

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(подпись)

«24» марта 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность робототехнических систем»

(Название дисциплины)

Код направления	15.03.06
Наименование направления/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Робототехника
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Ст. преп.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

О.Б. Чернышева

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«21» марта 2022 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

С.В. Солёный

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 15.03.06(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

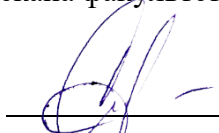
О.Я. Солёная

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

Ст. преп.

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Н.В. Решетникова

инициалы, фамилия

Аннотация

Дисциплина «Надежность робототехнических систем» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленность «Робототехника». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

общепрофессиональных компетенций:

ОПК-5 «способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычисл»,

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»,

ПК-10 «готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей»,

ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией надёжности мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей: анализом количественных характеристик надёжности и законов распределения отказов, методиками расчета надёжности резервированных и нерезервированных систем, подсистем и отдельных модулей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельную работу студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по критериям надежности, статистическим оценкам надежности, методикам расчета надежности систем различной структуры, а также умения использовать эти знания, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи, а их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в вопросах обеспечения функционирования мехатронных и робототехнических систем с заданными показателями надежности.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

знать - основы предметной области: вероятностные критерии надежности, их связь со статистическими показателями надежности, способы резервирования систем, методики расчета надежности систем различной структуры;

уметь - самостоятельно выбирать способы структурного и нагрузочного резервирования систем и пользоваться методиками расчета надежности систем различной структуры;

владеть навыками - решения типовых задач расчета надежности резервированных и нерезервированных, восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем;

иметь опыт работы - по расчету вероятностных и статистических показателей надежности и обеспечению функционирования систем с заданными показателями надежности.

ОПК-5 «способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности»:

Знать- методику оценки экономической эффективности мероприятий по повышению надежности мехатронных и робототехнических систем;

уметь- использовать методику оценки экономической эффективности мероприятий по повышению надежности мехатронных и робототехнических систем;

владеть навыками- выполнения расчетов по методике оценки экономической эффективности мероприятий по повышению надежности мехатронных и робототехнических систем;

иметь опыт деятельности- в области экономической оценки эффективности мероприятий по повышению надежности мехатронных и робототехнических систем.

ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»:

знать - алгоритмы представления моделей надежности мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей. уметь - создавать модели надежности мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей;

владеть навыками - использования моделей надежности для расчета показателей надежности мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей;

иметь опыт деятельности - по определению критериев надежности на основе использования моделей надежности мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей.

ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»:

знать - критерии надежности робототехнических и мехатронных систем;

уметь - рассчитывать критерии надежности робототехнических и мехатронных систем;
 владеть навыками - применения методик расчета критериев надежности робототехнических и мехатронных систем;
 иметь опыт деятельности - в качестве расчетчика критериев надежности робототехнических и мехатронных систем.

ПК-10 «готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей»

знать - методику технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в части обеспечения заданных показателей надежности;
 уметь - использовать методику технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в части обеспечения заданных показателей надежности;
 владеть навыками - расчетов в соответствии с методикой технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в части обеспечения заданных показателей надежности;
 иметь опыт деятельности - по участию в подготовке проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в части обеспечения заданных показателей надежности.

ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению»:

Знать - виды потенциальных опасностей, сопровождающих испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем;
 уметь - определять потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем и могущие привести к их преждевременному отказу;
 владеть навыками - расчета показателей надежности мехатронных и робототехнических систем в условиях проявления потенциальных опасностей;
 иметь опыт деятельности - по учету потенциальных опасностей, сопровождающих испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ,
- Физика,
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика,
- Химия,
- Электроника,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств.
- Выполнение Выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 - Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)	3/ 108	3/ 108
<i>Из них часов практической подготовки</i>	6	6
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i> <i>В том числе</i>	20	20
лекции (Л), (час)	10	10
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<i>Самостоятельная работа, всего</i> <i>(час)</i>	88	88
Вид промежуточного контроля: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2. Таблица 2. - Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и	1	1			14

статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов.					
Раздел 2. Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.	2	2			28
Тема 2.1. Физические факторы воздействия, снижающие срок службы устройств и систем.					
Тема 2.2. Типовые повреждения электрических машин и электромеханических устройств.					
Тема 2.3. Резервирование как средство повышения надежности устройств и систем. Виды структурного резервирования. Резервирование по нагрузке.					
Раздел 3. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.	5	5			30
Тема 3.1. Ориентировочный расчет надежности .					
Тема 3.2. Уточнённый расчет надежности.					
Тема 3.3. Использование графов при анализе надёжности устройств и систем.					
Раздел 4. Методика ускоренных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования для оценки показателей надежности.	1	1			8
Раздел 5. Методика определения количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.	1	1			8
Итого в семестре:	10	10			88
Итого:	10	10	0	0	88

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Раздел 1.	Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ. Теоретические законы распределения отказов. Экспоненциальный закон распределения.
Раздел 2.	Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.
Тема 2.1.	Физические факторы воздействия, снижающие срок службы устройств и систем. Внешние и внутренние факторы, старение материалов, ошибки человека.
Тема 2.2.	Типовые повреждения электрических машин и электромеханических устройств.
Тема 2.3.	Резервирование как средство повышения надежности устройств и систем. Виды структурного резервирования. Последовательные и параллельные структуры надежности. Резервирование по нагрузке.
Раздел 3.	Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.
Тема 3.1.	Ориентировочный расчет надежности .
Тема 3.2.	Уточнённый расчет надежности.
Тема 3.3.	Использование графов при анализе надёжности устройств и систем.
Раздел 4.	Методика ускоренных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования для оценки показателей надежности.
Раздел 5.	Методика определения количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8					

1	Критерии надежности невосстанавливаемых изделий. Расчет наработки на отказ, интенсивности отказов, вероятности отказа, вероятности безотказной работы для восстанавливаемых изделий в вероятностной трактовке и по статистическим данным.	Решение задач по теме	1	1	1
2	Критерии надежности восстанавливаемых изделий. Расчет параметра потока отказов, наработки на отказ, интенсивности отказов, коэффициента готовности, вероятности безотказной работы для восстанавливаемых изделий в вероятностной трактовке и по статистическим данным.	Решение задач по теме.	1		1
3	Законы распределения времени безотказной работы. Расчет характеристик надежности изделия при разных законах распределения.	Решение задач по теме.	1		1
4	Структурное резервирование систем. Расчет надёжности резервированных систем.	Решение задач по теме.	1	1	2, 3
5	Ориентировочный расчет надёжности систем с основным соединением элементов.	Решение задач по теме.	1		3
6	Ориентировочный расчет надёжности структурно резервированных систем.	Решение задач по теме.	1	1	3

7	Эксплуатационное резервирование. Уточнённый расчёт надежности систем с основным соединением элементов и структурно резервированных систем.	Решение задач по теме.	1	1	3
8	Оценка показателей надёжности систем по результатам ускоренных испытаний.	Решение задач по теме.	1	1	4
9	Определение количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.	Решение задач по теме.	2	1	5
Всего:			10	6	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено			
Всего:			

4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	78	78
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5

Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	88	88

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в списках основной и дополнительной литературы.

6. Перечень основной и дополнительной литературы

6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Кафедральные экземпляры	Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. Издательство Академия. ,2015, 304 с.	3
Кафедральные экземпляры	Волохов М.А., Косулин В.Д. Надежность технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП. 2014, 165 с.	50
https://www.labirint.ru/books/553375/	Малафеева, Копейкин: Надежность технических систем. Примеры и задания. Учебное пособие. Издательство: Лань, 2016 г., 316 с	

6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8. Таблица 8 - Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
------	-------------------------------------	---

ISBN: 978-5-44759701-6	В. Н. Анферов, С. И. Васильев, С. М. Кузнецов Надежность технических систем. Учебное пособие / Изд-во Директ-Медиа, М.: 2018. 108 с.	3
6П5.2 Р47	Половко, А.М. Основы теории надежности. Практикум /А.М.Половко, С.В.Гуров. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 560 с.	2
	Калявин, В.П. Надежность и диагностика элементов электроустановок: учеб. пособие / В.П.Калявин, Л.М.Рыбаков. СПб.: Элмор, 2009. 336 с.	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10. Таблица 10 - Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11. Таблица 11 - Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	21-18

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов к зачету. Примерный перечень задач

