

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

Диагностика и надежность автоматизированных систем

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Валиахметов Р.Р. (Кафедра автоматизации и управления, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RRValiahmetov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК-11	способностью участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК-14	способностью участвовать в разработке мероприятий по проектированию процессов разработки и изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, их внедрения
ПК-25	способностью участвовать в организации диагностики технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления
ПК-30	способностью участвовать в работах по практическому техническому оснащению рабочих мест, размещению основного и вспомогательного оборудования, средств автоматизации, управления, контроля, диагностики и испытаний, а также по их внедрению на производстве
ПК-36	способностью участвовать в работах по проведению диагностики и испытаниям технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации и управления
ПК-6	способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК-7	способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК-8	способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

состав и методы расчета показателей надежности элементов и систем; методы повышения надежности автоматизированных систем; эмпирические законы распределения показателей надежности в зависимости от наработки;

Должен уметь:

Выбирать и обосновывать логическую структурную схему системы; определять и классифицировать основные виды отказов системы; создавать математическую модель расчета параметров надежности;

Должен владеть:

методами автоматизированного расчета показателей надежности в зависимости от структуры и законов распределения наработок до отказа;

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств ()" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 5 курсе в 9, 10 семестрах.

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 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 52 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 24 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 196 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 9 семестре; зачет в 10 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. Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности. Количественные показатели безотказности: общие понятия.	9	2	0	0	16
2.	Тема 2. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов Интервальная оценка показателей безотказности Числовые характеристики безотказности Определение закона надёжности невосстанавливаемых технических объектов по полностью определённой выборке	9	2	0	4	16

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний. Законы распределения случайных величин. Законы распределения случайной величины: распределение Вейбулла, распределение Релея, распределение Эрланга, Равномерный закон распределения, Распределение хи-квадрат, Распределение Стьюдента, Распределение Фишера, Биномиальное распределение, Распределение Бернули и т. п. Надежность основной системы.	10	2	4	4	26
4.	Тема 4. Надежность систем с "холодным" резервированием.	10	2	4	6	52
5.	Тема 5. Надежность объектов при постепенных отказах	10	2	4	6	24
6.	Тема 6. Надежность программного обеспечения (системы массового обслуживания)	10	0	0	0	36
7.	Тема 7. Надежность систем с "горячим" резервированием. Расчёт функции готовности и коэффициента готовности энергоблока Надежность восстанавливаемых объектов и систем	10	2	4	4	26
	Итого		12	16	24	196

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности. Количественные показатели безотказности: общие понятия.

Основные понятия теории надежности: объект, элемент, система, состояния. Типы объектов. Классификация типов и характеристик отказов. Составляющие надежности, свойства. Основные показатели надежности.

Общие понятия. Статистическая и вероятностная формы представления показателей безотказности. Схема проведения испытаний. Сходимости статистической и вероятностной оценки.

Основные сведения о математических моделях расчета в теории вероятностей.

Тема 2. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов Интервальная оценка показателей безотказности Числовые характеристики безотказности Определение закона надёжности невосстанавливаемых технических объектов по полностью определённой выборке

Вероятность безотказной работы (ВБР). Вероятность отказов (ВО). Плотность распределения отказов (ПРО). Интенсивность отказов (ИО). ВБР на интервале наработки. Графическая интерпретация показателей безотказности. Уравнения связи показателей безотказности.

Числовые характеристики безотказности невосстанавливаемых объектов. Уравнение связи показателей надежности и числовых характеристик

Средняя наработка до отказа статистической оценки и вероятностного представления, условные средние наработки: средняя полезная наработка, средняя продолжительность предстоящей работы. Рассеивание случайной величины наработки до отказа: дисперсия случайной величины наработки, СКО случайной величины наработки.

Тема 3. Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний. Законы распределения случайных величин Законы распределения случайной величины: распределение Вейбулла, распределение Релея, распределение Эрланга, Равномерный закон распределения, Распределение хи-квадрат, Распределение Стьюдента, Распределение Фишера, Биномиальное распределение, Распределение Бернули и т. п. Надежность основной системы.

Общие понятия о моделях надежности. Статистическая обработка результатов испытаний и определение показателей надежности. Алгоритм обработки результатов и расчета показателей надежности. Расчет эмпирических функций. Выбор закона распределения. Расчет критерия согласия Классическое нормальное распределение. Табличные функции $f(x)$, $F(x)$ и (x) . Усеченное нормальное распределение: левое двухстороннее. Экспоненциальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Гамма-распределение

Основы расчета надежности систем. Общие понятия. Определите состав рассчитываемых показателей. Структура надежности. Системы с резервированием. Общие понятия: виды резервирования, кратность резервирования.

