Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 10:30:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
«_30_» _____августа_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем»

Направление
15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»

Образовательная программа
«Разработка и маркетинг технологического оборудования»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Формы обучения
Очная, очно-заочная

Москва 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины

Основная цель дисциплины «Надежность технических систем» — дать студентам необходимые основные знания в области теории надежности технических систем; анализа, оценки и регулирования технического и техногенного экологического риска; сформировать научно-методическую базу для дальнейшего изучения прикладных направлений безопасности технологических процессов и производств. Дать представление бакалавру о задачах анализа и синтеза технических систем с точки зрения их надежности.

Основными задачами дисциплины являются изучение основных понятий и показателей надежности технических систем, методов её моделирования и оценки; усвоение основных понятий и методов анализа и регулирования технических систем; получение знаний в области надежности технических систем.

В ходе лекционных и практических занятий полученные теоретические знания углубляются и закрепляются на конкретных практических примерах по надежности технических систем.

Полученные знания должны обеспечить будущему специалисту возможность успешной работы по специальности.

Задачей дисциплины «Надежность технических систем» является подготовка бакалавра к практической деятельности по специальности 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра

Дисциплина относится к части цикла дисциплин по выбору блока Б1 бакалавра.

Изучение дисциплины базируется на дисциплинах «Математика», «Процессы и аппараты отрасли», «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли», «Технологические машины и оборудование».

Дисциплина обеспечивает изучение дисциплин: «Основы проектирования химических и нефтехимических предприятий», «Техническая диагностика», «Ремонт и монтаж оборудования».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-13	- умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	**знать:** - основные понятия, определения теории надежности, теоретические и методические основы расчета и обеспечения надежности технических систем; **уметь:** - осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования; **владеть:** - методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования.
ПК-18	- умением составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по	**знать:** - основные понятия о резервировании технологического оборудования и основную документацию обеспечения безотказной работы технических систем; **уметь:** - составлять техническую документацию по обеспечению

	установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятиях	безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию; **владеть:** - методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часа, которые включают аудиторную работу (лекции, практические и семинарские занятия), а также самостоятельную работу студентов. Форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Надежность технических систем» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины.

4.1. Значение, задачи и основные понятия теории надежности.

Роль и значение надежности технических систем в развитии научно-технического прогресса. Факторы, определившие развитие теории надежности, обзор основных факторов, влияющих на надежность. Оценка надежности объектов двумя путями: статистической обработкой экспериментальных данных и аналитически-вероятностным представлением закономерностей физических процессов, протекающих в объектах. Надежность объектов на стадии проектирования и на стадии эксплуатации. Контроль технического состояния объектов на стадии эксплуатации.

Основные понятия теории надежности: безотказность, долговечность, работоспособное состояние, ремонтопригодность объекта, сохраняемость, отказ (повреждение), наработка (до отказа), предельное состояние, вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, зависимость интенсивности отказов от времени.

Классификация изделий по надежности и выбор нормируемых показателей надежности. Критерии классификации. Математические модели эффективности

функционирования объекта

Зависимость между затратами на оборудование и его надежностью, зависимость затрат на оборудование от времени, зависимость количества отказов от времени.

4.2. Математические основы теории надежности. Некоторые законы распределения вероятности, используемые в теории надежности.

Основные понятия: события – достоверные, невозможные и случайные; события – сложные, зависимые и независимые; случайная величина – непрерывная и дискретная.

Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Понятие распределения вероятностей, плотности распределения вероятностей, функции распределения вероятностей. Понятия математического ожидания, дисперсии, среднего квадратического отклонения.

Законы распределения вероятности для дискретных величин: биномиальное распределение, распределение Пуассона. Законы распределения вероятности для непрерывных величин: экспоненциальное распределение, распределение Вейбулла, нормальное распределение, логарифмически-нормальное распределение.

Композиция распределений. Свойства композиции распределений. Центральная предельная теорема. Суперпозиция распределений.

