

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф.
Горбачева»



Председатель приемной комиссии
Яковлев А.Н.
« 16 » 2026 г.

Председатель экзаменационной
комиссии
Тихонов В.В.
« 16 » 2026 г.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки:
«18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Направленность (профиль):
«Машины и аппараты химической технологии»

Кемерово 2026

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В КузГТУ по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии образовательная деятельность осуществляется по направленности (профилю): «Машины и аппараты химической технологии». Профилирующей (выпускающей) кафедрой является кафедра «Энергоресурсосберегающих процессов в химической и нефтегазовой технологиях»,

1.2 Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

1.3 Для всех поступающих на направление подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии обязательным является прохождение вступительного испытания в форме ответа на билет, который включает общие вопросы по выбранной направленности (профилю).

Вступительные испытания проводятся в электронной форме в формате билетов с вопросами. Поступающий, прошедший идентификацию личности и включивший веб-камеру, в Moodle получает билет и отвечает на все вопросы, которые он содержит.

1.4 Раздел 2 включает полную программу испытаний. Билеты состоят из вопросов, перечисленных в разделе 3.

1.5 Перечень вопросов для билетов разрабатывается кафедрой на основе данной программы, и утверждается председателем приемной комиссии.

1.6 Результаты ответов на билеты оцениваются по 100 балльной шкале. Общее количество баллов распределяется следующим образом: в

билете 5 вопросов, каждый правильный ответ на заданный вопрос оценивается в 20 баллов, т. е., максимальное количество баллов за ответы на вопросы — 100 баллов. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в форме ответа на билеты составляет 60 баллов.

2 Содержание программы для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в Химической технологии, нефтехимии и Биотехнологии, направленность (профиль) «Машины и аппараты химической технологии»

2.1 Общие основы процессов и аппаратов химической технологии

Классификация основных процессов химической технологии. Основные закономерности переноса количества движения, теплоты и массы в аппаратах химической технологии. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Материальные и энергетические балансы химико-технологических процессов и аппаратов. Простые расчеты материальных балансов в химических реакторах. Интегральные законы сохранения и их применение при проектировании аппаратов химической технологии. Физическое моделирование, теория подобия и критерии подобия. Аналогия процессов тепло- и массопереноса и ее практическое использование. Основные подходы к построению расчетных и математических моделей процессов и аппаратов.

2.2 Гидравлика и гидромеханические процессы в аппаратах химической технологии

Основные характеристики движения жидкостей и газов. Режимы течения жидкостей в каналах и трубопроводах. Критерий Рейнольдса и его значение при анализе механизмов течения. Потери напора в гидравлических сетях и их влияние на производительность насосного оборудования. Движение жидкости и газа через неподвижные зернистые и пористые слои. Барботажные аппараты, структура барботажного слоя и расчет гидравлического сопротивления. Пенообразование в аппаратах химической технологии, причины возникновения и способы борьбы с ним.

Классификация процессов разделения неоднородных систем. Осаждение под действием силы тяжести и центробежных сил. Циклоны,

сепараторы, осадительные и фильтрующие центрифуги. Современные направления совершенствования роторных сепараторов и центрифуг. Основные закономерности процесса фильтрования. Фильтрующие перегородки, фильтровальные осадки и режимы фильтрования. Конструкции фильтров. Последовательность выбора промышленного вакуум-фильтра.

2.3 Тепловые процессы, теплообменные аппараты и энергоэффективность

Основы теории теплопередачи. Теплопроводность, конвективный теплообмен и тепловое излучение. Основное уравнение теплопередачи. Тепловые балансы аппаратов. Расчет площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов. Рекуперативные теплообменники и подходы к их проектированию для минимизации энергетических потерь. Схемы движения теплоносителей, средняя движущая сила теплопередачи, выбор теплоносителей. Пути интенсификации теплообмена в процессах нагревания и охлаждения. Тенденции развития современных теплообменных аппаратов и требования к ним.

Конденсация паров и устройство барометрических конденсаторов. Теплоизоляция химических аппаратов, назначение и принципы выбора теплоизоляционных материалов. Тепловые насосы и возможности регенерации низкопотенциального тепла. Абсорбционные холодильные установки и их сравнение с компрессорными системами охлаждения. Высокотемпературные процессы горения топливных газов. Температурные поля в аппаратах и возможности их расчета с применением численных методов, включая метод конечных элементов.

