. Как рассчитать объем катализатора при проведении процесса окисления $SO_2$ в изотермических условиях? Какую конструкцию изотермического реактора для проведения данного процесса вы можете предложить?
16. Как рассчитать объем катализатора при проведении процесса окисления $SO_2$ в адиабатических условиях? Почему на практике данный процесс проводят, разбивая объем катализатора на отдельные слои, между которыми газ охлаждают.
17. Почему избыток кислорода позволяет повысить степень превращения $SO_2$

18. Какие компоненты входят в состав катализатора для окисления $SO_2$
19. Как влияет пористая структура и поверхность катализатора на его активность.
20. Почему кривая зависимости скорости реакции от температуры проходит через максимум? Каков физический смысл имеет «отрицательная скорость»? Зависит ли положение максимума от типа катализатора? От давления?
21. Как влияет на скорость реакции соотношение пар:газ? На температуру, соответствующую максимальной скорости? Какое соотношение пар:газ поддерживают в промышленных реакторах при применении среднетемпературного катализатора? Низкотемпературного? Существуют ли ограничения повышению соотношения пар:газ?
22. Как влияет повышение давления на равновесие и скорость реакции? Смещает ли повышение давления положение максимума скорости? Плюсы и минусы повышения давлении.
23. Как влияет на скорость процесса конверсии содержание CO в исходном газе?
24. Почему реакцию конверсии оксида углерода с водяным паром нельзя проводить в одну ступень на среднетемпературном катализаторе? На низкотемпературном
25. Как влияет достигнутая степень превращения CO на скорость процесса конверсии. Каким образом следует проводить процесс, чтобы добиться максимального превращения оксида углерода в водород. Влияет ли степень превращения на объём катализатора, необходимый для её достижения?
26. Конструкции реакторов для проведения промышленного процесса конверсии CO.
27. Как влияют давление и температура на равновесную концентрацию аммиака?
28. Почему производство аммиака организовано по циркуляционной схеме?
29. Под каким давлением работают промышленные системы синтеза аммиака?
30. Откуда берутся «инерты» в циркуляционном газе?

**ИД-6 (ПК-3)** владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакционных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| определяет характеристики технологических процессов | Экз01 |
| рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата | |
| выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса | |

*Вопросы к экзамену Экз01*

31. Почему содержание инертных примесей в азото-водородной смеси отрицательно сказывается на равновесной концентрации аммиака в газовой смеси после синтеза.
32. С какой целью осуществляется непрерывная продувка в системах синтеза аммиака?
33. Как рассчитать объем циркулирующего газа, который необходимо удалять при продувке.
34. Используя уравнение укажите, концентрация какого из исходных веществ сильнее влияет на равновесие реакции.
35. Каким образом инертные примеси влияют на скорость реакции?
36. Каким образом содержание аммиака в циркуляционной смеси влияет на скорость реакции?
37. Проанализируйте уравнение Темкина и сделайте вывод о том, какие факторы в той или иной степени влияют на скорость реакции синтеза аммиака.
38. Объясните, каким образом химическое равновесие влияет на скорость обратимых реакций.

39. Докажите, что размер зерна катализатора не влияет на равновесную температуру.
40. Каким образом при расчете скорости реакции синтеза аммиака на промышленном зерне катализатора учитывается диффузионное торможение?
41. Каков физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса?
42. Как влияет температура на скорость необратимой реакции, протекающей в кинетической области? На скорость обратимой реакции?
43. Как влияет температура на скорость реакции, протекающей в области внешней диффузии? В области внутренней диффузии?
44. Что такое «Кнудсеновская» диффузия?
45. В чем связь между абсорбцией и гетерогенным катализом?