4.3. Структурный анализ системы технологического оборудования.

Понятие системы технологического оборудования; факторы, от которых зависит надежность системы технологического оборудования. Надежность системы с последовательным соединением элементов. Масштабный переход в теории надежности. Надежность системы с параллельным соединением элементов. Надежность системы с комбинированным соединением элементов.

Понятие сложной технической системы. Методы расчета надежности сложных технических систем: метод прямого перебора всех возможных состояний элементов (работоспособного и неработоспособного), комбинаторно-аналитический метод, метод «минимальных путей и минимальных сечений».

4.4. Резервирование и задачи выбора оптимального числа резервных элементов в системе.

Методы повышения надежности функционирования технических систем. Резервирование. Способы и типы резервирования. Нагруженный, облегченный и ненагруженный резерв. Выбор оптимального числа резервных элементов системы в случае нагруженного резерва. Расчет надежности в случае

ненагруженного резерва. Решение задачи о соотношении надежности и прочности элементов системы.

4.5. Испытания на надежность.

Виды испытаний на надежность. Форсированные испытания на надежность: форсированные испытания на безотказность, форсированные испытания на долговечность, форсированные испытания на ресурс.

4.6. Прогнозирование надежности на стадии проектирования.

Методы прогнозирования надежности на стадии проектирования. Метод статистических испытаний или метод Монте-Карло. Комбинаторно-матричный метод.

4.7. Эксплуатационная надежность. Определение остаточного ресурса оборудования.

Концепция и принципы оценки остаточного ресурса оборудования. Анализ условий эксплуатации. Характерные повреждения объектов. Критерии предельных состояний. Методы оценки величины повреждений. Методы определения остаточного ресурса оборудования. Определение остаточного ресурса при малоцикловых нагрузках, циклы нагружения. Определение остаточного ресурса по критерию коррозионной стойкости.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Надежность технических систем» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

– проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*

– использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;

– проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Надежность технических систем» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению расчетных заданий и их защита,
- контроль знаний при помощи тестов.

Образцы тестовых заданий, тематика расчетных работ и варианты заданий, варианты контрольных вопросов для проведения зачета, варианты экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-13	- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования
ПК-18	- умение составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятиях

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения

обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-13 - умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: - основные понятия, определения теории надежности, теоретичес-кие и мето-дические основы расчета и обеспечения надежности технических систем;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных понятий, определений теории надежности, теоретических и методических основ расчета и обеспечения надежности технических систем;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных понятий, определений теории надежности, теоретических и методических основ расчета и обеспечения надежности технических систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных понятий, определений теории надежности, теоретических и методических основ расчета и обеспечения надежности технических систем; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных понятий, определений теории надежности, теоретических и методических основ расчета и обеспечения надежности технических систем; свободно оперирует приобретенными знаниями.

уметь: - осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования; .	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического обору-	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования.	Обучающийся владеет в неполном объеме методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования; допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность	Обучающийся частично владеет методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования. Навыки освоены, но допускаются незначительные	Обучающийся в полном объеме владеет методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования.

дования.		владения навыками по ряду показателей; обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-18 - умение составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятиях				
знать: - основные понятия о резервировании технологического оборудования и основную документацию обеспечения безотказной работы технических систем;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных понятий о резервировании технологического оборудования и основной документации обеспечения безотказной работы технических систем;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных понятий о резервировании технологического оборудования и основной документации обеспечения безотказной работы технических систем; допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных понятий о резервировании технологического оборудования и основной документации обеспечения безотказной работы технических систем; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных понятий о резервировании технологического оборудования и основной документации обеспечения безотказной работы технических систем; свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - составлять техническую документацию по	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет составлять техническую	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: составлять техни-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений:

обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию;	документацию по обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию;	ческую документацию по обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию; допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	составлять техническую документацию по обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	составлять техническую документацию по обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию; свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.	Обучающийся владеет в неполном объеме методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.; допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные	Обучающийся частично владеет методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые,	Обучающийся в полном объеме владеет методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

		затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	нестандартные ситуации.	

