Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:57:20
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы надежности оборудования

Направление подготовки/специальность
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/специализация
Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

профессор каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
д.т.н., профессор  /Г.В. Божко/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
7. Фонд оценочных средств 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Основы надежности оборудования» следует отнести:

– формирование базовых знаний и навыков по методам оценки надежности оборудования нефтехимических производств;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Основы надежности оборудования» следует отнести:

– приобретение теоретических знаний методов диагностики и расчета надежности оборудования нефтехимических производств;

– развитие у студентов навыков и умений анализа надежности оборудования нефтехимических производств;

– освоение студентами навыков оценки надежности оборудования нефтехимических производств .

Обучение по дисциплине «Герметизация оборудования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает физическую сущность и методы диагностики; общие закономерности и зависимости для расчета надежности оборудования нефтехимических производств; принципы их рационального использования, методы определения надежности оборудования нефтехимических производств. ИУК-1.2. Умеет осуществлять анализ надежности оборудования нефтехимических производств для проведения различных процессов при заданных условиях; определять наилучший вариант конструкции оборудования нефтехимических производств. ИУК-1.3. Владеет навыков оценки надежности оборудования нефтехимических производств.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы надежности оборудования» относится к обязательной части блока дисциплин (Б.1) к элективным дисциплинам основной образовательной программы бакалавриата Б1.2.ЭД.1.

Дисциплина «Герметизация оборудования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

– физика;

– химия;
– инженерная и компьютерная графика;
– промышленная экология;
– теоретические основы защиты окружающей среды;
– процессы и аппараты химической технологии;
– расчет технологических процессов и оборудования.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа).

a. Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	
	В том числе:			
2.1	Курсовое проектирование			
2.2	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов			
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**	
	Итого	**72**	**72**	

b. Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1 Теоретические основы надежности в технике**						

1.1	Тема 1 Основные положения и зависимости теории надёжности	30	2	2			6
1.2	Тема 2 Случайными величины.		2	2			6
1.3	Тема 3 Зависимости между случайными величинами		4	4			6
2	**Раздел 2 Оценка надёжности систем по выбранным критериям**						
2.1	Тема 4 Надёжность систем	42	4	4			6
2.2	Тема 5 Надёжность по основным критериям		4	4			6
2.3.	Тема 6 Повышение надежности		2	2			6
Итого		**72**	18	18			36

с. Содержание дисциплины

Лекции

Раздел 1 Теоретические основы надежности в технике

Тема 1. Основные положения и зависимости теории надёжности

Понятия надёжности Показатели надёжности. Случайные величины и их характеристики. Общие зависимости. Надёжность в период нормальной эксплуатации.

Тема 2. Случайными величины.

Определение закона распределения функций по законам распределения аргументов в применении к задачам надёжности. Корреляционный анализ для зависимостей надежности.

Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов. Метод статического моделирования. Случайные функции.

Тема 3 Зависимости между случайными величинами

Треугольный закон распределения случайных величин. Законы Вейбулла-Геденко и Эрланга распределения случайных величин. Законы гамма распределения и экспоненциальный.

Раздел 2 Оценка надёжности систем по выбранным критериям.

Тема 4 Надёжность систем.

Общие сведения. Надёжность последовательной системы при нормальном распределении нагрузки по системам. Оценка надежности системы типа цепи. Надежность систем с резервированием.

Тема 5 Надёжность по основным критериям.

Общие зависимости. Расчёт по критерию прочности. Применение статических методов подобия к определению усталостных характеристик деталей машин. Оценка надёжности при механическом изнашивании. Оценка надёжности по критерию теплостойкости.

Тема 6 Повышение надежности.

Старение машин в условиях воздействия внешней среды. Повышение надёжности и долговечности машин по усталостной прочности.

Практические занятия

ПЗ 1

Расчёт случайных величин и их характеристик

ПЗ 2

Расчёт по общим зависимостям в период нормальной эксплуатации

ПЗ 3

Вычисление аргументов функций для решения задач надёжности

Использование в расчётах корреляционного и регрессивного анализа, методов наименьших квадратов и статистического моделирования

ПЗ 4

Расчёт надёжности технических систем при нормальном распределении

Расчёт надёжности технических систем с резервированием и объединенных по типу цепи

ПЗ 5

Вычисления критериев прочности и использования в расчётах статистических методов. Определение оценки надёжности при механическом изнашивании и по критерию теплостойкости. Оценка надежности системы типа цепи.

