

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

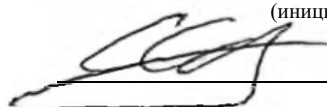
Руководитель образовательной программы

К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность робототехнических систем»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	15.03.06
Наименование направления подготовки/ специальности	Мехатроника и робототехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровой инжиниринг робототехнических комплексов
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026  
(подпись, дата)

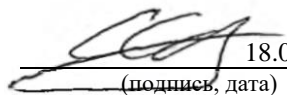
В.В. Булатов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

 18.02.2026  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.  
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы»

ПК-8 «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 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, самостоятельную работу студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета (8 семестр).

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-7 Способен эксплуатировать робототехнические системы и комплексы	ПК-7.3.1 знает принципы работы, технические характеристики и особенности эксплуатации мехатронных систем и робототехнических комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен организовывать материальное и документальное обеспечение ремонта робототехнических систем и комплексов	ПК-8.3.1 знает отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам и режимам работы мехатронных и робототехнических систем ПК-8.У.1 умеет составлять планы ремонта мехатронных систем и робототехнических комплексов ПК-8.В.1 владеет 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	10	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	88	88
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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/КР (час)	СР (час)
Семестр 8					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Тема 1.1. Введение в теорию надежности Тема 1.2. Основные термины и определения (ГОСТ 27.002) Тема 1.3. Вероятностные и статистические характеристики в теории надежности Тема 1.4. Теоретические законы распределения отказов. Тема 1.5 Отказы РТС	1	4			20
Раздел 2. Показатели надежности РТС. Тема 2.1. Особенности оценки надежности РТС. Тема 2.2 Показатели безотказности Тема 2.3 Показатели ремонтпригодности Тема 2.4 Показатели долговечности и сохраняемости Тема 2.5 Комплексные показатели надежности	2	2			20

Раздел 3. Расчет надежности и методы повышения надежности РТС Тема 3.1. Методы прикидочного расчета при проектировании Тема 3.2. Резервирование	4	2			20
Раздел 4. Методы проведения испытаний на надежность РТС Тема 4.1. Классификация методов испытаний технических систем Тема 4.2. План испытаний на надежность. Точечная и интервальная оценка показателей надежности.	2				20
Раздел 5. Экономическая эффективность. RAMS/LCC Тема 4.1. Экономическая эффективность технических систем. Тема 4.2. Исследования RAMS Тема 4.3. Расчет стоимости жизненного цикла	1	2			8
Итого в семестре:	10	10			88
Итого	10	10	0	0	88

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

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Тема 1.1. Введение в теорию надежности Тема 1.2. Основные термины и определения (ГОСТ 27.002) Тема 1.3. Вероятностные и статистические характеристики в теории надежности Тема 1.4. Теоретические законы распределения отказов. Тема 1.5 Отказы РТС
<b>2</b>	Раздел 2. Показатели надежности РТС. Тема 2.1. Особенности оценки надежности РТС. Тема 2.2 Показатели безотказности Тема 2.3 Показатели ремонтпригодности Тема 2.4 Показатели долговечности и сохраняемости Тема 2.5 Комплексные показатели надежности
<b>3</b>	Раздел 3. Расчет надежности и методы повышения надежности РТС Тема 3.1. Методы прикидочного расчета при проектировании Тема 3.2. Резервирование
<b>4</b>	Раздел 4. Методы проведения испытаний на надежность РТС Тема 4.1. Классификация методов испытаний технических систем Тема 4.2. План испытаний на надежность. Точечная и интервальная оценка показателей надежности.
<b>5</b>	Раздел 5. Экономическая эффективность. RAMS/LCC Тема 4.1. Экономическая эффективность технических систем.