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Тамбовский государственный технический университет»**
**(ФГБОУ ВО «ТГТУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

*Директор Технологического института*

_____ Д.Л. Полушкин

«*13*» _____*февраля*_____ 20*26* г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***Б1.В.ДВ.02.02_ Основы кинетических расчетов и аппаратурно-технологическое оформление химических процессов***

(шифр и наименование дисциплины в соответствии с утвержденным учебным планом подготовки)

**Направление**

***18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

(шифр и наименование)

**Программа магистратуры**

***«Энерго- и ресурсосберегающие технологические процессы и аппараты»***

(наименование профиля образовательной программы)

**Формы обучения:** ***очная***

**Кафедра:** ***Технологические процессы, аппараты и техносферная безопасность***

(наименование кафедры)

**Составитель:**

| к.т.н., доцент | | Ю.В. Пахомова |
|---|---|---|
| степень, должность | подпись | инициалы, фамилия |

| **Заведующий кафедрой** | | Н.Ц. Гатапова |
|---|---|---|
| | подпись | инициалы, фамилия |

Тамбов 2026

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цель освоения дисциплины – достижение планируемых результатов обучения (таблица 1.1), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций и целью реализации ОПОП.

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений:

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

| Код, наименование индикатора | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| **ПК-3 Способен обосновывать выбор аппаратурно-технологического оборудования химических и смежных производств** | |
| ИД-4 (ПК-3)<br>знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления | формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов |
| | воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов |
| ИД-5 (ПК-3)<br>умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций | решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям |
| | учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов |
| ИД-6 (ПК-3)<br>владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакционных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата | определяет характеристики технологических процессов |
| | рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата |
| | выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

| Виды работ | Форма обучения |
|---|---|
| | Очная |
| | 3 семестр |
| ***Контактная работа*** | **100** |
| занятия лекционного типа | 32 |
| лабораторные занятия | 32 |
| практические занятия | 32 |
| курсовое проектирование | - |
| консультации | 2 |
| промежуточная аттестация | 2 |
| ***Самостоятельная работа*** | **224** |
| ***Всего*** | **324** |

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Тема 1. Введение.**

Цели и задачи макрокинетики, ее роль в совершенствовании современных химических производств. История развития макрокинетики. Основные методы решения макрокинетических задач. Основные разделы макрокинетики. Процессы переноса в каталитических реакциях.

Лабораторные работы:

ЛР01. Исследование равновесия и кинетики реакции контактного окисления SO2 в SO3 в производстве серной кислоты.

Практические занятия:

ПР01. Решение задач. Расчет термодинамических характеристик реакционного процесса

**Тема 2. .Кинетика химических реакций на макроуровне**.

Основы диффузионной кинетики. Понятия о макрокинетических областях протекания реакции. Влияние диффузии на наблюдаемую скорость реакции. Внешнедиффузионное торможение и разогрев внешней поверхности катализатора. Протекание экзотермической реакции первого порядка во внешнедиффузионной области. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области. Критерии влияния внешней диффузии. Внутридиффузионная область. Скорость реакций в пористых катализаторах. Модели пористой структуры катализатора. Анализ процессов простой цилиндрической и сферической порах катализатора. Параметр Тиле и фактор эффективности. Внутридиффузионное торможение и внутренний разогрев поверхности катализатора. Влияние внутреннедиффузионных факторов на скорость процессов. Критерии влияния диффузии веществ в порах катализатора. Переходные области. Внутренняя переходная область. Внешняя переходная область. Внешняя кинетическая область.

Лабораторные работы:

ЛР02. Исследование равновесия и кинетики реакции конверсии оксида углерода с водяным паром.

Практические занятия:

ПР02. Решение задач. Расчет кинетических характеристик реакционного процесса

**Тема 3. Селективность сложных реакций при диффузионном торможении процесса.**

Селективность последовательных и параллельных реакций во внешне– и внутреннедиффузионных областях.

Лабораторные работы:

ЛР03. Исследование равновесия и кинетики реакции синтеза аммиака.

Практические занятия:

ПР03. Решение задач. Материальный и тепловой балансы реакционного процесса

**Тема 4. Оптимальная форма и размеры катализатора. Фактор формы.**

Основные факторы, влияющие на гидравлическое сопротивление частиц катализатора. Оценка фактора эффективности для частиц различной формы. Влияние диффузионного торможения на дезактивацию катализатора. Соотношение между наблюдаемой скоростью и фактором эффективности при дезактивации катализатора.

Лабораторные работы:

ЛР04. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой.