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описания.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме тестирования 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 «Надежность технических систем» (выполнили все расчетные работы, связанные с оценкой вероятности безотказной работы технических систем на разных этапах проектирования и эксплуатации, написали рефераты, прошли тестирование.)

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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 показателей, 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.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

А) основная литература:

1. Шубин В.С., Рюмин Ю.А. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. – М: - Химия, КолоСС, 2006. – 359 с. (Учебное пособие для студентов вузов)
2. Шубин В.С. Прикладная надежность химического оборудования. Учебное пособие. – Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2002. – 296 с.

Б) дополнительная литература:

1. Шубин В.С. Надежность оборудования химических производств. Учебное пособие. – М.: МИХМ, 1992. – 100 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе «Библиотека»

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где по возможности можно предусмотреть демонстрацию фильмов, слайдов или использовать раздаточные материалы. Лекции с применением мультимедийных средств проводятся в аудитории 4409 или 4410. Практические и семинарские занятия проводятся в аудиториях 4409 или 4410.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

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

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

Не следует откладывать работу также 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.

10.Методические рекомендации для преподавателя

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 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 ими 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, 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.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические 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, особо выделяя категорийный аппарат.

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, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических 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 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.

Изучение дисциплины завершается зачетом или экзаменом.

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

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»**.

Программу составил:

доцент, к.т.н. /Н.В.Даниленко/

Программа утверждена на заседании кафедры “АОиАТП” « ___» _____ 2019 г., протокол № ___.

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /М.Б.Генералов/

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
ОП (профиль): «Разработка и маркетинг технологического оборудования»
Форма обучения: очная, очно-заочная
Вид профессиональной деятельности: (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Надежность технических систем

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:
Вопросы к зачету

Темы рефератов

Фонд тестовых заданий

Составитель:

Даниленко Н.В.

Москва, 2021 г

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дисциплина «Надежность технических систем»					
ФГОС ВО 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-13	- умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	**знать:** - основные понятия, определения теории надежности, теоретические и методические основы расчета и обеспечения надежности технических систем; **уметь:** - осуществлять анализ и синтез технических систем; оценивать остаточный ресурс технологического оборудования; организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологического оборудования; **владеть:** - методами оценки вероятности безотказной работы технических систем; методами оценки остаточного ресурса технологического оборудования.	лекции, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДИ, Р, К, Т, УО	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам

ПК-18	- умение составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятиях	**знать:** - основные понятия о резервировании технологичес-кого оборудования и основную документацию обеспечения безотказной работы технических систем; **уметь:** - составлять техническую документацию по обеспечению безотказной работы технических систем (сметы технологических работ, заявки на материалы и оборудование) и составлять соответствующую отчетную документацию; **владеть:** - методиками расчета остаточного ресурса технологического оборудования, методиками расчета количества резервного оборудования.	лекции, самостоятель-ная работа, семинарские занятия	ДИ, Т	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом, к лабораторным работам

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине
Надежность технических систем

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Деловая и/или ролевая игра (ДИ)	Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре
2	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты (К)	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
3	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы,	Темы рефератов
4	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
5	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Структура и содержание дисциплины «Надежность технических систем»
по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (бакалавр)

Форма обучения - очная

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	Значение, задачи и основные понятия теории надежности	7	1-3	4	3		+	+							
2	Математические основы теории надежности. Некоторые законы распределения вероятности, используемые в теории надежности	7	4-6	5	3		+	+			+				
3	Структурный анализ системы технологического оборудования	7	7-9	4	3		+	+			+				
4	Резервирование и задачи выбора оптимального числа резервных элементов	7	10-12	5	3		+	+							

