

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Надёжность и диагностика технологических систем Б1.В.ОД.3

Направление подготовки: 15.04.02 - Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Машины и аппараты пищевых производств

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Болдырев С.В. , Бударова О.П.

**Рецензент(ы):** Галиакбаров А.Т.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исрафилов И. Х.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Болдырев С.В. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), SVBoldyrev@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Бударова О.П. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), OPBudarova@ksu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии
ОПК-5	способностью выбирать оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты производства
ПК-20	способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
ПК-23	способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения
ПК-24	способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений
ПК-26	готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- количественные показатели надежности и долговечности;
- основные причины возникновения отказов машин и их элементов;
- основные модели отказов технологического оборудования;
- способы увеличения надежности машин и их ресурсных показателей.

Должен уметь:

- выполнять расчеты надежности и долговечности по статистическим данным;
- составлять структурные схемы надежности и выполнять по ним расчеты показателей надежности;
- применять средства технической диагностики технологических машин и аппаратов пищевых производств.

Должен владеть:

- навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме;
- навыками расчетов показателей надежности и долговечности по различным моделям.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания на практике.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.02 "Технологические машины и оборудование (Машины и аппараты пищевых производств)" и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 44 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 100 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Виды отказов технологических машин и аппаратов. Факторы, влияющие на надежность технических объектов. Модели отказов.	1	1	6	0	14
2.	Тема 2. Количественные показатели надежности и методы их расчета. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло.	1	2	6	0	14
3.	Тема 3. Обеспечение надежности машин и аппаратов на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации.	1	2	6	0	18
4.	Тема 4. Резервирование машин, аппаратов, технических систем. Методы резервирования.	1	1	6	0	18
5.	Тема 5. Техническая диагностика машин и аппаратов, технологических линий.	1	1	6	0	18
6.	Тема 6. Эксплуатация машин и аппаратов пищевых производств. Правила технического обслуживания технологических линий.	1	1	6	0	18
	Итого		8	36	0	100

### 4.2 Содержание дисциплины

#### Тема 1. Виды отказов технологических машин и аппаратов. Факторы, влияющие на надежность технических объектов. Модели отказов.

Виды отказов технологического оборудования. Факторы, влияющие на надежность машин. Модели отказов. Параметрическая модель отказов: графическая интерпретация отказов для одного и двух параметров состояния, обобщенные параметры. Модель 'нагрузка-прочность': разрыв межатомных связей, диффузионный механизм разрушения и др. Модель старения и износа. Модель усталости.

## **Тема 2. Количественные показатели надежности и методы их расчета. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло.**

Количественные показатели надежности и методы их расчета. Показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых объектов. Основные законы распределения отказов. Точечные оценки распределений. Приближенный метод расчета показателей надежности по статистическим данным. Расчет показателей надежности по модели 'нагрузка - прочность'.

Расчет показателей надежности по модели усталости. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло.

## **Тема 3. Обеспечение надежности машин и аппаратов на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации.**

Обеспечение надежности технологических систем на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. Общие задачи расчета и контроля показателей надежности. Определение надежности объекта на этапе проектирования.

Нормирование показателей надежности. Обеспечение надежности на этапе изготовления объекта. Риск поставщика. Риск заказчика. Оперативная характеристика контроля качества изделий. Прогнозирование надежности объекта в процессе эксплуатации.

## **Тема 4. Резервирование машин, аппаратов, технических систем. Методы резервирования.**

Резервирование технической системы. Методы резервирования. Элементное, раздельное и общее резервирование. Эффективность методов резервирования. Понятие о многоканальных системах. Методы формирования выходного сигнала в

многоканальных технических системах на примере многоканального гидропривода. Методы взаимосвязанных цепей, 'голосования', пересиливания, замещения.

## **Тема 5. Техническая диагностика машин и аппаратов, технологических линий.**

Техническая диагностика технологических систем. Задачи технической диагностики. Методы и средства диагностики технического состояния технологических систем. Модели технической диагностики. Аналитическая модель. Структурно-функциональная модель. Акустическая диагностика.

Вибрационная диагностика. Понятие об информативности признаков технического состояния объектов. Правила принятия решений в технической диагностике.