2.4 Массообменные процессы и колонные аппараты

Основы теории массопередачи. Фазовое равновесие, движущая сила массопередачи, коэффициенты массоотдачи и массопередачи. Материальные балансы массообменных процессов. Рабочие линии, ступенчатый и

непрерывный контакт фаз. Колонные аппараты, особенности противоточной организации движения фаз. Применение интегральных законов сохранения при проектировании колонных аппаратов.

Абсорбция и десорбция. Насадочные, тарельчатые, распылительные и скрубберные аппараты. Орошаемые скрубберы, их конструкция и оценка эффективности. Ректификация и дистилляция. Инженерные аспекты проектирования многоступенчатых дистилляционных колонн. Материальные и тепловые балансы ректификационных процессов. Жидкостная экстракция, основные показатели процесса, выбор экстрагента, материальный баланс и расчет числа ступеней. Мембранные методы разделения растворов и взвесей, классификация мембранных процессов, структура и свойства мембран, области применения.

2.5 Процессы с участием твердой фазы, сушка и аппараты для дисперсных материалов

Адсорбционно-десорбционные процессы. Природные и синтетические сорбенты, структура сорбентов, изотермы адсорбции, динамика адсорбции. Адсорберы с неподвижным, движущимся и псевдооживленным слоем. Процессы сушки, физические основы удаления влаги из материалов, параметры влажного воздуха, материальный и тепловой балансы сушки. Классификация сушильного оборудования и области его применения. Аппараты для конвективной сушки. Работа механических перемешивающих устройств в гомогенизаторах. Основы выбора оборудования для обработки, перемешивания, разделения и подготовки дисперсных материалов.

2.6 Химические реакторы, машины и аппараты химической технологии

Основные типы химических реакторов. Реакторы периодического, непрерывного и полупериодического действия. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. Составление уравнений стационарного

состояния непрерывных реакторов. Аппаратурное оформление химико-технологических процессов. Устройство, работа и расчет основных машин и аппаратов химической технологии. Использование вакуума в химической технологии и необходимость точного регулирования разрежения. Регулярные операции пуска и останова химических производств.

Материалы, применяемые для изготовления химически устойчивых аппаратов. Коррозия металлических конструкций аппаратов химической технологии и методы защиты от нее. Требования к выбору уплотнительных материалов для фланцевых соединений. Факторы, определяющие срок службы сварных швов и соединительных элементов аппаратов. Перспективы применения композитных материалов в оборудовании химической промышленности. Современные требования к надежности, ремонтпригодности, промышленной безопасности и эксплуатационной устойчивости оборудования.

2.7 Автоматизация, цифровое моделирование, контроль качества и безопасность химико-технологических объектов

Комплексная автоматизация и дистанционное управление машинами и аппаратами в промышленной практике. Стратегии автоматизации контроля качества продукции на предприятиях химической промышленности. Управление качеством технологических процессов в условиях неопределенности исходных данных. Модели комплексного мониторинга и анализа безопасности химико-технологических объектов. Факторы, влияющие на устойчивость технологических схем к внешним возмущениям.

Промышленная безопасность химико-технологических объектов. Возможные аварийные ситуации на химических объектах повышенной опасности и подходы к их локализации. Пределы взрываемости пылегазовых сред в промышленных установках. Производственные шумы, вибрации и актуальные проблемы разработки бесшумных машин и оборудования в химической индустрии. Организационные и технические мероприятия по

обеспечению безопасной эксплуатации аппаратов и производственных участков.

2.8 Ресурсосбережение, экологическая безопасность и устойчивое развитие химических производств

Энерго- и ресурсосбережение в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Повышение эффективности использования сырья, материалов, энергетических ресурсов и производственных мощностей. Прогрессивные подходы к утилизации отработанного сырья и вторичных материальных ресурсов. Распространенные методы очистки сточных вод на предприятиях химической промышленности. Аппараты и технологические решения для снижения воздействия химических производств на окружающую среду. Современная концепция устойчивого развития предприятий химической промышленности и ее связь с проектированием, эксплуатацией и модернизацией машин и аппаратов химической технологии.

3 ЛИТЕРАТУРА

3.1 Основная литература

1. Романков П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учеб. пособие для студентов вузов. П.Г Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк // СПб. : Химиздат, 2010.

3.2 Дополнительная литература

1. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие по проектированию / Ю.И. Дытнерский // М.: химия, 2007.

2. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков // М.: Альянс, 2005, 576 с.

3. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии: учебник для вузов - 3-е изд., перераб. и доп. / А. Н. Плановский, П. И. Николаев // М.: Химия, 1987. - 496 с.

4. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: в 2 кн. - 2-е изд. / Ю.И. Дытнерский // М.: Химия, 1995.

5. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов / А.Г. Касаткин // М.: Альянс, 2005, 753 с.

4 Перечень вопросов из которых формируются вступительные билеты для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, направленность (профиль) «Машины и аппараты химической технологии»

- 1) Классификация основных процессов химической технологии;
- 2) Методы составления уравнений материальных и энергетических балансов;
- 3) Понятие физического моделирования и теория подобия;
- 4) Расчёт гидравлического сопротивления барботажных аппаратов;
- 5) Значение критерия Рейнольдса в изучении механизмов течения жидкостей;
- 6) Режимы течения жидкости в каналах и трубопроводах;
- 7) Основные закономерности процесса фильтрации;
- 8) Составление уравнений статического состояния непрерывных реакторов;
- 9) Применение интегральных законов сохранения в проектировании колонных аппаратов;
- 10) Реализация стратегии автоматизации контроля качества продукции на предприятиях химической промышленности;
- 11) Устройство и работа барометрических конденсаторов;
- 12) Процессы сушки и классификация сушильного оборудования;
- 13) Особенности работы противоточных колонн;
- 14) Проектирование рекуперативных теплообменников для минимизации энергопотерь;
- 15) Эффективность абсорбционных холодильных установок в сравнении с компрессорными системами охлаждения;
- 16) Простые расчеты материальных балансов в химических реакторах;
- 17) Понятия аналогии тепломассопереноса и их практическое использование;
- 18) Природа явления пенообразования и меры борьбы с ним;
- 19) Инженерные аспекты проектирования многоступенчатых дистилляционных колонн;
- 20) Проблемы коррозии и защита металлических конструкций аппаратов химической технологии;
- 21) Основные показатели процесса экстракции органических соединений;
- 22) Конструкция орошаемых скрубберов и оценка их эффективности;

- 23) Работа механических перемешивающих устройств в гомогенизаторах;
- 24) Регулярная операция останова и пуска химических производств;
- 25) Комплексная автоматизация и дистанционное управление машинами и аппаратами в промышленной практике;
- 26) Характеристика мембранных методов разделения растворов и взвесей;
- 27) Потери напора в гидравлических сетях и их влияние на производительность насоса;
- 28) Основы расчета площади поверхности нагрева теплообменных аппаратов;
- 29) Современные направления совершенствования роторных сепараторов и центрифуг;
- 30) Прогрессивные подходы к утилизации отработанного сырья;
- 31) Пути улучшения теплообмена в процессах нагревания и охлаждения;
- 32) Распространённые методы очистки сточных вод на предприятиях химической промышленности;
- 33) Последовательность операций при выборе промышленного вакуум-фильтра;
- 34) Задача распределения температурных полей в полостях аппаратов методом конечных элементов;
- 35) Создание модели комплексного мониторинга и анализа безопасности химикотехнологических объектов;
- 36) Материалы, применяемые для изготовления химически устойчивых аппаратов;
- 37) Применяемость тепловых насосов в процессе регенерации низкопотенциального тепла;
- 38) Организация эффективной теплоизоляции химических аппаратов;
- 39) Особенности высокотемпературных процессов горения топливных газов;
- 40) Решение проблем локализации аварийных ситуаций на химических объектах повышенной опасности;
- 41) Требования к выбору уплотнительных материалов для фланцевых соединений;
- 42) Факторы, влияющие на устойчивость технологических схем к внешним возмущениям;
- 43) Определение пределов взрываемости пылегазовых сред в промышленных установках;
- 44) Актуальные проблемы разработки бесшумных машин и оборудования в химической индустрии;
- 45) Управление качеством технологических процессов в условиях неопределённости исходных данных;

46) Использование вакуума в химической технологии и необходимость точного регулирования разряжения;

47) Важнейшие факторы, определяющие срок службы сварных швов и соединительных элементов аппаратов;

48) Тенденции развития современных теплообменных аппаратов и требования к ним;

49) Современная концепция устойчивого развития предприятий химической промышленности;

50) Перспективы применения композитных материалов в оборудовании химической промышленности.