

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

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«08» апреля 2024 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность робототехнических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	15.03.06
Наименование направления подготовки	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная


Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)


<u>ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>В.В. Булатов</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Программа одобрена на заседании кафедры № 32
«08» апреля 2024 г., протокол №8


Заведующий кафедрой № 32

<u>К.Т.Н., ДОЦ.</u> (уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>С.В. Солёный</u> (инициалы, фамилия)
--	--	--

Ответственный за ОП ВО 15.03.06(02)

<u>ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.Я. Солёная</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

Заместитель директора института №3 по методической работе

<u>ст.преп.</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>Н.В. Решетникова</u> (инициалы, фамилия)
---	--	--

Аннотация

Дисциплина «Надежность робототехнических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» направленности «Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы»

ПК-6 «Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем и комплексов»

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

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, 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. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы	ПК-5.3.1 знать принципы работы, технические характеристики и особенности эксплуатации мехатронных систем и робототехнических комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем и комплексов	ПК-6.3.1 знать отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам и режимам работы мехатронных и робототехнических систем ПК-6.У.1 уметь составлять планы ремонта мехатронных систем и робототехнических комплексов ПК-6.В.1 владеть навыками приемки робототехнических систем и комплексов после ремонта

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Математический анализ,
- Физика,
- Теория вероятностей и математическая статистика,
- Химия,
- Электроника,
- Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике.

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

- Проектирование электроприводов,
- Технические риски при создании новой техники,
- Конструирование, расчет и проектирование ЭМ и ЭЭ устройств.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	20	20
Аудиторные занятия, всего час.	30	30
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	78	78
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, 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 статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов.	1	4	6		25
Раздел 2. Надежность электромеханических систем.	2	2			18
Раздел 3. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.	5	2	2		15
Раздел 4. Методика ускоренных испытаний электротехнического оборудования для оценки показателей надежности.	1		2		10
Раздел 5. Методика определения количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.	1	2			10
Итого в семестре:	10	10	10		78
Итого	10	10	10	0	78

--	--	--	--	--	--

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

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 систем.
Тема 2.1.	Физические факторы воздействия, снижающие срок службы РТС. 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 РТС.
Тема 3.2.	Уточнённый расчет надежности РТС.
Тема 3.3.	Использование графов при анализе надёжности устройств и систем.
Раздел 4.	Методика ускоренных 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 5.

Таблица 5 – 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	Решение задач по теме	2	2	1

	наработки на отказ, интенсивности отказов, вероятности отказа, вероятности безотказной работы для восстанавливаемых изделий в вероятностной трактовке и по статистическим данным.				
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	2	2	1
3	Законы распределения времени безотказной работы. Расчет характеристик надежности изделия при разных законах распределения.	Решение задач по теме	2	2	2,3
4	Структурное резервирование систем. Расчет надёжности резервированных систем.	Решение задач по теме	2	2	2,3
5	Построение дерева неисправностей (FTA)	Решение задач по теме	2	2	5
Всего			10	10	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 8				
	Законы распределения в надежности (Math Cad, Excel) ч. 1	4	4	1
	Законы распределения в надежности (Math Cad, Excel) ч. 2	2	2	1
	Моделирование и расчет показателей надежности электромеханических систем	2	2	3
	Применение метода анализа видов, причин и последствий потенциальных несоответствий (FMEA) при проектировании электромеханических систем	2	2	4
	Всего	10	10	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	58	58
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	78	78

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
УДК 621.3.019.3 (075)	Булатов В.В. Надежность технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП, 2021, 102 с.	50
Кафедральные экземпляры	Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. Издательство Академия. ,2015, 304 с.	
Кафедральные экземпляры	Волохов М.А., Косулин В.Д. Надежность технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП, 2014, 165 с.	
6П5.2 Р47	Половко, А.М. Основы теории надежности. Практикум /А.М.Половко, С.В.Гуров. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 560 с.	
ISBN: 5-7399-0150-2	Калявин, В.П. Надежность и диагностика элементов электроустановок: учеб. пособие / В.П.Калявин, Л.М.Рыбаков. СПб.: Элмор, 2009. 336 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://lib.guap.ru	Сайт библиотеки ГУАП
https://www.dependability.ru	Сайт журнала «Надежность»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	21-21, 21-18
2	Компьютерный класс	31-04

