

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-
проректор по учебной работе

Е.Е. Чупандина

«18» октября 2019 г

Дополнительная образовательная программа
повышения квалификации

*«Теория вероятностей и математическая статистика с
элементами теории надёжности»*

Категория обучающихся: руководители и сотрудники предприятий, связанных с изготовлением технических устройств и конструкций.

Объем программы: 36 часов.

Форма обучения: очная.

I. Общая характеристика программы

- 1.1. Цели реализации программы: совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области применения статистических и вероятностных методов для анализа надежности изделий.
- 1.2. Планируемые результаты обучения.

В результате освоения программы у слушателей расширяются знания в области современных методов и инструментов вероятностного анализа и статистической обработки данных и понимание принципов их работы; закрепляются практические навыки по применению этого аппарата для анализа надежности систем.

Обучающийся должен знать:

- разделы теории вероятностей и математической статистики, используемые при оценке надежности технических систем;
- основы теории надежности технических систем;

Обучающийся должен уметь:

- применять основные понятия теории вероятностей и математической статистики к решению прикладных задач;
- определять количественные характеристики надежности резервируемых и нерезервируемых восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем;

Обучающийся должен владеть (иметь навыки):

- навыками использования статистических и вероятностных методов расчета надежности систем;
- навыками работы с основными сервисами обработки и аналитики данных.

II. Учебный план

	Наименование модулей	Всего, час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	практ. и лабор. занятия	
1	Модуль 1 Теоретические основы теории вероятностей и математической статистики	26	16	10	Тестирование
2.	Модуль 2 Элементы теории надёжности	8	4	4	Практическая работа
3.	Итоговая аттестация	2			Тестирование
4.	Итого	36	20	14	

Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов	В том числе	
			лекц.	практ. и лаб.
1.	Модуль 1 Теоретические основы теории вероятностей и математической статистики	26	16	10
1.1.	Случайные события и вероятность.	3	2	1
1.2.	Случайные величины. Понятие функции распределения, ряда распределения дискретной случайной величины и функции плотности непрерывной случайной величины.	3	2	1
1.3.	Законы распределения некоторых дискретных случайных величин (Биномиальный закон, закон Пуассона)	3	2	1

1.4.	Законы распределения некоторых непрерывных случайных величин (Гаусса, Стьюдента, Экспоненциальное, Вейбулла).	3	2	1
1.5.	Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент корреляции.	4	2	2
1.6.	Основные понятия и задачи математической статистики. Генеральная совокупность, выборка. Основы выборочного метода. Точечные оценки.	3	2	1
1.7.	Понятие интервального оценивания. Доверительные и толерантные интервалы. Доверительная вероятность и предельная ошибка выборки.	4	2	2
1.8.	Проверка статистических гипотез. Критерий Пирсона проверки гипотез о виде распределения. Критерий Колмогорова об однородности выборок.	3	2	1
2.	Модуль 2 Элементы теории надёжности	8	4	4
2.1.	Основные понятия теории надёжности (Надёжность, безотказность, ремонтпригодность, наработка до отказа)	1	1	
2.2.	Единичные показатели надёжности (Вероятность безотказной работы. Средняя наработка до отказа. Интенсивность отказов)	1	1	
2.3.	Модели надёжности. (Экспоненциальная модель надёжности. Модель надёжности Рэля, Модель надёжности Вейбулла)	2	2	
2.4.	Расчет надёжности при основном соединении элементов в системе	2		2
2.5.	Расчет надёжности резервированных систем	2		2
	Итоговая аттестация	2		
	Всего	36	20	14

Руководитель дополнительной образовательной программы _____

подпись

Каширина И.Л.
ФИО

III. Рабочая программа

1. Цели курса: подготовить слушателей к использованию аппарата теории вероятностей и математической статистики для создания и анализа математических моделей применительно к задачам, связанным с надежностью технических систем; использованию методов математической статистики для обработки статистических данных.
2. Задачи курса:
 - ознакомление слушателей с основными концепциями теории вероятностей и прикладной статистики;
 - раскрытие роли вероятностно-статистического инструментария в прикладных исследованиях;
 - изучение основных понятий вероятностного анализа, таких как случайные события и вероятности их осуществления, случайные величины и распределения;
 - изучение основ статистического описания данных, постановок и методов решения фундаментальных задач математической статистики, таких как задача доверительного оценивания, задача проверки гипотез;
 - изучение основ теории надежности.
3. Компетенции обучающегося, совершенствуемые в результате освоения дисциплины (модуля):
 - способность владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных, осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования технических систем;
 - способность использовать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации;
 - способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования;
 - способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов.