	Тема 4.2. Исследования RAMS Тема 4.3. Расчет стоимости жизненного цикла
--	--

#### 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.	Законы распределения времени безотказной работы. Расчет характеристик надежности изделия при разных законах распределения.	Решение задач по теме	3	3	2,3
2.	Структурное резервирование систем. Расчет надёжности резервированных систем.	Решение задач по теме	3	3	2,3
3.	Построение дерева неисправностей (FTA)	Решение задач по теме	2	2	5
4.	Анализ видов и последствий отказов (FMEA)	Решение задач по теме	2	2	6
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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ 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)	70	70
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	14	14
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	4	4
Всего:	88	88

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

#### 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)
621.3 Б 90	Булатов В.В. Надежность технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП, 2022, 98 с.	50
621.31 Б 90	Булатов В.В., Солёная О.Я., Куликовская А.В. Надежность сложных технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП, 2022, 102 с.	30
URL: <a href="https://urait.ru/bcode/539826">https://urait.ru/bcode/539826</a>	Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. Издательство Академия. ,2024, 289 с.	
62 В 68	Волохов М.А., Косулин В.Д. Надежность технических систем. Учебное пособие Издательство СПб ГУАП, 2014, 165 с.	50



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
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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
1	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
4	MathCAD (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

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: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

#### 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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul>

Примечание: \*\* по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

### 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 для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

№ п/п	Перечень вопросов для зачета	Код индикатора
1.	Понятие надежности. Факторы, влияющие на надежность технических изделий. Свойства надежности	ПК-7.3.1
2.	Отказы РТС. Классификация отказов.	ПК-7.3.1
3.	Математический аппарат теории надежности. Теория вероятности. Случайные процессы и их характеристики.	ПК-7.3.1
4.	Законы распределения в надежности.	ПК-8.3.1
5.	Показатели безотказности.	ПК-8.3.1

6.	Показатели ремонтпригодности.	ПК-8.3.1
7.	Показатели сохраняемости и долговечности.	ПК-8.3.1
8.	Комплексные показатели надежности.	ПК-8.3.1
9.	Метод анализа надежности РТС при проектировании	ПК-7.3.1
10.	Структурная схема надежности. Соединение элементов в системе.	ПК-8.У.1
11.	Резервирование технических систем. Виды резервирования.	ПК-8.У.1
12.	Системы «m из n».	ПК-7.3.1
13.	Мостиковые схемы.	ПК-7.3.1
14.	Особенности оценки надежности электрических машин и электронных блоков.	ПК-7.3.1
15.	Экономическая эффективность ЭМС	ПК-7.3.1
16.	Испытания на надежность. Виды. Организация испытаний.	ПК-8.В.1
17.	Расчет показателей надежности в процессе эксплуатации.	ПК-8.В.1
18.	Надежность ПО. Проверка и испытания программ.	ПК-7.3.1
19.	Прогнозирование надежности технических систем	ПК-7.3.1
20.	Надежность системы «человек-машина».	ПК-7.3.1
21.	FTA	ПК-8.3.1
22.	FMEA	ПК-8.3.1
23.	HAZOP и HAZID	ПК-8.3.1
24.	LCC	ПК-8.3.1

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

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

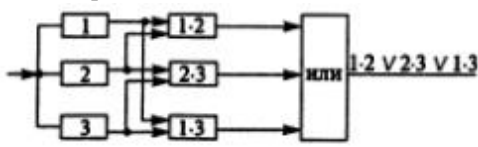
№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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><b>Безотказность это</b></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> <p>г) приспособленность системы к предупреждению и обнаружению отказов.</p>	ПК-7.3.1
2.	<p><b>Расположите в правильном порядке этапы расчета надежности по данным из эксплуатации</b></p> <p>1. Подсчет количества отказов</p> <p>2. Выбор плана испытаний</p> <p>3. Формирование выборки изделий</p> <p>4. Выбор закона распределения</p>	ПК-7.3.1