Надежность основной системы. Показатели безотказности основной системы. Распределения норм надежности элементов.

Тема 4. Надежность систем с "холодным" резервированием.

Системы с нагруженным резервом. Виды нагруженного резерва. Расчет показателей безотказности. Задачи оптимизации. Условия применения нагруженного резервирования.

Системы с ненагруженным резервом. Виды ненагруженного резерва. Расчет показателей безотказности. Эффективность применения ненагруженного резервирования.

Тема 5. Надежность объектов при постепенных отказах

Надежность объектов при постепенных отказах. Постановка задачи. Определяющий параметр, рабочая область, время сохранения работоспособности. Анализ случайных процессов изменения определяющего параметра объектов. Модели процессов приближения объекта к отказам. Основные классы моделей. Основные типы моделей. Оценка надежности объектов при разрегулировании. Регулируемый определяющий параметр.

Тема 6. Надежность программного обеспечения (системы массового обслуживания)

Система массового обслуживания (СМО) - система, которая производит обслуживание поступающих в неё требований. Обслуживание требований в СМО осуществляется обслуживающими приборами. Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. В зависимости от наличия возможности ожидания поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются на:

системы с потерями, в которых требования, не нашедшие в момент поступления ни одного свободного прибора, теряются;

системы с ожиданием, в которых имеется накопитель бесконечной ёмкости для буферизации поступивших требований, при этом ожидающие требования образуют очередь;

системы с накопителем конечной ёмкости (ожиданием и ограничениями), в которых длина очереди не может превышать ёмкости накопителя; при этом требование, поступающее в переполненную СМО (отсутствуют свободные места для ожидания), теряется.

Выбор требования из очереди на обслуживание производится с помощью так называемой дисциплины обслуживания. Их примерами являются FCFS/FIFO (пришедший первым обслуживается первым), LCFS/LIFO (пришедший последним обслуживается первым), random (случайный выбор). В системах с ожиданием накопитель в общем случае может иметь сложную структуру.

Тема 7. Надежность систем с "горячим" резервированием. Расчёт функции готовности и коэффициента готовности энергоблока Надежность восстанавливаемых объектов и систем

Надежность систем с облегченным резервом. Расчет показателей безотказности.

Надежность систем со скользящим резервом. Расчет показателей безотказности.

Постановка задачи. Общая расчетная модель

Показатели надежности восстанавливаемых систем. Функция готовности системы. Функция простоя системы. Коэффициент готовности системы. Параметр потока отказов. Функция потока отказов. Средняя наработка между отказами

Связь логической схемы надежности с графом состояний

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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
Семестр 9			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-8 , ПК-7 , ПК-6 , ПК-14 , ПК-11 , ПК-1	1. Основные понятия надежности. Классификация отказов. Составляющие надежности. Количественные показатели безотказности: общие понятия.
2	Лабораторные работы	ПК-25 , ПК-30 , ПК-36	2. Показатели безотказности: вероятность безотказной работы, плотность распределения отказов, интенсивность отказов Интервальная оценка показателей безотказности Числовые характеристики безотказности Определение закона надёжности невозстановливаемых технических объектов по полностью определённой выборке
Семестр 10			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-11 , ПК-1 , ПК-6 , ПК-7 , ПК-8	3. Математические модели теории надежности. Статистическая обработка результатов испытаний. Законы распределения случайных величин Законы распределения случайной величины: распределение Вейбулла, распределение Релея, распределение Эрланга, Равномерный закон распределения, Распределение хи-квадрат, Распределение Стьюдента, Распределение Фишера, Биномиальное распределение, Распределение Бернули и т. п. Надежность основной системы.
2	Лабораторные работы	ПК-14 , ПК-25 , ПК-30 , ПК-1	4. Надежность систем с "холодным" резервированием.
3	Отчет	ПК-30 , ПК-36 , ПК-1	6. Надежность программного обеспечения (системы массового обслуживания)
	Зачет	ПК-1, ПК-11, ПК-14, ПК-25, ПК-30, ПК-36, ПК-6, ПК-7, ПК-8	

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.	
Семестр 9					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Семестр 10					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 9

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 1

Интервальная оценка показателей безотказности.