Модуль 1 Теоретические основы теории вероятностей и математической статистики (26 часов)

Тема 1.1. Случайные события и вероятность. (3 часа)

Содержание темы: Теоретико-вероятностные модели реальных процессов и явлений, их применение при решении прикладных задач. Основные понятия теории вероятностей. Задачи на непосредственный подсчет вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Повторные независимые испытания по схеме Бернулли.

Тема 1.2. Случайные величины. Понятие функции распределения, ряда распределения дискретной случайной величины и функции плотности непрерывной случайной величины. (3 часа)

Содержание темы: Случайная величина. Дискретные и непрерывные случайные величины. Функция распределения, ряд распределения. Плотность вероятности и ее свойства.

Тема 1.3. Законы распределения некоторых дискретных случайных величин (Биномиальный закон, закон Пуассона) (3 часа)

Содержание темы: Изучение теории и решение задач на законы распределения вероятностей для дискретной случайной величины: биномиальное распределение, распределение Пуассона.

Тема 1.4. Законы распределения некоторых непрерывных случайных величин (Гаусса, Стьюдента, Экспоненциальное, Вейбулла). (3 часа)

Содержание темы: Изучение теории и решение задач на законы распределения вероятностей для непрерывной случайной величины: нормальный, показательный Стьюдента, Вейбулла.

Тема 1.5. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент корреляции. (4 часа)

Содержание темы: Изучение теории и решение задач на определение числовых характеристик дискретной и непрерывной случайной величины.

Тема 1.6. Основные понятия и задачи математической статистики. Генеральная совокупность, выборка. Основы выборочного метода. Точечные оценки. (3 часа)

Содержание темы: Случайная выборка и генеральная совокупность. Функция распределения выборки. Эмпирическая функция распределения и гистограмма.

Выборочные характеристики: средние величины, показатели вариации.

Выборочные моменты. Основы выборочного метода. Понятие оценки параметров. Точечные оценки и их свойства

Тема 1.7. Понятие интервального оценивания. Доверительные и толерантные интервалы. Доверительная вероятность и предельная ошибка выборки. (4 часа)

Содержание темы: Построение доверительных интервалов для неизвестных параметров распределений.

Тема 1.8. Проверка статистических гипотез. Критерий Пирсона проверки гипотез о виде распределения. Критерий Колмогорова об однородности выборок. (3 часа)

Содержание темы: Общая схема проверки статистических гипотез. Проверка статистических гипотез о виде распределения и однородности выборок.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)	Кол-во часов
1.5	Решение задач математической статистики с помощью специализированных программных средств. Обработка первичной статистической совокупности, создание группированного статистического ряда, построение полигона и гистограммы, построение эмпирической функции распределения.	1
1.6	Решение задач на определение числовых характеристик статистического распределения с помощью специализированных программных средств.: математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение, коэффициент корреляции.	1
1.7	Решение задач на построение доверительных интервалов по экспериментальным данным с помощью специализированных программных средств.	1
1.8	Решение задач на нахождение закона распределения по опытным данным, проверка принадлежности выборки к генеральной совокупности с помощью специализированных программных средств.	1

Модуль 2 Элементы теории надёжности (8 часов)

Тема 2.1. Основные понятия теории надежности (Надежность, безотказность, ремонтпригодность, наработка до отказа) (1 час)

Содержание темы: Изучение основных понятий теории надежности.

Тема 2.2. Единичные показатели надежности (Вероятность безотказной работы. Средняя наработка до отказа. Интенсивность отказов) (1 час)

Содержание темы: Изучение теории по основным показателям надежности.

Тема 2.3. Модели надежности. (Экспоненциальная модель надежности. Модель надежности Рэлея, Модель надежности Вейбулла) (2 часа)

Содержание темы: Изучение теории по основным моделям надежности.

Тема 2.4. Расчет надежности при основном соединении элементов в системе (2 часа)

Содержание темы: Изучение теории и решение задач на расчет надежности при основном (последовательном) соединении элементов..

Тема 2.5. Расчет надежности резервированных систем (2 часа)

Содержание темы: Классификация методов резервирования систем, ненагруженное («холодное») и облегченное («теплое»), резервирование, мажоритарное резервирование

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	Кол-во часов
2.4	Оценка показателей надёжности по статистической информации об отказах при эксплуатации и испытаниях	2

4. Методические рекомендации и пособия по реализации учебной программы

В ходе *лекционных* занятий должны раскрываться основные понятия и термины, закономерности и принципы рассматриваемой темы. Лекционный материал должен быть направлен на овладение слушателями системой базовых знаний в области теории вероятностей, математическая статистика и основ теории надёжности.