Практические занятия:

ПР04. Решение задач. Материальные балансы идеальных реакторов. Тепловые балансы реакционных устройств

**Тема 5. Математическое моделирование гетерогенных химических процессов.**

Типы промышленных катализаторов, способы получения. Зернистый слой катализатора. Прохождение потока через зернистый слой. Анализ процессов в зернистом слое. Перенос вещества и тепла в продольном и поперечном направлении. Теплопроводность зернистого слоя. Системный анализ при моделировании каталитических химических реакторов. Моделирование каталитических химических реакторов. Моделирование гетерогенных химических процессов. Уравнения тепловых и материальных балансов. Методы исследования на ЭВМ. Моделирование реакторов с кипящим и движущимся слоем катализатора; жидкофазных химических реакторов.

Лабораторные работы:

ЛР05. Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов.

Практические занятия:

ПР05. Решение задач. Примеры расчета ОРЗ идеальной аппаратуры

**Тема 6. Нестационарные процессы в химической технологии.**

Искусственно создаваемые нестационарные условия. Особенности моделирования нестационарных процессов. Анализ параметрической чувствительности при расчете химических реакторов

Лабораторные работы:

ЛР06. Изучение конструкции, принципа действия и структуры потоков в аппаратах с вращающимися барабанами.

Практические занятия:

ПР06. Решение задач. Технологический расчет реактора для гомогенной системы жидкость-жидкость

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

### 4.1. Учебная литература

1. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтеперера-ботки [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.М. Потехин, В.В. Потехин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 943 с. — 978-5-93808-287-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67346.html

2. Рудобашта, С.П. Диффузия в химико-технологических процессах/ С.П. Рудобашта, Э.М.. Карташов - М.: КолосС, 2010.- 478 с.

3. Макрокинетика химических процессов и расчёт реакторов [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / Н. В. Орлова, Н. Ц. Гатапова, А. Ю. Орлов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск

4. Леонтьева А.И. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Леонтьева, К. В. Брянкин. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная система ТГТУ. Электронные учебники" .

5. Брянкин К.В. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. В. Брянкин, А. И. Леонтьева, В. С. Орехов. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - Режим доступа к книге: "Электронно-библиотечная си-стема ТГТУ. Электронные учебники"

6. Смирнов Н.Н., Химические реакторы в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов / Н.Н. Смирнов, А.И. Волжинский, В.А. Плесовских. - СПб.: Химия, 1994. - 278 с.: ил. (20 экз)

7. Потехин В.М. Химия и технология углеводородных газов и газового конденсата [Электронный ресурс] : учебник в 2-х частях / В.М. Потехин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2016. — 560 с. — 978-5-93808-261-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49799.html

### 4.2. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru

Справочно-правовая система «Консультант+» http://www.consultant-urist.ru

Справочно-правовая система «Гарант» http://www.garant.ru

База данных Web of Science https://apps.webofknowledge.com/

База данных Scopus https://www.scopus.com

Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/

Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru

База открытых данных Росфинмониторинга http://www.fedsfm.ru/opendata

Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com

Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru

База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru

База данных электронно-библиотечной системы ТГТУ http://elib.tstu.ru

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" https://www.polpred.com

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды университета представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной информационно-образовательной среде Тамбовского государственного технического университета».

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на официальном сайте университета в разделе «Университет»-«Сведения об образовательной организации»-«Материально-техническое обеспечение и оснащенность образовательного процесса».

Сведения о лицензионном программном обеспечении, используемом в образовательном процессе, представлены на официальном сайте университета в разделе «Образование»-«Учебная работа»-«Доступное программное обеспечение».