	<div>5. Интервальная оценка наработки</div> <div>6. Точечная оценка наработки до отказа/ на отказ</div>									
3.	<div>Что относиться к показателям надежности?</div> <div>а) интенсивность отказов</div> <div>б) время полного жизненного цикла</div> <div>в) запас прочности</div> <div>г) время восстановления</div>	ПК-7.3.1								
4.	<div>Установите соответствие между законом распределения и формулой расчета вероятности безотказной работы</div> <table><tr><td>1. Нормальный закон</td><td>а) <math>P(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}</math>,</td></tr><tr><td>2. Экспоненциальный закон</td><td>б) <math>P(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \int_0^t e^{-\left(\frac{(t-m_t)^2}{2\sigma_t^2}\right)} dt</math></td></tr><tr><td>3. Закон Вейбулла</td><td>в) <math>P_m^n = C_m^n p^n (1-p)^{m-n}</math></td></tr><tr><td>4. Биноминальный закон</td><td>г) <math>P(t) = e^{-\lambda t}</math>,</td></tr></table>	1. Нормальный закон	а) $P(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}$ ,	2. Экспоненциальный закон	б) $P(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \int_0^t e^{-\left(\frac{(t-m_t)^2}{2\sigma_t^2}\right)} dt$	3. Закон Вейбулла	в) $P_m^n = C_m^n p^n (1-p)^{m-n}$	4. Биноминальный закон	г) $P(t) = e^{-\lambda t}$ ,	ПК-7.3.1
1. Нормальный закон	а) $P(t) = e^{-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\alpha}}$ ,									
2. Экспоненциальный закон	б) $P(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \int_0^t e^{-\left(\frac{(t-m_t)^2}{2\sigma_t^2}\right)} dt$									
3. Закон Вейбулла	в) $P_m^n = C_m^n p^n (1-p)^{m-n}$									
4. Биноминальный закон	г) $P(t) = e^{-\lambda t}$ ,									
5.	<div>Что отображает данная схема?</div> <div></div>	ПК-7.3.1								
6.	<div>Ремонтопригодность это</div> <div>а) событие, заключающееся в повышении производительности работы оборудования после профилактического ремонта</div> <div>б) свойство системы выполнить определенный объем работы между двумя отказами</div> <div>в) свойство системы сохранять свою работоспособность без вынужденных перерывов в течение некоторого периода времени, оцениваемого наработкой</div> <div>г) приспособленность системы к предупреждению и обнаружению отказов.</div>	ПК-8. У.1								
7.	<div>Что относиться к показателям ремонтопригодности?</div> <div>а) коэффициент готовности</div> <div>б) среднее время восстановления</div> <div>в) интенсивность восстановления</div> <div>г) ресурс</div>	ПК-8. У.1								
8.	<div>Расположите в правильном порядке этапы процесса восстановления работоспособности промышленного робота после отказа.</div> <div>1. Проведение пусконаладочных работ и калибровка робота</div> <div>2. Диагностика и определение отказавшего элемента (узла, модуля)</div> <div>3. Замена или ремонт неисправного модуля</div> <div>4. Отключение робота от источников питания, сброс давления в пневмо/гидросистемах, механическая блокировка</div> <div>5. Сборка и подключение робота после выполнения ремонта</div> <div>6. Проверка работоспособности на тестовых режимах (холостом и под нагрузкой)</div>	ПК-8. У.1								
9.	<div>Установите соответствие между определением и планом испытаний</div>	ПК-8. У.1								

	<div>1. план испытаний, согласно которому одновременно испытывают N объектов, после каждой отказа объект восстанавливают, испытания прекращают, когда суммарное по всем объектам число отказов достигает г.</div> <div>2. План испытаний, согласно которому одновременно начинают испытания N объектов, объекты, отказали во время испытаний, заменяют новыми, испытания прекращают по истечении времени испытаний или наработки T для каждой с N позиций.</div> <div>3. План испытаний, согласно которому одновременно испытывают N объектов, объекты, отказывали во время испытаний, восстанавливают, но не заменяют, объект испытывают в течение наработки T.</div> <div>4. план испытаний, согласно которому одновременно испытывают N объектов, объекты, отказали во время испытаний, не восстанавливают и не заменяют, когда каждый объект испытывают в течение выработки <math>z_i</math></div>	<div>а) NRT</div> <div>б) NMT</div> <div>в) NUz</div> <div>г) NMr</div>	
10.	<div>Что отображает данная схема?</div> <div></div>	ПК-8.У.1	
11.	<div>Сбой - это:</div> <div>а) критическое нарушение работоспособности</div> <div>б) самоустраняющийся отказ или однократный отказ, устраняемый незначительным вмешательством оператора</div> <div>в) многочисленные повторяющиеся отказы</div> <div>г) все вышеперечисленное</div>	ПК-8.В.1	
12.	<div>Назначенным сроком хранения НЕ является</div> <div>а) календарная продолжительность хранения, при достижении которой хранение объекта должно быть прекращено независимо от его технического состояния</div> <div>б) срок годности объекта</div> <div>в) среднее время использования объекта</div> <div>г) время нахождения объекта в неработоспособном состоянии</div>	ПК-8.В.1	
13.	Расположите в правильном порядке этапы проведения FMEA-анализа	ПК-8.В.1	