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Что такое гарантированная оценка показателей надёжности?
2. Что является пределом верхней интервальной оценки P_v при доверительной вероятности, стремящейся к единице?
3. Что является пределом нижней интервальной оценки P_n при доверительной вероятности, стремящейся к единице?

2. Лабораторные работы

Тема 2

Интервальная оценка показателей безотказности.

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Что такое гарантированная оценка показателей надёжности?
2. Что является пределом верхней интервальной оценки P_v при доверительной вероятности, стремящейся к единице?
3. Что является пределом нижней интервальной оценки P_n при доверительной вероятности, стремящейся к единице?

Семестр 10

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 3

1. Как проверяется согласие эмпирического закона распределения случайной величины и выдвинутой гипотезы?
2. Что такое квантиль функции распределения случайной величины?
3. В каких случаях на практике встречается экспоненциальный закон распределения наработок до отказа?
4. Какие отказы чаще всего приводят к распределению наработок по закону Вейбулла?
5. Как по внешнему виду гистограммы можно обоснованно выдвинуть гипотезу о законе распределения случайной величины?
6. Как использовать коэффициент вариации для обоснования гипотезы о характере закона распределения случайной величины?

2. Лабораторные работы

Тема 4

Контрольные вопросы по лабораторной работе:

1. Как влияет время восстановления элементов после отказа на безотказность работы системы?
2. Что характеризует величина интенсивности отказов?
3. Как влияет резервирование элементов на безотказность системы?
4. Как изменится вероятность безотказной работы системы, если в рассмотренной выше схеме РОУ держать в холодном резерве?
5. Написать систему дифференциальных уравнений, характеризующих вероятности состояний системы.

3. Отчет

Тема 6

Уравнения Колмогорова

Марковские процессы

Марковская цепь

Система массового обслуживания

Элементы теории массового обслуживания

Основные понятия систем массового обслуживания

Классификация систем массового обслуживания

Относительная пропускная способность

Абсолютная пропускная способность СМО

СМО с ожиданием (очередью)

Многоканальная СМО с ожиданиями

СМО с отказами

Модель обслуживания машинного парка

Одноканальные СМО

Одноканальная СМО с ожиданием без ограничения на вместимость блока ожидания

Одноканальная СМО с ожиданием

Одноканальная СМО с ожиданиями

Одноканальная СМО с отказами

Одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания

Многоканальные СМО

Многоканальная СМО с отказами

Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания

Системы с ожиданием при неограниченном входящем потоке

Зачет

Вопросы к зачету:

Вопросы для зачета

1. В чем заключается понятие надежности как свойства объекта?
2. Перечислите и дайте определения основных состояний и событий, которыми характеризуется надежность?
3. В чем общность и отличия состояний ?исправность? и ?работоспособность? объекта?
4. При каких условиях наступает предельное состояние объекта?
5. Какими могут быть объекты по способности к восстановлению работоспособного состояния?
6. Какими могут быть отказы по типу и природе происхождения?
7. Перечислите основные признаки классификации отказов?
8. Перечислите и дайте определение свойств (составляющих) надежности?
9. Дайте определение показателя надежности?
10. Перечислите и поясните показатели долговечности?
11. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните, чем отличаются статистическая (выборочные оценки) и вероятностная форма (определения)?
12. Поясните ?схему испытаний? объекта при определении выборочных оценок показателей безотказности?
13. Дайте определение ?оценки? вероятности события и объясните условие сходимости оценки и вероятности события?
14. Перечислите показатели безотказности объекта и поясните в чем отличия статистических оценок от вероятностной формы их представления?
15. Дайте определение вероятности безотказной работы (ВБР) объекта и поясните ее смысл?
16. Чем отличается ВБР объекта к наработке t от ВБР в интервале наработки $[t, t + \Delta t]$?
17. Дайте определение плотности распределения отказов (ПРО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?
18. Дайте графическую интерпретацию понятий ВБР и вероятности отказов (ВО)?
19. Дайте определение интенсивности отказов (ИО) и поясните ее смысл при оценке надежности объекта?
20. Поясните смысл уравнения связи показателей безотказности?
21. Дайте определение статистической оценки и вероятностного представления средней наработки до отказа?
22. Перечислите условные средние наработки до отказа и поясните необходимость их использования?
23. Дайте определение статистических оценок и вероятностного представления характеристик рассеивания случайной величины наработки.
24. Что представляет математическая модель, и для каких целей она используется в задачах надежности?
25. Из каких условий выбирается закон распределения наработки до отказа объекта?
26. В чем заключается постановка задачи при испытаниях объектов на надежность?
27. Что представляет собой процедура формирования статистического ряда по результатам испытаний?
28. Какие эмпирические функции рассчитываются при обработке результатов испытаний?
29. В чем заключается выбор закона распределения наработки до отказа по результатам испытаний?
30. Что представляет собой критерий согласия?
31. Объясните почему распределение Гаусса называется нормальным?
32. Поясните на изменении кривой плотности распределения отказов влияние параметров распределения: матожидания и дисперсии?
33. Приведите расчетные выражения для показателей безотказности, определенные через табличные функции: $f(x)$, $F(x)$ и (x) ?
34. При каких условиях корректно использовать классическое нормальное распределение, и в каких случаях целесообразно применять усеченные нормальные распределения?
35. Приведите расчетные выражения показателей безотказности для усеченного ?слева? нормального распределения?
36. Как описывается изменение плотности распределения отказов при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
37. Получите расчетное выражение для ВБР, ВО и ИО при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
38. Как связаны числовые характеристики наработки до отказа с интенсивностью отказов при экспоненциальном распределении наработки до отказа?
39. Для описания надежности каких объектов используется логарифмически-нормальное распределение?
40. Основные цели и задачи расчета показателей надежности систем?
41. Определите состав рассчитываемых показателей безотказности системы?
42. Перечислите и поясните основные этапы расчета надежности систем?