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через работу на аудиторных занятиях, выполнение заданий текущего контроля и промежуточной аттестации. При этом самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для понимания материала учебной дисциплины и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры;
- при подготовке к лекции следующего дня нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции;
- в течение недели выбрать время для работы с литературой по учебной дисциплине в библиотеке и для решения задач;
- при подготовке к лабораторным занятиям повторить основные понятия и формулы по теме домашнего задания, изучить примеры;

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций изучаются книги по данной дисциплине. Может быть полезным использование нескольких учебников.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл. При изучении теоретического материала всегда полезно выписывать формулы и графики.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

При выполнении домашних заданий и подготовке к контрольным работам необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если задача была решена «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: экран, проектор, компьютер | MS Office, Windows / Корпоративные академические лицензии бессрочные Microsoft Open License № 61010664, 60979359, 61316870, 45560005, 45341392, 44964701, 49066437, 48248804, 49487340, 43925361, 44544975, 43239932, 42882586, 46733190, 45936776, 46019880, 47425744, 47869741, 60102643, 41875901;<br>AutoCAD 2020, 2021, 2022, программные продукты Autodesk по программе стратегического партнерства в сфере образования между корпорацией Autodesk и образовательным учреждением Договор #110003718847;<br>Mathcad 15, Лицензия №8A1462152 бес-срочная, договор №21 от 14.12.2010г. |
| учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория диффузионных твердофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: сушилка барабанная, сушилка конвективная. | |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации- Лаборатория диффузионных жидкофазных процессов | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства: установка ректификационная, установка абсорбционная | |
| учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Лаборатория компьютерного моделирования. | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Технические средства: компьютеры, проектор, принтер, плоттер | |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License<br>№66426830 |

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения / Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | соединение по технологии Wi-Fi) | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 333/А) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | MS Office, Windows / Корпоративная академическая лицензия бессрочная<br>Microsoft Open License №66426830 |

# 7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

## 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Мероприятия текущего контроля успеваемости

| Обозначение | Наименование | Форма контроля |
|---|---|---|
| ЛР01. | Исследование равновесия и кинетики реакции контактного окисления SO2 в SO3 в производстве серной кислоты | защита |
| ЛР02. | Исследование равновесия и кинетики реакции конверсии оксида углерода с водяным паром | защита |
| ЛР03. | Исследование равновесия и кинетики реакции синтеза аммиака | защита |
| ЛР04. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с неподвижной насадкой | защита |
| ЛР05. | Изучение конструкции и структуры потоков в колонных аппаратах с тарелками различных типов | защита |
| ЛР06. | Изучение конструкции, принципа действия и структуры потоков в аппаратах с вращающимися барабанами | защита |

## 7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Формы промежуточной аттестации

| Обозначение | Форма отчетности | Очная |
|---|---|---|
| Экз01 | Экзамен | 3 семестр |

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

**ИД-4 (ПК-3)** знание основных законов химической кинетики, теории химических реакторов и их аппаратурного оформления

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| формулирует основные понятия микро- и макрокинетики протекания химических процессов | Экз01 |
| воспроизводит алгоритмы расчета химических реакторов | |

*Вопросы к экзамену Экз01*

1. Основные понятия и зависимости.
2. Стехиометрические уравнения.
3. Скорость химических превращений.
4. Равновесие. Смещение равновесия.
5. Рециркуляция.
6. Показатели эффективности химических процессов и аппаратов.
7. Качественные, энергетические и экономические показатели.
8. Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов.
9. Степень однородности технологических параметров и характеристик. Полностью однородные. С одной, двумя и более переменными.
10. Изохронность, изотермичность, изотропность, изобарность.

**ИД-5 (ПК-3)** умение учитывать влияния диффузионных и тепловых процессов на кинетику химических реакций

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| решает задачи по основным химическим законам; протекающим химическим реакциям | ЛР01-ЛР06 |
| учитывает влияние диффузионных и тепловых воздействий на кинетику химических реакций при расчетах и моделировании химических и совмещенных процессов | |

*Вопросы к защите ЛР01-ЛР06*

11. Разновидности и классификация химических реакций и химических процессов
12. Разновидности внутреннего взаимодействия и внешних воздействий.
13. В чем сущность двойного контактирования? Как рассчитать степень окисления $SO_2$ при двойном контактировании?
14. Почему зависимость скорости от температуры имеет экстремум?
15. Как рассчитать объем катализатора при проведении процесса окисления $SO_2$ в изотермических условиях? Какую конструкцию изотермического реактора для проведения данного процесса вы можете предложить?
16. Как рассчитать объем катализатора при проведении процесса окисления $SO_2$ в адиабатических условиях? Почему на практике данный процесс проводят, разбивая объем катализатора на отдельные слои, между которыми газ охлаждают.
17. Почему избыток кислорода позволяет повысить степень превращения $SO_2$