	<div>1) построение диаграммы Парето</div> <div>2) детализировать информацию о неисправности</div> <div>3) выбрать группу</div> <div>4) определить процесс</div> <div>5) расчет рисков</div>									
14.	<div>Установите соответствие между термином и определением</div> <table><tr><td>1. Безотказность</td><td>а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.</td></tr><tr><td>2. Отказ</td><td>б) свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.</td></tr><tr><td>3. Надежность</td><td>в) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени.</td></tr><tr><td>4. Коэффициент готовности</td><td>г) свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования</td></tr></table>	1. Безотказность	а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.	2. Отказ	б) свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.	3. Надежность	в) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени.	4. Коэффициент готовности	г) свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования	ПК-8.В.1
1. Безотказность	а) событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.									
2. Отказ	б) свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.									
3. Надежность	в) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в данный момент времени.									
4. Коэффициент готовности	г) свойство объекта сохранять во времени способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования									
15.	<div>Что отображает данная схема?</div> <div></div>	ПК-8.В.1								
16.	<div>Что обозначает буква N в плане наблюдения [NUT]?</div> <div>а) критерий окончания за объектом</div> <div>б) наперед заданный период наблюдений</div> <div>в) характеристика объекта</div> <div>г) количество объектов, взятых под наблюдение</div>	ПК-8.3.1								
17.	<div>Укажите какие стандарты связаны с надежностью роботов</div> <div>а) ГОСТ Р 60.0.7.3–2020</div> <div>б) ГОСТ 307.1-95</div> <div>в) ГОСТ Р 60.6.3.4–2019</div> <div>г) ГОСТ 25956-83</div>	ПК-8.3.1								
18.	<div>Расположите в правильном порядке этапы проведения HAZOP-анализа</div> <div>1. Оценить тяжесть последствий и вероятность отклонений</div> <div>2. Разработать меры по снижению риска</div>	ПК-8.3.1								

	<div>3. Выделить узлы (секции) технологической схемы</div> <div>4. Применить ключевые слова (НЕТ, БОЛЬШЕ, МЕНЬШЕ, А ТАКЖЕ, ОБРАТНО и др.) для выявления отклонений</div> <div>5. Определить возможные причины и последствия каждого отклонения</div>									
19.	<div>Установите соответствие между обозначением и наименованием стандарта</div> <table><tr><td>1. ГОСТ 27.002-2015</td><td>а) «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения»</td></tr><tr><td>2. ГОСТ 27.301-95</td><td>б) «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения»</td></tr><tr><td>3. ГОСТ 27.003-2016</td><td>в) «Надежность в технике. Термины и определения»</td></tr><tr><td>4. ГОСТ Р 27.102-2021</td><td>г) «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности»</td></tr></table>	1. ГОСТ 27.002-2015	а) «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения»	2. ГОСТ 27.301-95	б) «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения»	3. ГОСТ 27.003-2016	в) «Надежность в технике. Термины и определения»	4. ГОСТ Р 27.102-2021	г) «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности»	ПК-8.3.1
1. ГОСТ 27.002-2015	а) «Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения»									
2. ГОСТ 27.301-95	б) «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения»									
3. ГОСТ 27.003-2016	в) «Надежность в технике. Термины и определения»									
4. ГОСТ Р 27.102-2021	г) «Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности»									
20.	<div>Что отображает данная схема?</div> <div></div>	ПК-8.3.1								

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 участию в семинарах.

*Учебным планом не предусмотрено.*

#### 11.3. 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 – СИБИБД. 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.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

*Учебным планом не предусмотрено.*

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

*Учебным планом не предусмотрено.*

11.6. 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.

11.7. 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».

11.8. 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».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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