Проведение *практических и лабораторных* занятий заключается в такой организации процесса обучения, при которой вырабатываются и закрепляются практические навыки. До начала проведения лабораторных практикумов преподаватель обязан разработать методические указания, обеспечить места занятий. Подготовка преподавателя к проведению практического занятия осуществляется с учетом собственного уровня профессионально-методической и специальной подготовленности, состояния учебной группы и ее мотивированности на получение знаний, а также наличия и разнообразия технических средств обучения.

Рекомендуется организовать обучение по курсу в течение не более 2-х месяцев.

5. Использование элементов дистанционного обучения

Итоговое тестирование обучающихся будет проводиться на Образовательном портале "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru/>)

6. Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2011. – 479 с.

- Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. — 573 с.
2. Свешников, А.А. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 446 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5711
 3. Печинкин А.В., Цветкова Г.М. и др. Теория вероятностей / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. Учеб. для вузов. - 3-е изд., испр. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. - 456 с.
 4. Острейковский В.А. Теория надежности : учебник для вузов / В.А. Острейковский. — 2-е изд., испр.. — Москва: Высшая школа, 2008. — 463 с.
 5. Каштанов В.А. Теория надежности сложных систем : учебное пособие для вузов / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. — 2-е изд., перераб.. — Москва: Физматлит, 2010. — 608 с.

IV. Кадровое обеспечение дополнительной образовательной программы

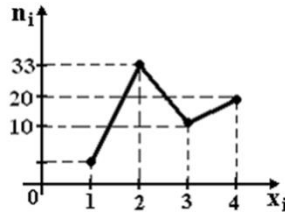
№ п/п	Дисциплины (модули)	Характеристика педагогических работников							
		фамилия, имя, отчество, должность по штатному расписанию	Какое образовательное учреждение окончил, специальность (направление подготовки)	Ученая степень, ученое (почетное) звание, квалификац ионная категория	стаж педагогический (научно-педагогической работы)			Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности
					всего	в т.ч. педагогической работы			
						всего	в т.ч. по указанной дисциплине		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Модуль 1, 2	Каширина Ирина Леонидовна, профессор	Воронежский государственный университет, прикладная математика	Д.т. н.	24	24	15	Воронежский государствен- ный университет	основная работа

V. Оценка качества освоения программы (формы аттестации, оценочные и методический материалы)

Контрольные задания

Пример теста

- Совокупность наблюдений, отобранных случайным образом из генеральной совокупности, называется
 - 1) *Репрезентативной*
 - 2) *Вариантой*
 - 3) *Выборкой*
 - 4) *Частотой*
 - 5) *Сплошным обследованием*
 - 6) *Частостью*
- Из генеральной совокупности извлечена выборка объема $n = 70$, полигон частот которой имеет вид



Тогда число вариант $x_i = 1$ в выборке равно ...

- 1) 8
 - 2) 7
 - 3) 70
 - 4) 6
- Объем выборки 1, 2, 2, 2, 3, 3, 4, 4, 6 равен ...
 - Мода вариационного ряда, полученного по выборке 1, 2, 2, 2, 3, 4, 4, 6 равна ...
 - Размах вариационного ряда, полученного по выборке 1, 2, 2, 2, 3, 4, 4, 6 равен ...
- Дан вариационный ряд

варианта	1	5	7	9
частота	4	7	3	1

Накопленная частота варианты $x_3 = 7$ равна ...

- Дан вариационный ряд

варианта	1	5	7	9
частота	5	7	10	3

Медиана этого ряда равна ...

- Значение величины $\overline{x - \bar{x}}$ равно ...
- Два случайных события А и В зависимы:
 - 1) если наступление одного из них не влияет на вероятность наступления другого;
 - 2) если событие А происходит, но при этом событие В не происходит;
 - 3) если наступает событие А, то происходит событие В.
- Вероятность одновременного наступления двух случайных независимых событий А и В вычисляется по формуле:
 - 1) $P(A \cdot B) = P(A) + P(B) - P(AB)$;
 - 2) $P(A+B) = P(A) + P(B)$;
 - 3) $P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B)$
 - 4) $P(A+B) = P(A) \cdot P(B)$
- Что понимается под потоком отказов:
 - 1) число отказов в интервале времени Δt ;

- 2) предел отношения вероятности отказа в интервале времени к продолжительности этого интервала при $\Delta t \rightarrow 0$;
- 3) число отказов за продолжительное время работы t .

Критерии оценки результатов теста

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы не менее чем на 10 заданий;
- оценка «хорошо» выставляется, если даны правильные ответы на 8-9 заданий,
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если даны правильные ответы на 6-7 заданий.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если даны правильные ответы на четыре и менее заданий.

VI. Составители программы

Каширина Ирина Леонидовна, доктор технических наук, профессор кафедры математических методов исследования операций.