18. Какие компоненты входят в состав катализатора для окисления $SO_2$
19. Как влияет пористая структура и поверхность катализатора на его активность.
20. Почему кривая зависимости скорости реакции от температуры проходит через максимум? Каков физический смысл имеет «отрицательная скорость»? Зависит ли положение максимума от типа катализатора? От давления?
21. Как влияет на скорость реакции соотношение пар:газ? На температуру, соответствующую максимальной скорости? Какое соотношение пар:газ поддерживают в промышленных реакторах при применении среднетемпературного катализатора? Низкотемпературного? Существуют ли ограничения повышению соотношения пар:газ?
22. Как влияет повышение давления на равновесие и скорость реакции? Смещает ли повышение давления положение максимума скорости? Плюсы и минусы повышения давлении.
23. Как влияет на скорость процесса конверсии содержание CO в исходном газе?
24. Почему реакцию конверсии оксида углерода с водяным паром нельзя проводить в одну ступень на среднетемпературном катализаторе? На низкотемпературном
25. Как влияет достигнутая степень превращения CO на скорость процесса конверсии. Каким образом следует проводить процесс, чтобы добиться максимального превращения оксида углерода в водород. Влияет ли степень превращения на объём катализатора, необходимый для её достижения?
26. Конструкции реакторов для проведения промышленного процесса конверсии CO.
27. Как влияют давление и температура на равновесную концентрацию аммиака?
28. Почему производство аммиака организовано по циркуляционной схеме?
29. Под каким давлением работают промышленные системы синтеза аммиака?
30. Откуда берутся «инерты» в циркуляционном газе?

**ИД-6 (ПК-3)** владение методами анализа и расчета процессов в промышленных реакционных аппаратах, выбора их конструкции, определения технологических параметров работы аппарата

| Результаты обучения | Контрольные мероприятия |
|---|---|
| определяет характеристики технологических процессов | Экз01 |
| рассчитывает технологические параметры работы для конкретного аппарата | |
| выбирает аппаратуру для конкретного технологического процесса | |

*Вопросы к экзамену Экз01*

31. Почему содержание инертных примесей в азото-водородной смеси отрицательно сказывается на равновесной концентрации аммиака в газовой смеси после синтеза.
32. С какой целью осуществляется непрерывная продувка в системах синтеза аммиака?
33. Как рассчитать объем циркулирующего газа, который необходимо удалять при продувке.
34. Используя уравнение укажите, концентрация какого из исходных веществ сильнее влияет на равновесие реакции.
35. Каким образом инертные примеси влияют на скорость реакции?
36. Каким образом содержание аммиака в циркуляционной смеси влияет на скорость реакции?
37. Проанализируйте уравнение Темкина и сделайте вывод о том, какие факторы в той или иной степени влияют на скорость реакции синтеза аммиака.
38. Объясните, каким образом химическое равновесие влияет на скорость обратимых реакций.

39. Докажите, что размер зерна катализатора не влияет на равновесную температуру.
40. Каким образом при расчете скорости реакции синтеза аммиака на промышленном зерне катализатора учитывается диффузионное торможение?
41. Каков физический смысл энергии активации и предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса?
42. Как влияет температура на скорость необратимой реакции, протекающей в кинетической области? На скорость обратимой реакции?
43. Как влияет температура на скорость реакции, протекающей в области внешней диффузии? В области внутренней диффузии?
44. Что такое «Кнудсеновская» диффузия?
45. В чем связь между абсорбцией и гетерогенным катализом?

### 8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

| Наименование, обозначение | Показатель |
|---|---|
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме;<br>по лабораторной работе представлен отчет, содержащий необходимые расчеты, выводы, оформленный в соответствии с установленными требованиями;<br>на защите лабораторной работы даны правильные ответы не менее чем на 50% заданных вопросов |

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.