	в технологической системе														
5	**Прогнозирование надежности на стадии проектирования**	**7**	**13-15**	**4**	**3**		**+**	**+**							
6	**Эксплуатационная надежность. Определение остаточного ресурса оборудования**	**7**	**16-18**	**5**	**3**		**+**	**+**							
	Форма аттестации														**Зач.**
	Всего часов по дисциплине -4 з.е.			**27**	**18**		**99**								

Структура и содержание дисциплины «Надежность технических систем»

по направлению подготовки 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование» (бакалавр)

Форма обучения – очно-заочная

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1	**Значение, задачи и основные понятия теории надежности**	8	1-6	6	3		+	+							
2	**Математические основы теории надежности. Некоторые законы распределения вероятности, используемые в теории надежности**	8	7-12	6	3		+	+			+				
3	**Структурный анализ системы технологического оборудования**	8	13-18	6	3		+	+			+				
	Форма аттестации														**Зач.**
	Всего часов по дисциплине в 8 семестре			18	9		44								
4	**Резервирование и задачи выбора оптимального**	9	1-6	3	3		+	+							

	числа резервных элементов в технологической системе														
5	**Прогнозирование надежности на стадии проектирования**	**9**	**7-12**	**3**	**3**		**+**	**+**							
6	**Эксплуатационная надежность. Определение остаточного ресурса оборудования**	**9**	**13-18**	**3**	**3**		**+**	**+**							
	Форма аттестации														**Зач.**
	Всего часов по дисциплине в 9 семестре			**9**	**9**		**45**								
	Всего часов по дисциплине -4 з.е.			**27**	**18**		**99**								

Приложение 4

ВОПРОРСЫ ПО КУРСУ
«Надежность технических систем»
для самоподготовки к зачету

1. Значение, задачи и основные понятия теории надежности.
2. Классификация и выбор показателей надежности. Класс изделия и группа надежности. Определить показатели надежности для насоса, подающего воду в систему водоснабжения жилого здания.
3. Классификация показателей надежности - режим эксплуатации и ограничение длительности использования. определить показатели надежности для велосипеда.
4. Математические основы теории надежности
5. Законы распределения вероятности для дискретных величин, биноминальное распределение и распределение Пуассона.
6. Законы распределения вероятности для непрерывных величин. Нормальное распределение, его основные свойства, область применения.
7. Некоторые законы распределения вероятности для непрерывных величин. Экспоненциальное распределение, его основные характеристики, область применения.
8. Некоторые законы распределения вероятности для непрерывных величин. Лог-нормальное распределение, распределение Вейбулла, их основные свойства, область применения.
9. Теорема умножения вероятностей.
10. Теорема сложения вероятностей.
11. Композиция распределения вероятностей. Центральная предельная теорема.
12. Зависимость стоимости оборудования от времени эксплуатации и надежности объекта.
13. Методы повышения надежности технологической системы.
14. Алгоритм проведения статистической обработки случайных чисел.
15. Надежность сложных технических систем. Параллельное и последовательное соединение.
16. Алгоритм расчета надежности технологической системы.
17. Методы расчета надежности сложных технических систем. Метод перебора.
18. Методы расчета надежности сложных технических систем. Комбинаторно-аналитический метод.
19. Методы расчета сложных технических систем. Метод «путей и сечений».
20. Резервирование. Виды и типы резервирования. Кратность резервирования.
21. Алгоритм определения оптимального числа резервных элементов.

22. Алгоритм определения величины нагрузки, при котором наступает разрушение объекта.
23. Алгоритм определения вероятности безотказной работы объекта на стадии проектирования методом Монте-Карло.
24. Определение остаточного ресурса оборудования по критерию коррозионной стойкости.
25. Алгоритм определения остаточного ресурса по малоцикловой нагрузке.

ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ
по дисциплине
«Надежность технических систем»

1. В чем состоит наиболее общее значение надежности:
    1. Повышение эффективности общественного производства;
    2. Повышение эффективности оборудования;
    3. Предупреждение и предотвращение отказов оборудования;
    4. Повышение качества выпускаемой продукции.