43. Что такое структура надежности?
44. Что такое математическая модель расчета надежности?
45. Какие виды резервирования существуют. В чем отличие нагруженного и ненагруженного резервирования?
46. Что такое кратность резервирования и в чем отличие целой и дробной кратности?
47. Что такое основная система и в чем состоит условие ее безотказной работы?
48. Как определяются показатели безотказности основной системы: ВБР и ИО?
49. Как определяются показатели безотказности основной системы: ПРО и МО наработки до отказа?
50. Какой закон распределения наработки до отказа будет иметь основная система, если законы распределения наработки до отказа элементов являются экспоненциальными (привести доказательство)?
51. В чем заключается необходимость распределения норм надежности между элементами основной системы?
52. Какие существуют способы распределения норм надежности между элементами основной системы, и чем они отличаются?
53. Чем отличаются системы с нагруженным резервированием с целой и дробной кратностью? Привести расчетные выражения показателей безотказности?
54. Какой закон распределения наработки до отказа будет у системы с нагруженным резервированием, если законы распределения наработки до отказа составляющих ее элементов ? экспоненциальные?
55. Какие задачи оптимизации решаются и в чем они состоят для систем с нагруженным резервом?
56. Как определяется вероятность безотказной работы системы с нагруженным резервированием и дробной кратностью?
57. При каких условиях наиболее эффективно применение нагруженного резервирования?
58. Что представляет собой ненагруженное резервирование и как случайная наработка до отказа системы связана со случайными наработками составляющих систему элементов?
59. Основные допущения, принятые при расчете системы с ненагруженным резервированием?
60. К какому закону распределения стремится наработка до отказа системы при больших значениях кратности резервирования?
61. Проанализируйте, как изменяется вероятность безотказной работы системы с увеличением кратности резервирования?
62. При каких условиях ненагруженное резервирование становится значительно эффективнее нагруженного?
63. Какой закон распределения наработки до отказа будет у системы с ненагруженным резервированием, если законы распределения наработки до отказа элементов являются нормальными?
64. Приведите расчетные формулы показателей безотказности для системы с нормальным распределением наработки элементов?
65. Что в надежности представляет облегченный резерв и видом какого резервирования он является?
66. Сформулируйте условие работоспособности системы с облегченным резервом?
67. Приведите логическую цепь вывода выражения ВБР системы с облегченным резервом?
68. Что представляет собой скользящее резервирование в надежности, и видом какого резервирования оно является?
69. Сформулируйте условия работоспособности системы со скользящим резервированием и приведите логическую цепь вывода выражения ВБР системы?
70. В чем особенности марковского случайного процесса, на основе которого строится расчетная модель для восстанавливаемых объектов и систем?
71. Основные этапы составления расчетной модели?
72. Что представляет собой система дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена? Объясните смысл каждого из составляющих в дифференциальном уравнении?
73. Поясните мнемоническое правило составления дифференциального уравнения вероятностей состояния (уравнение Колмогорова - Чепмена)?
74. Дайте определение и поясните смысл показателей надежности восстанавливаемых объектов и систем?
75. Поясните, как изменяются показатели надежности восстанавливаемого объекта при изменении интенсивности восстановления?
76. Особенности применения метода дифференциальных уравнений для расчета надежности невозстанавливаемых объектов?
77. Поясните смысл и природу постепенных отказов?
78. Что называется определяющим параметром, и в чем заключается условие работоспособности объекта?
79. Что представляет собой время сохранения работоспособности?
80. Из каких составляющих состоит случайный процесс изменения определяющего параметра? Дайте характеристику каждой составляющей?
81. Как изменяется определяющий параметр в зависимости от наработки объекта?
82. Перечислите основные классы моделей приближения объекта к отказам, в чем их принципиальное отличие?
83. Перечислите основные типы моделей приближения объекта к отказам, в чем их принципиальное отличие?
84. Определите состав рассчитываемых показателей надежности объекта при постепенных отказах?
85. Поясните определение вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии?
86. Как определяется плотность распределения наработки до отказа? Что представляют общие модели расчета плотности распределения?

87. Поясните принцип расчета времени сохранения работоспособности объекта при веерных моделях изменения ОП?
88. Поясните принцип расчета времени сохранения работоспособности объекта при равномерной модели изменения ОП?
89. В чем заключается оценка надежности объекта при разрегулировании? Что такое регулируемый ОП?

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".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 9			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10
		2	10
Семестр 10			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	10
		2	10
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	3	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

ZNANIUM.COM - ZNANIUM.COM

БиблиоРоссика - birliorossica.ru

Лань - lanbook.com

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Курс лекций должен быть зафиксирован, внимательно и неоднократно изучен студентом. Во время работы над текстом рекомендуется конспектирование для себя основных положений, формул, выводов. Конспектировать - значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Если конспект составлен правильно, он должен отражать логику и смысловую связь записываемой информации. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. При конспектировании курса лекций рекомендуется придерживаться следующих основных правил: 1. Не начинайте записывать материал с первых слов преподавателя, сначала выслушайте его мысль до конца и постарайтесь понять ее. 2. Приступайте к записи в тот момент, когда преподаватель, заканчивая изложение одной мысли, начинает ее комментировать. 3. В конспекте обязательно выделяются отдельные части. Необходимо разграничивать заголовки, подзаголовки, выводы, обособлять одну тему от другой. Выделение можно делать подчеркиванием, другим цветом. Рекомендуется делать отступы для обозначения абзацев и пунктов плана, пробельные строки для отделения одной мысли от другой, нумерацию. Если определения, формулы, правила, законы в тексте можно сделать более заметными, их заключают в рамку. Со временем у вас появится своя система выделений. 4. Создавайте ваши записи с использованием принятых условных обозначений. Конспектируя, обязательно употребляйте разнообразные знаки. Это могут быть указатели и направляющие стрелки, восклицательные и вопросительные знаки. Не забывайте об аббревиатурах (сокращенных словах), знаках равенства и неравенства, больше и меньше. 5. Постарайтесь разработать собственную систему сокращений и обозначать ими во всех записях одни и те же слова. 6. При конспектировании лучше пользоваться повествовательными предложениями, избегать самостоятельных вопросов. Вопросы уместны на полях конспекта. 7. Не старайтесь зафиксировать материал дословно, при этом часто теряется главная мысль, к тому же такую запись трудно вести. Отбрасывайте второстепенные слова, без которых главная мысль не теряется. 8. Если в лекции встречаются непонятные вам термины, оставьте место, после занятий уточните их значение у преподавателя. 9. В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д. 10. Не стесняйтесь задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия ориентированы на выработку определенных умений и закрепление знаний полученных при освоении компетенций в лекционной части изучения предмета. Работы выполняются последовательно. Каждая работа должна быть оценена преподавателем. Оценка за работу, оказывает влияние на оценку при итоговой аттестации.</p>
лабораторные работы	<p>Лабораторные работы ориентированы на выработку определенных умений и закрепление знаний полученных при освоении компетенций в лекционной части изучения предмета. Работы выполняются последовательно. Каждая работа должна быть оценена преподавателем. Оценка за работу, оказывает влияние на оценку при итоговой аттестации.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы в том, чтобы осмысленно и сознательно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа может реализовываться: - непосредственно в процессе аудиторных занятий, на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных и лабораторных работ и др.; - в контакте с преподавателем вне рамок аудиторных занятий, на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.; - в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре и других местах при выполнении студентом учебных и творческих заданий. В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная: самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию; - внеаудиторная: самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа помогает студентам: 1.Овладевать знаниями: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.); составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.; работа со справочниками и др. справочной литературой; ознакомление с нормативными и правовыми документами; учебно-методическая и научно-исследовательская работа; использование компьютерной техники и Интернета и др. 2.Закреплять и систематизировать знания: работа с конспектом лекции; обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей; подготовка плана; составление таблиц для систематизации учебного материала; подготовка ответов на контрольные вопросы; заполнение рабочей тетради; аналитическая обработка текста; подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.); подготовка реферата; составление библиографии использованных литературных источников; разработка тематических кроссвордов и ребусов; тестирование и др. 3.Формировать умения: решение ситуационных задач и упражнений по образцу; выполнение расчетов (графические и расчетные работы); решение профессиональных кейсов и вариативных задач; подготовка к контрольным работам; подготовка к тестированию; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; опытно-экспериментальная работа; анализ профессиональных умений с использованием аудио-и видеотехники и др. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.</p>
отчет	<p>отчет должен содержать отраженное студентом понимание поставленного к изучению вопроса систем массового обслуживания, типов систем массового обслуживания, применение методик определения надежности систем массового обслуживания. Приведение реальных примеров использования систем массового обслуживания.</p>
зачет	<p>При подготовке к итоговой аттестации по курсу рекомендуется: 1. Заранее подготовиться к итоговой аттестации по предмету. Во внеаудиторное время повторить материал лекций и предыдущих практических занятий. 2. Внимательно ознакомиться с предложенными вопросами и заданиями. 3. На сдачу итоговой аттестации по предмету отводится установленное время. Студент может отвечать устно или письменно, при необходимости применять средства ЭВМ.</p>