ПЗ6

Надёжность систем с резервированием.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

a. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 27.102-2021 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения. Применяется с 01.01.2022. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 2021.

2. ГОСТ Р 27.014— 2019. Надежность в технике. Управление надежностью. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 2019.

3. . ГОСТ Р 27.013— 2019. Надежность в технике. Методы оценки показателей безотказности. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 2019.

4. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Надежность объекта. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» 2021.

b. Основная литература

1 Гурин В.Д., Маслов А.П. «Надежность и диагностика технологических систем»: Учебное пособие. М.: Изд-во « ИТО», 2012 163 с..

1Выходные параметры для оценки параметрической надежности технологического оборудования/ С.Н.Иванников, И.В.Манаенков: учебное пособие.- Москва: Московский Политех. 2018.- 68 с.

c. Дополнительная литература

1 Проников А.С. «Параметрическая надежность машин».-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002-560с.

2 Синопальников В.А., Григорьев С.И. «Надежность и диагностика технологических систем». Учебник.- М.: ИЦ МГТУ «Станкин», Якус-К.-2003, 331с.

1Надежность и диагностика технологического оборудования: учебное пособие / МГТУ «МАМИ», каф. «АССИ», 2010г.-43с.: ил.- Библиограф.: 41с.

d. Электронные образовательные ресурсы

В процессе создания.

e. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

f. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций и практических занятий осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

6. Методические рекомендации

a. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения,

раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам по вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

b. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час (или два) следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

a. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Герметизация оборудования»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Контрольная работа	Оформленная в соответствии с требованиями по расчету варианта задачи. Защита контрольной работы с получением зачета в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1..

b. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания контрольной работы

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Сделаны все расчеты с получением верных ответов по стадиям методики. Даны правильные ответы на дополнительные ответы по теме контрольной работы. Хорошо владеет материалом.
Незачтено	Плохо выполнены расчеты, получены неверные результаты. Слабые ответы на дополнительные вопросы. Плохо владеет материалом.

7.2.2. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Герметизация оборудования».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебнымпланом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний,умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

с. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Контрольная работа № 1.

Задачи по теме практических занятий с 1 по 3.

Контрольная работа № 2.

Задачи по теме практических занятий с 3 по 6.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы для подготовки к зачету

1 Дайте общее определение надежности.

2 К каким негативным последствиям приводит недостаточная надежность машин и оборудования?

3 Из каких основных разделов состоит теория надежности?

4 Может ли исправное изделие быть неработоспособным?

5 Приведите классификацию отказов.

6 Чем вызываются случайные отказы?

7 Почему многие параметры в теории надежности рассматриваются как случайные величины?

8 Может ли функция распределения принимать отрицательные значения?

9 Чем отличается плотность вероятности от функции распределения?

10 Возможно ли используя функцию распределения получить плотность вероятности?

11 Какие виды отказов возникают в период нормальной эксплуатации?

12 Почему отказы в период нормальной эксплуатации имеют постоянную интенсивность?

13 Какому закону подчиняется вероятность безотказной работы в период нормальной эксплуатации?

14 Какое важное достоинство присуще экспоненциальному распределению вероятности

безотказной работы?

15 Какое распределение плотности вероятности безотказной работы наиболее часто используется в период постепенных отказов?

16 К каким последствиям приводят отказы элементов автоматических систем?

17 Почему при одинаковой надежности элементов двух систем управления меньшую надежность имеет содержащая большее число элементов?

18 Какой способ применяется для повышения надежности конвейеров?

19 Что понимается под отказом элемента системы?

20 Что понимается под коэффициентом готовности?

21 Укажите этапы проектных работ.

22 Какие основные задачи исследования надежности решаются при проектировании?

23 С чего начинается исследование надежности в процессе проектирования?

24 С какой целью необходимо изучать последствия отказов при проектировании?

25 В чем заключается нормирование требований по надежности элементов изделия?

26 Как найти вероятность безотказной работы системы?

27 Расчет надежности систем с параллельным соединением элементов.

28 Повышение надежности при резервировании замещением.

29 Надежность при резервировании с постоянно подключенными резервными элементами

30 Надежность дублированных элементов.