2. Определите характерную черту химической промышленности в наибольшей степени зависящую от надежности:
    1. Большая единичная мощность машин и агрегатов;
    2. Сложность технологических схем химического производства, связанная с комплексной переработкой сырья;
    3. Интенсификация процессов, производимых в агрегатах;
    4. Объединение нескольких производств общими материальными и энергетическими потоками.

3. Определите наиболее достоверный путь оценки надежности оборудования:
    1. Статистическая обработка экспериментальных данных о надежности;
    2. Аналитическое вероятностное представление закономерностей физических процессов, протекающих в объектах;
    3. Комплексный подход, сочетающий физику отказов и аналитический путь;
    4. Эвристический метод оценки надежности.

4. Определите наиболее важный этап обеспечения надежности технического объекта:
    1. Стадия проектирования технического объекта и прогнозирования его показателей надежности;
    2. Стадия изготовления, где надежность обеспечивается применяемой технологией изготовления;
    3. Стадия эксплуатации, где надежность поддерживается за счет эффективной системы технического обслуживания и ремонта;
    4. Сочетание 2-го и 3-го ответов.

5. Определите наиболее важную задачу надежности технического объекта:
    1. Установление минимальных затрат на оборудование при приемлемом уровне его надежности;
    2. Установление минимальных затрат на оборудование в зависимости от времени эксплуатации;
    3. Определение нормального («золотого») периода эксплуатации;

4. Определение времени эксплуатации до наступления максимально-допустимого зазора между трущимися или перемещающимися деталями, или максимальной глубины поражения при коррозии или усталостного разрушения.

6. Укажите, какой фактор в наибольшей степени влияет на величину зазора, определяющий долговечность механического соединения:
    1. Время эксплуатации;
    2. Точность изготовления;
    3. Качество эксплуатации;
    4. Квалификация персонала, занимающегося изготовлением соединения.

7. Укажите наиболее весомую группу узаконенных показателей качества:
    1. Эргономические показатели, характеризующие систему «человек-изделие»;
    2. Показатели технологичности – затраты материалов, средств труда и времени при изготовлении продукции;
    3. Показатели стандартизации и унификации, характеризующие насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными частями;
    4. Показатели назначения – производительность, скорость, мощность и т. д.

8. Определите, какое свойство технического объекта является наиболее общим:
    1. Долговечность;
    2. Безотказность;
    3. Ремонтопригодность;
    4. Надежность.

9. Определите, что является основным математическим инструментом для анализа процессов, связанных с изучением надежности изделий:
    1. Теория вероятности;
    2. Математическая статистика;
    3. Теория операций и принятия решений;
    4. Сочетание вышеназванных теорий.

10. Укажите, какие события в большей степени рассматриваются в теории надёжности:
    1) достоверные,
    2) невозможные,
    3) случайные,
    4) сочетание достоверных и случайных.

11. Укажите, какие события наиболее полно рассматриваются при применении теоремы умножения вероятностей в теории надёжности:
    1) сложные,
    2) простые,
    3) независимые,
    4) сложные и независимые.

12. Укажите, какое среднее значение величины наиболее употребительно в теории надёжности:
    1) мода,
    2) медиана,
    3) математическое ожидание,

4) среднее арифметическое двух и более величин.

13. Укажите закон распределения вероятностей, который занимает наиболее важное место в теории надёжности:
    1) экспоненциальный,
    2) закон Вейбулла,
    3) нормальный,
    4) логарифмически-нормальный.

14. Укажите, какой показатель наиболее употребителен для количественной характеристики надёжности технического объекта:
    1) плотность распределения вероятности,
    2) вероятность безотказной работы,
    3) срок службы или ресурс,
    4) интенсивность отказов.