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– 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.
«хорошо» «зачтено»	– 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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«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.
«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.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

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

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1.	Понятия технической системы (ТС), надёжности ТС, отказов ТС по ГОСТ. Показатели надёжности ТС.	ПК-6.3.1
2.	Вероятность безотказной работы в вероятностной и статистической трактовке.	ПК-5.3.1
3.	Вероятность отказа в вероятностной и статистической трактовке.	ПК-5.3.1
4.	Плотность распределения наработки до отказа в вероятностной и статистической трактовке.	ПК-5.3.1
5.	Интенсивность отказов в вероятностной и статистической трактовке.	ПК-5.3.1
6.	Средняя наработка до отказа в вероятностной и статистической трактовке.	ПК-5.3.1
7.	Связь и сравнительная оценка критериев надёжности для невосстанавливаемых изделий.	ПК-5.3.1
8.	Вероятности восстановления и невосстановления, плотность распределения времени восстановления, интенсивность восстановления для восстанавливаемых изделий.	ПК-5.3.1

9.	Параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.	ПК-5.3.1
10.	Средняя наработка на отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.	ПК-5.3.1
11.	Коэффициенты готовности и вынужденного простоя отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.	ПК-5.3.1
12.	Зависимость интенсивности отказов ТС от времени.	ПК-5.3.1
13.	Законы распределения времени безотказной работы, применяемые в теории надежности.	ПК-5.3.1
14.	Структурное резервирование ТС, кратность резервирования. Нагрузочное (эксплуатационное) резервирование ТС.	ПК-5.3.1
15.	Виды структурного резервирования ТС.	ПК-5.3.1
16.	Расчет надежности ТС с резервом.	ПК-5.3.1
17.	Марковские процессы при расчете показателей надежности мехатронных и робототехнических систем.	ПК-5.3.1
18.	Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).	ПК-5.3.1
19.	Старение материалов как фактор физического воздействия.	ПК-5.3.1
20.	Кривые распределения случайных величин при износных явлениях.	ПК-5.3.1
21.	Ошибки человека-оператора как фактор внешнего воздействия на ТС.	ПК-5.3.1
22.	Дерево вероятностей успешного и ошибочного выполнения задания оператором.	ПК-5.3.1
23.	Расчет надежности ТС с последовательной и параллельной структурой.	ПК-5.3.1
24.	Преобразование сложных структур надежности.	ПК-5.3.1
25.	Ориентировочный расчет надежности невосстанавливаемых ТС с основным включением элементов и резервированием надежности невосстанавливаемых.	ПК-5.3.1
26.	Уточненный расчет надежности невосстанавливаемых ТС.	ПК-5.3.1
27.	FТА	ПК-5.3.1
28.	FMEA	ПК-5.3.1
29.	Оценка показателей надежности ТС по результатам ускоренных испытаний.	ПК-6.У.1
30.	Надежность ПО роботов и РТС. Проверка и испытания программ.	ПК-6.В.1

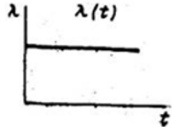
Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