10.1 Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»	
1	Иностранный язык
1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
1	Физическая культура
2	Безопасность жизнедеятельности
2	Иностранный язык
2	История
2	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Иностранный язык
3	Культурология
3	Правоведение
3	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
3	Философия
3	Электротехника
4	Иностранный язык
4	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Социология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Защита интеллектуальной собственности
5	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
5	Экология
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и

	робототехнических устройств
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
6	Оптимальные системы
6	Прикладная физическая культура (элективный модуль)
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
7	Автоматизация расчета и проектирования технических систем
7	Идентификация и диагностика систем
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Контроль качества технологических операций
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
8	Системы с искусственным интеллектом в робототехнике
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
8	Экспериментальные методы исследования
ОПК-5 «способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов своей профессиональной деятельности»	
4	Экономика
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Надежность робототехнических систем
8	Планирование и технико-экономическое обоснование бизнес-проектов
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
ПК-1 «способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники»	
1	Учебная практика по получению первичных

	профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности
2	Компьютерная графика в профессиональной сфере
3	Электротехника
4	Метрология
4	Электроника
4	Электротехника
5	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем
5	Теория автоматического управления
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электроника
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Методы нечеткого управления в робототехнических системах и комплексах
6	Оптимальные системы
6	Теория автоматического управления
6	Управление роботами и робототехническими системами
6	Электроприводы аэрокосмических робототехнических систем
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Контроль качества технологических операций
7	Математические методы исследований
7	Моделирование в электромеханике
7	Проектирование электроприводов
7	Теория автоматического управления
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Системы с искусственным интеллектом в робототехнике
8	Теория подобия и моделирования
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-9 «способность участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем»	
5	Защита интеллектуальной собственности
6	Управление роботами и робототехническими системами
7	Исполнительные устройства робототехнических систем
7	Управление роботами и робототехническими системами
8	Конструирование, расчет и проектирование электромеханических и электроэнергетических устройств
8	Контроль и диагностика робототехнических систем и комплексов
8	Моделирование и исследование роботов и

	робототехнических систем
8	Надежность робототехнических систем
8	Проблемы разработки и внедрения современных робототехнических систем
8	Проектирование роботов и робототехнических систем
8	Производственная преддипломная практика
8	Управление роботами и робототехническими системами
ПК-10 «готовность участвовать в подготовке технико-экономического обоснования проектов создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей»	
4	Экономика
6	Информационные устройства и системы в робототехнике
6	Производственная практика научно-исследовательская работа
8	Надежность робототехнических систем
8	Планирование и технико-экономическое обоснование бизнес-проектов
8	Производственная преддипломная практика
ПК-16 «способность оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению»	
3	Электротехника
4	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
4	Электроника
4	Электротехника
5	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств
5	Электроника
8	Надежность робототехнических систем

10.1. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно-рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100-балльная и 4-балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 -Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; - уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; - опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; - умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; - делает выводы и обобщения; - свободно владеет системой специализированных понятий.
$70 \leq K \leq 84$	«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; - аргументирует научные положения;

		<ul style="list-style-type: none"> - делает выводы и обобщения; - владеет системой специализированных понятий.
$55 \leq K \leq 69$	«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой специализированных понятий.
$K \leq 54$	«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся не усвоил значительной части программного материала; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 - Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы (задачи) для зачета (таблица 17)

Таблица 17 - Вопросы для зачета.

№ п/п	Перечень вопросов для зачета.
1	Понятия технической системы (ТС), надёжности ТС, отказов ТС по ГОСТ. Показатели надёжности ТС.
2	Вероятность безотказной работы в вероятностной и статистической трактовке.
3	Вероятность отказа в вероятностной и статистической трактовке.