15. Определите, по какому критерию выбирается нормируемый показатель надёжности для технического объекта:
    1) класс изделия,
    2) временной режим эксплуатации,
    3) последствия отказа (группа надёжности),
    4) принцип ограничения длительности использования,
    5) совокупность критериев.

16. Определите, с какой целью строится математическая модель эффективности функционирования объекта:
    1) нахождения максимального значения плотности вероятности отказов от времени,
    2) определения максимального дохода от времени,
    3) определения времени оптимального функционирования технического объекта,
    4) нахождения нормируемого показателя надёжности объекта.

17. Выберите наиболее удачный метод прогнозирования надёжности технического объекта:
    1) математическое моделирование (расчётно-аналитический);
    2) физическое моделирование – сбор и обработка статистической информации о надёжности, испытание объекта;
    3) эвристическое – метод балльных оценок и мажоритарный;
    4) сочетание математического и физического моделирования.

18. Определите, какое соединение наиболее удачное для создания компрессорной станции химического агрегата из элементов-компрессоров низкого и высокого давления:
    1) последовательное,
    2) параллельное,
    3) соединение «2 из 3»,
    4) комбинированное.

19. Выберите наиболее удачный метод расчёта надёжности сложных технических систем:
    1) прямого перебора всех возможных состояний элементов,
    2) комбинаторно-аналитический,

3) метод минимальных путей и минимальных сечений,
4) от корня «дерева» или корня графа состояний.

20. Выберите наиболее рациональный путь повышения надёжности сложных систем:
1) повышения надёжности элементов системы;
2) введения различного рода избыточности (вида резерва);
3) конструктивные мероприятия (демпфирование вибраций, защитные покрытия твёрдым металлом, полимерами и т.д.);
4) коренное изменение принципа функционирования системы данного назначения.

Ключи правильных ответов на тесты:
1) – 1; 2) – 1; 3) – 3; 4) – 1; 5) – 3; 6) – 2; 7) – 4; 8) – 4; 9) – 4; 10) – 3; 11) – 4; 12) – 3; 13) – 3; 14) – 4; 15) – 5; 16) – 4; 17) – 2; 18) – 3; 19) – 3; 20) – 2.

Темы рефератов
по дисциплине «Надежность технических систем»

1. Законы распределения случайных величин – экспоненциальный закон.
2. Законы распределения случайных величин – нормальный закон.
3. Законы распределения случайных величин – распределение Вейбулла.
4. Законы распределения случайных величин – лог-нормальное распределение.
5. Законы распределения случайных величин- биномиальное распределение.
6. Законы распределения случайных величин – закон Пуассона.
7. Критерий согласия Колмогорова.
8. Критерий согласия Пирсона.
9. Обработка статистического материала на примере случайных отказов.
10. Алгоритм расчета надежности технологической системы.
11. Параллельное и последовательное соединение элементов.
12. Методы расчета сложных технологических систем – метод перебора.
13. Методы расчета сложных технологических систем – комбинаторно-аналитический метод.
14. Методы расчета сложных технологических систем – метод «путей и сечений».
15. Резервирование. Виды и способы резервирования.
16. Метод прогнозирования надежности на стадии проектирования – метод Монте-Карло.
17. Определение остаточного ресурса оборудования при малоцикловых нагрузках.

18. Определение остаточного ресурса оборудования по методу коррозионной стойкости.

Тематика расчетно-графических заданий по курсу «Надежность технических систем»

1. Обработка статистического материала о надежности оборудования.
2. Расчет надежности технологической схемы при ненагруженном резервировании.
3. Расчет надежности технической системы при нагруженном резервировании.
4. Определение вероятности состояния при условии сопоставления прочности и нагрузки объекта.
5. Прогнозирование надежности оборудования комбинаторно-матричным методом.
6. Прогнозирование надежности на стадии проектирования методом Монте-Карло.
7. Определение остаточного ресурса оборудования при малоцикловом нагружении.
8. Определение остаточного ресурса по критерию коррозионной стойкости.