Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2024 09:57:08
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18bbb6

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 /
«12» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем »

Направление подготовки/специальность
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль/специализация
Средства автоматизации и базы данных для проектирования технологических производств

Квалификация
Бакалавр
Формы обучения
Очно-заочная

Москва, 2024г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,
к.т.н., доцент  /Н.В.Даниленко/

Согласовано:
Зав. кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,



к.т.н., /А. С. Кирсанов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 4
3.2. Тематический план изучения дисциплины 6
3.3. Содержание дисциплины 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
4.2. Основная литература 7
4.3. Дополнительная литература 7
4.4. Электронные образовательные ресурсы 8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 8
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 8
7. Фонд оценочных средств 9
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 9
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 9
7.3. Оценочные средства 9

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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.

Обучение по дисциплине «Надежность технических систем» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК - 3. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ИОПК-3.1. Знает способы внедрения и освоения нового технологического оборудования ИОПК-3.2. Применяет знания по внедрению и освоению нового технологического оборудования ИОПК-3.3. Применяет знания по освоению нового технологического оборудования
ОПК – 9 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения	ИОПК-9.1. Знает требования к разработке проектов изделий машиностроения и профильного оборудования ИОПК-9.2. Принимает участие в разработке проектов изделий машиностроения и профильного оборудования ИОПК-9.3. Владеет навыками разработки проектов изделий машиностроения и профильного оборудования
ПК-1 Способен определять эффективный годовой фонд времени работы работников технологического комплекса	ИПК-1.1 Владеет определением типа производства на участке и эффективного годового фонда времени работы рабочих ИПК-1.2 Умеет определять эффективный годовой фонд времени работы работников технологического комплекса ИПК-1.3 Знает методику определения эффективного годового фонда времени работы рабочих технологического комплекса

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность технических систем» относится к учебным дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины и модули» образовательной программы «Средства автоматизации и базы данных для проектирования технологических производств» направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация (степень) – бакалавр.
Освоение дисциплины «Надежность технических систем» в 8-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплин «Техническая диагностика».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очно-заочная 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**	**108**	108	
	В том числе:			
2.1	Доклад, сообщение			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**	
	Итого	**144**	144	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		сего	Аудиторная работа				**амостоятельная работа**
			екции	Семинарские/ практические занятия	аборатор ные заняти я	рактическая подготовка	
1.1	Значение, задачи и основные понятия теории надежности	24	2	2			18

1.2	Математические основы теории надежности. Некоторые законы распределения вероятности, используемые в теории надежности	24	2	2			18
1.3	Структурный анализ системы технологического оборудования	24	4	4			18
1.4	Резервирование и задачи выбора оптимального числа резервных элементов в технологической системе	24	4	4			18
1.5	Прогнозирование надежности на стадии проектирования	24	4	4			18
1.6	Эксплуатационная надежность. Определение остаточного ресурса оборудования	24	2	2			18
	Итого	**144**	**18**	**18**			**108**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 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.

Тема 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.

Тема 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».

Тема 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.

Тема 5.Испытания на надежность.

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

Тема 6.Прогнозирование надежности на стадии проектирования.

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

Тема 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.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Обработка статистического материала о надежности оборудования

Практическое занятие 2. Проверка сходимости экспотенциального закона по критериям

Практическое занятие 3.Обработка статистического материала о надежности оборудования

Практическое занятие 4. Расчет надежности технологической системы

Практическое занятие 5. Резервирование

Практическое занятие 6.Расчет остаточного ресурса по критериям.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Тимонин А.С., Божко Г.В., Борщев В.Я. и др. Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств. Книга 1, 2. – Москва-Вологда: - Инфа-Инженерия, 2019. - 952 с.
2. Тимонин А.С., Б.Г.Балдин, В.Я.Борщев и др. Машины и аппараты химических производств. – Калуга: - Ноосфера, 2014. – 856 с.
3. Шубин В.С., Рюмин Ю.А. Надежность оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств. – М: - Химия, КолоСС, 2006. – 359 с. (Учебное пособие для студентов вузов)
4. Шубин В.С. Прикладная надежность химического оборудования. Учебное пособие. – Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2002. – 296 с.

.

4.2 Дополнительная литература

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

4.3 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Техническая диагностика и надежность технических систем» https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=12553

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Не предусмотрено

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

5. Материально-техническое обеспечение

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.

6. Методические рекомендации

6.1 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 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.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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.

7. Фонд оценочных средств

7.1 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 «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.)

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Практические работы	Оформленные отчеты предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Реферат	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, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.
Дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Шкала оценивания практических работ

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно подсчитаны значения, не сформулирован вывод.
Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите практической работы: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно подсчитаны значения.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов. Правильно подсчитаны значения.
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите практической работы: верно подсчитаны значения, сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению.

7.2.1 Шкала оценивания реферата

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к написанию и защите реферата: неправильно оформлена работа, неправильно представлены результаты, не сформулирован вывод.

Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите реферата: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно представлены результаты.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов.
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению.

7.2.2 Шкала оценивания теста

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
Отлично	от 81% до 100%
Хорошо	от 61% до 80%
Удовлетворительно	от 41% до 60%
Неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.3 Шкала оценивания дискуссии

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к защите дискуссии: не был подготовлен устный доклад, презентация, студент не смог ответить на поставленные вопросы, не смог раскрыть тему.
Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите практической работы: в устном докладе не раскрыта основная тема, презентация некорректно оформлена, студент ответил на поставленные вопросы.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении презентации. В устном докладе раскрыта основная тема, студент ответил на поставленные вопросы.
Отлично	Выполнены все требования к защите дискуссии.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Темы рефератов по дисциплине «Надежность технических систем»

1. Основные причины отказов оборудования. Классификация отказов.
2. Иерархия диагностических моделей.
3. Методика подготовки оборудования к техническому диагностированию.
4. Активные и пассивные методы неразрушающего контроля.
5. Методика проведения внешнего осмотра оборудования.
6. Методика проведения визуального измерительного контроля.
7. Математическая постановка задачи технического диагностирования объекта.

8. Методика проведения капиллярной дефектоскопии – 5 этапов.
9. Описание прибора: ультразвуковой дефектоскоп, его основные характеристики и методика проведения измерений.
10. Описание прибора: вихретоковый дефектоскоп, его основные характеристики и методика проведения измерений.
11. Фрактографический анализ: при хрупком внутризеренном разрушении и при вязком разрушении.
12. Преимущества и недостатки неразрушающих методов контроля.
13. Преимущества и недостатки разрушающих методов контроля.
14. Сравнение методов определения твердости металла: по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу.

7.3.1.2 Темы практических работ по дисциплине «Надежность технических систем»

Тематика практических работ изложена в пункте 3.4.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Надежность технических систем»

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.