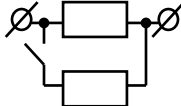
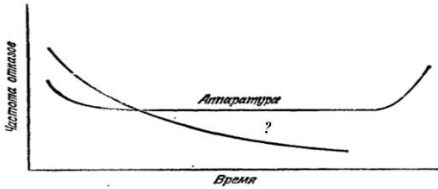
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	<p>Безотказность это</p> <p>а) событие, заключающееся в повышении производительности работы оборудования после профилактического ремонта</p> <p>б) свойство системы выполнить определенный объем работы между двумя отказами</p> <p>в) свойство системы сохранять свою работоспособность без вынужденных перерывов в течение некоторого периода времени, оцениваемого наработкой</p>	ПК-5.3.1
2.	<p>Структурная избыточность определяется</p> <p>а) наличием дополнительных путей передачи сигналов (при отказе одного из элементов его функции выполняет другой элемент), которые не востребованы при нормальной работе</p> <p>б) наличием в сигнале дополнительной информации, которая не востребована при нормальной работе всех элементов, а лишь при возникновении отказа</p> <p>в) наличием сверх необходимого программных средств ТС.</p>	ПК-5.3.1
3.	<p>Применяя данную формулу $P(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha}$, можно оценить</p> <p>а) вероятность безотказной работы при экспоненциальном распределении</p> <p>б) вероятность безотказной работы при распределении Вейбулла</p> <p>в) вероятность отказа при гамма распределении</p>	ПК-5.3.1
4.	<p>На рисунке представлена зависимость интенсивности отказов от времени для</p>  <p>а) экспоненциального закона распределения</p> <p>б) усеченного нормального закона распределения</p> <p>в) распределения Релея</p>	ПК-5.3.1
5.	<p>При оценке надежности по среднегрупповым значениям интенсивностей отказов используется следующее выражение</p> <p>а) $T_{ин} = \frac{N_a}{N_n} T_{на}$ б) $\lambda = \sum_{i=1}^r N_i \lambda_i$ в) $\lambda = \lambda_0 \sum_{i=1}^r N_i k_i$</p>	ПК-5.3.1
6.	<p>Чему равна наработка до отказа, если интенсивность потока отказов 0,005 ч⁻¹</p> <p>а) 100ч б) 200ч в) 500ч г) 1000ч</p>	ПК-5.3.1
7.	<p>Коэффициент технического использования</p> <p>а) оценивается отношением времени наработки на отказ к средней длительности цикла работа - восстановление</p> <p>б) определяет средние затраты времени на обнаружение и устранение отказа при заданных условиях обслуживания</p> <p>в) оценивается отношением времени наработки на отказ к средней длительности цикла работа - восстановление - профилактика</p>	ПК-5.3.1
8.	<p>Гамма-процентный ресурс</p> <p>а) календарная продолжительность эксплуатации, в течение которой система не достигнет предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах</p> <p>б) суммарная наработка, в течение которой система не достигает предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах</p> <p>в) общее время (или объем) работ системы за весь срок службы до момента, когда дальнейшая ее</p>	ПК-5.3.1

	эксплуатация невозможна или экономически нецелесообразна	
9.	При постоянном резервировании резервные элементы подключаются а) параллельно б) последовательно в) параллельно и последовательно	ПК-5.3.1
10.	Дедуктивным методом анализа надежности является а) FMEA б) HAZID в) FTA	ПК-5.3.1
11.	Основной характеристикой резервирования является а) ресурс б) кратность в) параллельность	ПК-5.3.1
12.	Данная схема отображает  а) скользящее резервирование б) ненагруженный резерв в) общее резервирование	ПК-5.3.1
13.	В автоматических линиях применяют следующую схему резервирования а) основная б) с общим резервированием в) с накоплением	ПК-5.3.1
14.	Что отображает вторая зависимость на графике  а) частоту отказов промышленного робота б) частоту отказов программного обеспечения в) частоту отказов человека-оператора	ПК-5.3.1
15.	План испытаний РТС, согласно которому одновременно испытывают N объектов, объекты, отказывали во время испытаний, восстанавливают, но не заменяют, объект испытывают в течение наработки T. а) NRT б) NUT в) NMT	ПК-6.У.1 ПК-6.В.1

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 в том, чтобы получить всю информацию по теме, а 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, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися 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 необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

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 научно-теоретических 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 2.105-2019:

- 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.

При невыполнении практических работ в объеме, выданном преподавателем на семестр, студент получает оценку «не зачтено» при прохождении промежуточной аттестации.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6.

Перед проведением лабораторных работ студент обязан внимательно ознакомиться с методическими материалами.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Основные теоретические положения.
4. Порядок выполнения работы, с представлением формул, графических зависимостей и скриншотов.
5. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml.

При невыполнении лабораторных работ в объеме, выданном преподавателем на семестр, студент получает оценку «не зачтено» при прохождении промежуточной аттестации.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, является учебно-методический материалы по дисциплине.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится на практических занятиях в устном формате.

Результаты текущего контроля сообщаются студентам непосредственно на следующем занятии.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации. При непрохождении текущего контроля студенту ставится оценка «не зачтено».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация проводится по результатам текущего контроля успеваемости.

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

– зачет – это форма 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 программам 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