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

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 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Диагностика и надежность автоматизированных систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Шишмарев В. Ю. Надежность технических систем [Текст]: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - Москва: Академия, 2010. - 304 с. (19 экз.)
2. Юркевич В. В. Надежность и диагностика технологических систем [Текст]: учебник для вузов / В. В. Юркевич, А. Г. Схиртладзе. - Москва: Академия, 2011. - 304 с. (11 экз.)
3. Диагностика и надёжность автоматизированных систем [Текст]: учебник / Б. М. Бржозовский [и др.]; под ред. Б. М. Бржозовского.- Старый Оскол: ТНТ, 2010. - 380 с. (33 экз.)
4. Конюх В.Л. Проектирование автоматизированных систем производства [Электронный ре-сурс]: учебное пособие / В.Л. Конюх. - Москва: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 312 с.- ISBN 978-5-905554-53-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=449810>.

Дополнительная литература:

1. Бройдо В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] : учебник для вузов / В. Л. Бройдо .? 2-е изд .? Санкт-Петербург : Питер, 2006 .? 703 с. : ил. ? (Учебник для вузов) .? Гриф МО .? В пер .? Библиогр.: с. 696-697 .? Алф. указ : с. 698-702 .? ISBN 5-94723-634-6 : 165-46 : 191-18. (22 экз.)
2. Пятибратов А. П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Текст] : учебник для вузов / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко .? 3-е изд., перераб. и доп .? Москва : Финансы и статистика, 2005 .? 560 с : ил .? Рек. МО .? В пер .? Библиогр.: с. 539-541 .? Предм. указ.: с. 553-559 .? ISBN 5-279-02779-0 : 237-60.(9 экз.)
3. Хетагуров Я. А. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) [Текст] : учебник для вузов / Я. А. Хетагуров .? Москва : Высшая школа, 2006 .? 223 с. : ил. ? (Для высших учебных заведений) (Информатика и вычислительная техника) .? Гриф МО .? Библиогр.: с. 223 .? ISBN 5-06-005257-5 : 195-00.(16 экз.)
4. Советов Б. Я. Моделирование систем [Текст] : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев .? 5-е изд., стер .? Москва : Высшая школа, 2007 .? 343 с. : ил., табл. ? Рек. МО .? В пер .? Библиогр.: с. 340-341 .? ISBN 978-5-06-003860-6 : 316-14 : 353-64.(12 экз.)
5. Надежность технических систем: Учебное пособие/Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9558-0430-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/503591>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Диагностика и надежность автоматизированных систем

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.