4	Плотность распределения наработки до отказа в вероятностной и статистической трактовке.
5	Интенсивность отказов в вероятностной и статистической трактовке.
6	Средняя наработка до отказа в вероятностной и статистической трактовке.
7	Связь и сравнительная оценка критериев надежности для невосстанавливаемых изделий.
8	Вероятности восстановления и невосстановления, плотность распределения времени восстановления, интенсивность восстановления для восстанавливаемых изделий.
9	Параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.
10	Средняя наработка на отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.
11	Коэффициенты готовности и вынужденного простоя отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.
12	Зависимость интенсивности отказов ТС от времени.
13	Законы распределения времени безотказной работы, применяемые в теории надежности.
14	Экспоненциальный закон распределения.
15	Усеченный нормальный закон распределения.
16	Закон распределения Вейбулла.
17	Закон распределения Релея.
18	Закон распределения Пуассона.
19	Структурное резервирование ТС, кратность резервирования. Нагрузочное (эксплуатационное) резервирование ТС.
20	Виды структурного резервирования ТС.
21	Расчет надежности ТС с постоянно включенным резервом.
22	Расчет надежности ТС с резервированием замещением.
23	Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).
24	Старение материалов как фактор физического воздействия.
25	Кривые распределения случайных величин при износных явлениях.

26	Ошибки человека-оператора как фактор внешнего воздействия на ТС.
27	Дерево вероятностей успешного и ошибочного выполнения задания оператором.
28	Расчет надежности ТС с последовательной структурой.
29	Расчет надежности ТС с параллельной структурой.
30	Преобразование сложных структур надежности.
31	Ориентировочный расчет надежности невосстанавливаемых ТС с основным включением элементов.
32	Ориентировочный расчет надежности невосстанавливаемых ТС с резервирование надежности невосстанавливаемых ТС.
33	Уточненный расчет надежности невосстанавливаемых ТС.
34	Дерево отказов ТС и его использование при расчете надежности.
35	Дерево событий ТС и его использование при расчете надежности.
36	Оценка показателей надежности ТС по результатам ускоренных испытаний.
37	Определение количества необходимых запасных частей оборудования для обеспечения его работы в течение установленного периода эксплуатации.

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 - Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта
	Учебным планом не предусмотрено

2. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19) Таблица 19 - Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

3. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 - Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Решение задач на определение критериев надежности невосстанавливаемых изделий.
2	Решение задач на определение критериев надежности восстанавливаемых изделий.
3	Решение задач на определение критериев надежности резервированных и нерезервированных систем.
4	Применение методики ориентировочного расчета надежности резервированных и нерезервированных систем.
5	Применение методики уточненного расчета надежности резервированных и нерезервированных систем.
6	Решение задач на определение критериев надежности изделий методом графов.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний в области расчета надежности мехатронных и робототехнических систем, а также умения и навыков использования этих методов, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в вопросах обеспечения надежного функционирования, методах расчета критериев надежности устройств и систем. Уровень освоения должен позволять студентам находить подходы к проектированию надежно функционирующих мехатронных и робототехнических систем.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала - логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не только в том, чтобы получить достаточную информацию по теме, но также в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания - обеспечение надежного функционирования мехатронных и робототехнических систем, проблемы области, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

- обучение методической обработке материала (выделение главных мыслей и положений, получение конкретных выводов);

- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала для лучшего раскрытия отдельных тем.

Структура представления лекционного материала:

- в каждом разделе даются теоретические сведения, необходимые для его понимания и освоения;

- рассматриваются примеры решения задач применительно к устройствам и системам мехатроники и робототехники, закрепляющие полученные теоретические знания.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса. Практические занятия заключаются в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научнотеоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практических занятий является привитие обучающимся умений и навыков практической исследовательской и проектной деятельности в области технической физики.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками исследования и проектирования устройств и систем мехатроники и робототехники;

- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;

- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;

- развивающая;

- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимися заданий практические занятия могут рассматриваться как:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (имитационное моделирование);

- в неинтерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач).

Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

- изложить суть практического занятия и методику его выполнения;

- выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;

- контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;

- проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;

- отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;

- провести консультации по пропущенным темам практических занятий;

- проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

Отчеты следует оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ 2.1052019:

- ГОСТ 7.32-2017 - СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
- ГОСТ 2.105-2019 - ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

Список использованных источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ 7.0.100-2018:

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающиеся выполняют работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала. Виды самостоятельной работы, её трудоёмкость приведены в таблице 6 данной РПД.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающихся формируется умение целесообразно планировать рабочее время, что позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает более высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методические материалы, направляющие самостоятельную работу обучающихся, приведены в списках основной и дополнительной литературы.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя

- зачет - форму оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой