

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

Факультет среднего профессионального образования



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета СПО, к.т.н.  
*С.Л. Поляков* С.Л. Поляков  
«21» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Основы надежности»**

Для специальности среднего профессионального образования

**12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы»**

<u>Максимальная нагрузка по дисциплине, часов</u>	114
Аудиторные занятия, часов	76
в т.ч. лабораторно-практические занятия, часов	12
Самостоятельная работа, часов	38

Санкт-Петербург 2023

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе  
Федерального государственного образовательного стандарта по  
специальности среднего профессионального образования

12.02.01

*код*

Авиационные приборы и комплексы

*наименование специальности(ей)*

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Цикловой комиссией

приборостроения и робототехники

Протокол № 12 от 14.06.2023 г.

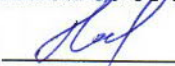
Председатель:  / Савельев Н.В./

РЕКОМЕНДОВАНА

Методическим

советом факультета СПО

Протокол № 10 от 14.06.2023 г.

Председатель:  /Шелешнева С.М./

Разработчики:

Антипова Н.М., преподаватель первой квалификационной категории

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ

### 1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является составной частью программно-методического сопровождения образовательной программы (ОП) среднего профессионального образования (СПО) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы».

Программа учебной дисциплины может быть использована в профессиональных образовательных организациях при реализации программ подготовки специалистов среднего звена, повышения квалификации и переподготовки рабочих кадров и специалистов среднего звена по направлению 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии».

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Основы надежности» является дисциплиной профессионального учебного цикла.

### 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

– рассчитывать показатели надежности: интенсивность отказов, вероятность безотказной работы авиационной техники, показатели ремонтпригодности, долговечности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- основные понятия, термины и определения надежности;
- математический аппарат теории надежности;
- пути повышения надежности.

### 1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины: максимальной учебной нагрузки 114 часов,

в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки 76 часов;
- самостоятельной работы 38 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>114</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>76</b>
в том числе:	
лабораторно-практические занятия	12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>38</b>
<b>Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета в 5 семестре</b>	

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий и (или) лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)		Объем часов	Осваиваемые элементы компетенций
1	2		3	4
<b>Тема 1.</b> Цели и задачи дисциплины	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
	1	Основные определения. Характеристика жизненного цикла объекта. Классификация и характеристики отказов.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 2.</b> Законы распределения вероятностей дискретной случайной величины	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
	1	Основные понятия теории вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Дискретные случайные величины и их характеристики.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Закон распределения вероятностей дискретной случайной величины. Функция распределения дискретной случайной величины.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	3	Законы распределения вероятностей дискретной случайной величины. Биноминальное распределение. Формула Бернулли.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	4	Закон Пуассона. Интегральная теорема Муавра-Лапласа. Функция Лапласа. Числовые характеристики случайной величины.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	5	Математическое ожидание дискретной случайной величины. Свойства математического ожидания дискретной случайной величины. Дисперсия дискретной случайной величины.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	6	Свойства дисперсии дискретной случайной величины. Среднее квадратическое отклонение. Свойства среднего квадратического отклонения дискретной случайной величины.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 3.</b> Законы распределения вероятностей непрерывной случайной величины	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
	1	Непрерывные случайные величины и их характеристики. Функция распределения и плотность распределения непрерывной случайной величины.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	<b>Лабораторные работы:</b>		-	-
	1	Определение плотности вероятности непрерывной случайной величины, основных характеристик случайной величины и вероятность попадания случайной величины в заданный	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9,

		интервал.		ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Определение функции распределения непрерывной случайной величины, основных характеристик случайной величины и вероятность попадания случайной величины в заданный интервал.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 4.</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
Важнейшие законы распределения непрерывных случайных величин	1	Нормальное распределение. Закон Гаусса. Нормированное нормальное распределение. Типовые задачи на использование нормального закона распределения. Функция НОРМ.СТ.РАСП в EXCEL для определения значения вероятности.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Нормированное нормальное распределение. Функция Лапласа. Функция ГАУСС в EXCEL для определения значения вероятности. Функция НОРМ.РАСП в EXCEL для построения функции распределения и функции плотности вероятности для нормального и нормированного нормального законов распределения.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	3	Экспоненциальное распределение. Интенсивность отказа. Среднее время работы элемента. Типовые задачи на использование экспоненциального закона распределения. Функция ЭКСП.РАСП в EXCEL для моделирования временных задержек между событиями, для расчета среднего времени работы приборов, для построения функции распределения и функции плотности вероятности для экспоненциального закона. Функции ЭКСП.РАСП для определения вероятности безотказной работы прибора.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	4	Равномерное распределение. Типовые задачи на использование равномерного закона распределения. Моделирование случайных величин, распределённых равномерно от 0 до 1. Определение вероятности отказа в указанный период времени. Рассмотрение процесса измерения прибора с грубыми делениями случайной величины как ошибку измерения, распределенную по равномерному закону.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 5.</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
Важнейшие закономерности теории непрерывных случайных величин	1	Центральная предельная теорема теории вероятности. Рассмотрение простейшей формы центральной предельной теоремы теории вероятности. Центральная предельная теорема для одинаково распределенных слагаемых.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Формулировка теоремы для двух основных случаев: сумма независимых случайных величин и среднее арифметическое независимых случайных величин. Типовые задачи на использование центральной предельной теоремы.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	3	Правило трех сигма. Неравенство Чебышева. Правило трех сигма для равномерного закона распределения. Правило трех сигма для нормального закона распределения. Правило трех сигма для экспоненциального закона распределения.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 6.</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
Элементы	1	Понятие статистики. Основные определения.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5,

математической статистики и их применение в расчетах надежности				ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	2	Описательные статистики случайных величин и оценка доверительного интервала при повторных измерениях.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	3	Выявление ошибочных опытных данных по критерию Груббса. Методы проверки статистически гипотез.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	4	Распределение t-критерия Стьюдента для проверки гипотезы о средней и расчета доверительного интервала.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	<b>Лабораторные работы:</b>			-	-
	1	Уравнение регрессии.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	2	Метод наименьших квадратов.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
<b>Тема 7.</b> Расчет показателей надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем	<b>Содержание учебного материала:</b>			-	-
	1	Функция надежности. Вероятность безотказной работы элемента. Экспоненциальный закон надежности. Интенсивность отказа как функция времени. Функции ЭКСП.РАСП для определения вероятности безотказной работы прибора и функции частоты отказа. Определение среднего времени работы прибора.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	2	Методы расчета показателей надежности нерезервированных систем. Критерии надежности невосстанавливаемых систем. Вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы, интенсивность отказа системы в момент времени, плотность распределения времени до отказа. Структурная схема нерезервированной системы. Примеры решения задач на нахождение основных показателей надежности нерезервированной невосстанавливаемой системы.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	3	Гамма-распределение, гамма-функция. Функция ГАММА в Excel для расчета значения. Распределение Рэля. Усеченный нормальный закон распределения. Связь параметров распределений с начальным моментом первого и второго порядка. Определение показателей надежности каждого элемента и всей системы.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.	
	4	Распределение Вейбулла. Функция ВЕЙБУЛЛ.РАСП в Excel. Построение вероятности безотказной работы и плотности вероятности с помощью функций ГАММА. РАСП и	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9,	



		ВЕЙБУЛЛ.РАСП.		ПК 4.2, ПК 4.4.
	5	Определение риска надежности нерезервированной системы. Структурная схема системы в виде основного соединения элементов. Вычисление показателей надежности системы. Исследование функции риска по точной формуле. Исследование функции выигрыша надежности, при допущении что элементы системы равно надёжны.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	6	Определение показателей надежности элементов по опытным данным. Определение показателей надежности элемента без восстановления. Определение статистических и теоретических показателей надежности.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	7	Определение показателей надежности элементов по опытным данным. Определение показателей надежности элемента с восстановлением (отказавшие элементы заменяются идентичными по надежности элементами). Определение показателей надежности элемента, характеризующие время его работы между соседними отказами.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	<b>Лабораторные работы:</b>		-	-
	1	Исследование надежности и риска нерезервированной технической системы.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9,
<b>Тема 8.</b> Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
	1	Методы расчета показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем. Определение сложной системы. Определение понятия резервирования, кратности резервирования. Общее резервирование с постоянно включенным резервом. Общее резервирование замещением. Решение типовых задач резервированных невосстанавливаемых систем с постоянно включенным резервом. Решение типовых задач при резервировании замещением.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Раздельное резервирование. Резервирование с дробной кратностью. Решение типовых задач резервированных невосстанавливаемых систем с раздельным резервированием. Решение типовых задач при резервировании системы с дробной кратностью.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	3	Исследование свойств структурно резервированных систем при общем резервировании с постоянно включенным резервом.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	<b>Лабораторные работы:</b>		-	-
	1	Исследование свойств структурно резервированных систем при общем резервировании замещением.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Тема 9.</b> Расчет показателей	<b>Содержание учебного материала:</b>		-	-
	1	Надежность восстанавливаемой системы. Восстанавливаемая система, восстанавливаемый	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5,

надежности нерезервированных восстанавливаемых систем		элемент. Критерии надежности восстанавливаемой системы: функция готовности, коэффициент готовности, наработка на отказ, среднее время восстановления системы, параметр потока отказов. Надежность восстанавливаемой системы как одного элемента при постоянной интенсивности отказа и восстановления.		ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	2	Нормальный закон распределения времени до отказа и времени восстановления. Получение формулы для коэффициента готовности для нормального закона распределения через функцию Лапласа.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
	3	Показатели надежности восстанавливаемой системы, состоящей из n элементов. Схема расчета для последовательного соединения элементов. Стационарные показатели надежности восстанавливаемой системы.	2	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
		<b>Самостоятельная работа:</b> Работа с учебной и справочной литературой. Работа с интернет-ресурсами. Подготовка рефератов, сообщений. Решение поставленных учебных задач. П	38	ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 4.2, ПК 4.4.
<b>Всего:</b>			<b>114</b>	-

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет авиационных приборов и комплексов.

Оборудование в соответствии с Распоряжением декана факультета СПО № 212-68-04/23 от 27.01.2023 г..

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

##### Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

- 1 Коган, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 250 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015649-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044968>
- 2 Тимошенко, С. П. Основы теории надежности/ С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 445 с. — ISBN 978-5-9916-8193-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511353>

Дополнительные источники:

- 1 Бирюкова, Л.Г. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Л.Г. Бирюкова, Г.И. Бобрик, Р.В. Сагитов [и др.] ; под ред. В.И. Матвеева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 289 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015712-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1047921>
- 2 Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 289 с. — ISBN 978-5-534-09368-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515263>

Интернет-ресурсы:

- 1 Сайт журнала «Фундаментальная и прикладная математика». - URL:<http://mech.math.msu.su/~fpm/rus/fpmosn.htm>
- 2 Сайт журнала «Математический сборник». - URL: [https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=sm&wshow=contents1&option\\_lang=rus](https://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?jrnid=sm&wshow=contents1&option_lang=rus)

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать показатели надежности: интенсивность отказов, вероятность безотказной работы авиационной техники, показатели ремонтпригодности, долговечности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экспертная оценка выполнения лабораторных работ,</li> <li>– дифференцированный зачет.</li> </ul>
<b>Знания</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, термины и определения надежности;</li> <li>– математический аппарат теории надежности;</li> <li>– пути повышения надежности.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экспертная оценка выполнения лабораторных работ,</li> <li>– устный опрос,</li> <li>– дифференцированный зачет.</li> </ul>