## **Тема 6. Эксплуатация машин и аппаратов пищевых производств. Правила технического обслуживания технологических линий.**

Эксплуатация технологических систем пищевых производств. Правила технического обслуживания машин и аппаратов пищевых производств. Планирование технического обслуживания и ремонтов технологических систем пищевых производств. Определение потребности в запасных частях для ремонта машин и аппаратов пищевых производств.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронного образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ОПК-5 , ПК-20 , ОПК-4	1. Виды отказов технологических машин и аппаратов. Факторы, влияющие на надежность технических объектов. Модели отказов. 2. Количественные показатели надежности и методы их расчета. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло. 3. Обеспечение надежности машин и аппаратов на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. 4. Резервирование машин, аппаратов, технических систем. Методы резервирования. 5. Техническая диагностика машин и аппаратов, технологических линий. 6. Эксплуатация машин и аппаратов пищевых производств. Правила технического обслуживания технологических линий.
2	Проверка практических навыков	ПК-20 , ПК-23 , ПК-24 , ПК-26 , ОПК-4 , ОПК-5	1. Виды отказов технологических машин и аппаратов. Факторы, влияющие на надежность технических объектов. Модели отказов. 2. Количественные показатели надежности и методы их расчета. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло. 3. Обеспечение надежности машин и аппаратов на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. 4. Резервирование машин, аппаратов, технических систем. Методы резервирования. 5. Техническая диагностика машин и аппаратов, технологических линий. 6. Эксплуатация машин и аппаратов пищевых производств. Правила технического обслуживания технологических линий.
3	Письменное домашнее задание	ПК-20 , ПК-23 , ПК-24 , ОПК-4	2. Количественные показатели надежности и методы их расчета. Расчет показателей надежности методом структурных схем. Метод Монте-Карло.
	<b>Экзамен</b>	ОПК-4, ОПК-5, ПК-20, ПК-23, ПК-24, ПК-26	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Проверка практических навыков	Продemonстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	2
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 1

#### Текущий контроль

##### 1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Вопросы по теме 1: виды отказов, факторы, влияющие на надежность, параметрическая модель отказов, модель 'нагрузка-прочность', модель старения и износа, модель усталости.

Вопросы по теме 2: количественные показатели надежности, показатели надежности восстанавливаемых объектов, показатели надежности невосстанавливаемых объектов, основные законы распределения отказов, точечные оценки распределений, приближенные методы расчета показателей надежности по статистическим данным, метод структурных схем, метод Монте-Карло.

Вопросы по теме 3: обеспечение надежности технологических систем на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации, задачи контроля показателей надежности, нормирование показателей надежности, обеспечение надежности на этапе изготовления объекта, риск поставщика, риск заказчика, оперативная характеристика контроля качества изделий, прогнозирование надежности объекта в процессе эксплуатации.

Вопросы по теме 4: резервирование технической системы, элементное резервирование, раздельное резервирование, общее резервирование, эффективность методов резервирования, многоканальные системы, методы формирования выходного сигнала, методы взаимосвязанных цепей, методы 'голосования', методы пересиливания, методы замещения.

Вопросы по теме 5: техническая диагностика технологических систем, задачи технической диагностики, методы и средства диагностики технического состояния, аналитическая модель, структурно-функциональная модель, акустическая диагностика, вибрационная диагностика, информативность признаков технического состояния объектов, правила принятия решений.

Вопросы по теме 6: эксплуатация технологических систем, правила технического обслуживания машин и аппаратов пищевых производств, планирование технического обслуживания, планирование ремонтов, потребность в запасных частях.

##### 2. Проверка практических навыков

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Генерирование ряда случайных чисел. Нахождение плотности распределения отказов.



2. Генерирование ряда случайных чисел. Построение гистограммы распределения отказов.
3. Выдвижение гипотезы о законе распределения отказов. Нахождение математического ожидания и дисперсии.
4. Составление структурной схемы надежности технической системы.
5. Расчет надежности технической системы по структурной схеме.
6. Изучение метода Монте-Карло.
7. Расчет надежности технической системы методом Монте-Карло.
8. Расчет надежности технической системы с резервированием.
9. Средства диагностики технологического оборудования пищевых производств.
10. Изучение правил технического обслуживания технологических линий пищевых производств.

### 3. Письменное домашнее задание

#### Тема 2

[https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F\\_1654802822/kontr.pisch.Nadezh.i\\_diagn.teh.sist..pdf](https://shelly.kpfu.ru/pls/student/docs/F_1654802822/kontr.pisch.Nadezh.i_diagn.teh.sist..pdf)

#### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Виды отказов технологического оборудования.
2. Факторы, влияющие на надежность машин.
3. Модели отказов. Параметрическая модель отказов.
4. Модели отказов. Модель 'нагрузка-прочность'.
5. Модели отказов. Модель старения и износа.
6. Модели отказов. Модель усталости.
7. Количественные показатели надежности и методы их расчета.
8. Показатели надежности восстанавливаемых объектов.
9. Показатели надежности невосстанавливаемых объектов.
10. Основные законы распределения отказов. Распределение Вейбулла.
11. Основные законы распределения отказов. Экспоненциальное распределение.
12. Основные законы распределения отказов. Распределение Релея.
13. Основные законы распределения отказов. Нормальное распределение.
14. Основные законы распределения отказов. Гамма-распределение.
15. Точечные оценки распределений.
16. Приближенный метод расчета показателей надежности по статистическим данным.
17. Расчет показателей надежности по модели 'нагрузка - прочность'.
18. Расчет показателей надежности по модели усталости.
19. Расчет показателей надежности методом структурных схем.
20. Метод Монте-Карло.
21. Общие задачи расчета и контроля показателей надежности.
22. Определение надежности объекта на этапе проектирования.
23. Нормирование показателей надежности.
24. Обеспечение надежности на этапе изготовления объекта.
25. Риск поставщика. Риск заказчика.
26. Оперативная характеристика контроля качества изделий.
27. Прогнозирование надежности объекта в процессе эксплуатации.
28. Методы резервирования. Элементное резервирование.
29. Методы резервирования. Раздельное резервирование.
30. Методы резервирования. Общее резервирование.
31. Эффективность методов резервирования.
32. Понятие о многоканальных системах.
33. Методы формирования выходного сигнала в многоканальных технических системах на примере многоканального гидропривода.
34. Методы взаимосвязанных цепей.
35. Методы 'голосования'.
36. Методы пересиливания.
37. Методы замещения.
38. Техническая диагностика технологических систем. Задачи технической диагностики.
39. Методы и средства диагностики технического состояния технологических систем.
40. Модели технической диагностики. Аналитическая модель.
41. Модели технической диагностики. Структурно-функциональная модель.
42. Модели технической диагностики. Акустическая диагностика.
43. Модели технической диагностики. Вибрационная диагностика.
44. Понятие об информативности признаков технического состояния объектов.
45. Правила принятия решений в технической диагностике.
46. Эксплуатация технологических систем.

47. Правила технического обслуживания машин и аппаратов пищевых производств.
48. Планирование технического обслуживания технологических систем.
49. Планирование ремонтов технологических систем.
50. Определение потребности в запасных частях для ремонта машин и аппаратов пищевых производств.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

- 56 баллов и более - "зачтено".
- 55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

- 86 баллов и более - "отлично".
- 71-85 баллов - "хорошо".
- 56-70 баллов - "удовлетворительно".
- 55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

<b>Форма контроля</b>	<b>Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций</b>	<b>Этап</b>	<b>Количество баллов</b>
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	2	25
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **7.1 Основная литература:**

1. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс]: Учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. - 3-е изд., стер. - СПб.: Издательство 'Лань', 2017. - 352 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1108-5. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93594/#4>
2. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство 'Лань', 2015. - 240 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1756-8. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/56607/#4>
3. Зубарев, Ю.М. Математические основы управления качеством и надежностью изделий [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - СПб.: Издательство 'Лань', 2017. - 176 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2405-4. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/91887/#2>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Кравченко, И.Н. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика [Электронный ресурс]: Учеб. / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин и др.; Под ред. проф. И.Н. Кравченко. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 336 с. - ISBN 978-5-98281-298-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=307370>
2. Гуськов, А.В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский. - Новосибирск: НГТУ, 2012. - 427 с. - ISBN 978-5-7782-1912-0. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=558704>
3. Каштанов, В.А. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] / В.А. Каштанов, А.И. Медведев. - 2-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 608 с. - ISBN 978-5-9221-1132-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=544728>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Консультант Плюс - <http://www.consultant.ru/>  
Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru/>  
Научный журнал 'Надежность' - <http://www.dependability.ru/jour>  
Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>  
ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>  
ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>  
ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>  
ЭБС Университетская библиотека online - <http://biblioclub.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении теоретических вопросов и решении задач с применением методических материалов и специализированного программного обеспечения. Задачи связаны с нахождением плотности распределения отказов, построением гистограммы распределения отказов, составлением структурной схемы надежности технической системы и др.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также выполнение письменных домашних заданий и подготовку к устным опросам, практическим занятиям и экзамену.
устный опрос	Для подготовки к устным опросам рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных задач. В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты: постановка проблемы; варианты решения; аргументы в пользу тех или иных вариантов решения. На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.
проверка практических навыков	Преподаватель проверяет правильность решения задач, связанных с нахождением плотности распределения отказов, построением гистограммы распределения отказов, составлением структурной схемы надежности технической системы и др. При этом обучающимся могут быть заданы дополнительные вопросы с целью уточнения степени освоения практических навыков.

Вид работ	Методические рекомендации
письменное домашнее задание	Выполнение письменного домашнего задания заключается в самостоятельном решении обучающимися задач, согласно указаниям преподавателя. Задачи связаны с определением надежности различных устройств по значениям вероятности безотказной работы и др. При этом студентам необходимо опираться как на лекционный материал, так и на справочную, нормативную и иную литературу, а также на решения задач, рассмотренных на учебных занятиях.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, опираться на конспекты лекций, а также на источники, которые разбирались на лабораторных и практических занятиях в течение изучения курса. На экзамене обучающийся отвечает на вопросы в выбранном билете (каждый билет содержит по два вопроса из приведенного выше списка).

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Надёжность и диагностика технологических систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Надёжность и диагностика технологических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.02 "Технологические машины и оборудование" и магистерской программе Машины и аппараты пищевых производств