



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова



**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ»

Направление подготовки: 15.06.01 Машиностроение (*уровень подготовки кадров высшей квалификации*)

Направленность: Управление качеством продукции. Стандартизация.

Организация производства

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Королёв
2022

Автор: к.т.н. , доцент Воейко О.А. Рабочая программа дисциплины: Статистические методы в управлении качеством.— Королёв МО: «Технологический университет», 2022 – 35 с.

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Озерский М. Д.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС) по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, направленность: Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета (протокол протокол №8 от 29.03 2022 года).

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры управления качеством и стандартизации протокол № 8 от 18.03.2022 г.)

Рабочая программа согласована :

Руководитель ОПОП



Костылев А.Г. к.т.н. ,

Рабочая программа рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании Научно-технического совета (протокол НТС протокол №1 от 28.03.2022г.)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП

Целью дисциплины является:

- изучение аспирантами научных методов планирования и проведения испытаний продукции и оценки достоверности результатов испытаний, основываясь на статистических критериях;
- подготовка аспирантов к самостоятельной постановке и осмысленному решению теоретических и практических задач управления качеством на всех стадиях и этапах создания и эксплуатации продукции машиностроения;
- развитие творческой самостоятельности аспирантов.

В процессе изучения дисциплины аспирант приобретает и совершенствует следующие компетенции:

общефессиональные компетенции (ОПК):

- способностью формировать и аргументировано представлять научные гипотезы (ОПК-3);
- способностью проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения (ОПК-4);
- способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5)

профессиональные компетенции (ПК):

- способностью разрабатывать методики и программы испытаний продукции машиностроения (ПК-2);
- способностью применять известные и разрабатывать новые методы исследования для управления качеством продукции машиностроения на всех стадиях и этапах ее жизненного цикла (ПК-3).

Задачи дисциплины состоят в изучении:

- теоретических основ математической статистики и в понимании роли того, что математическая статистика является научной базой управления качеством;
- основных статистических законов и методов статистического анализа, а также критериев принятия решений, применяемых при управлении качеством;
- компьютерных программ, используемых при обосновании

эффективных решений и наиболее рациональных методов обеспечения и управления качеством продукции.

После завершения освоения данной дисциплины магистр должен:

Знать:

- теоретические основы в области менеджмента качества и обеспечения конкурентоспособности создаваемой продукции;
- методологию разработки и внедрения принципов качества в соответствии с рекомендациями международных стандартов серии ИСО 9000: 2000 и документа ИСО 10017;
- принципы и современную практику инновационного менеджмента в области качества и формирования перспективных требований к создаваемой продукции.

Уметь:

- самостоятельно формулировать задачи управления качеством в сферах производства, оказания услуг или совершенствования организационной структуры, требующие решения с применением статистических методов;
- выбирать стратегию и тактику создания инновационной продукции, опираясь на методологию статистического исследования;
- использовать методы теории вероятностей и математической статистики при анализе технологических процессов;
- включать элементы статистических методов управления качеством продукции во все инструкции по выполнению рабочих процессов и процедур;
- проводить анализ и принимать решения по совершенствованию процессов на основе статистических данных.

Владеть:

- теоретическими основами в области статистических методов контроля и управления;
- методологией разработки и внедрения элементов контроля и управления качеством на основе рекомендаций международного документа ИСО 10017;
- современными методами контроля качества продукции на различных этапах ее жизненного цикла;
- основными статистическими методами, применяемыми при принятии решений в процессе управления качеством продукции.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВПО

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки аспирантов по направлению подготовки **15.06.01** Машиностроение.

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах по направлению подготовки магистров **27.04.02** Управление качеством.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми:

- при изучении дисциплин, направленных на подготовку к преподавательской деятельности;
- при изучении дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена;
- для освоения программы аспирантуры Блока 2 «Практики»;
- для освоения программы аспирантуры Блока 3 «Научные исследования»;
- при подготовке к Государственной итоговой аттестации аспиранта.

3. Объем модуля дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов
Общая трудоемкость	108
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	
Аудиторные занятия	18
Лекции (Л)	8
Практические занятия (ПЗ)	10
Семинарские занятия (СЗ)	
Лабораторные работы (ЛР)	
Самостоятельная работа	90
Вид итогового контроля	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очное/ заочное	Практические занятия, час	Код комп.
Тема 1. Основы проверки статистических гипотез. Статистические критерии Z и t	2/2	4/4	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3
Тема 2. Однофакторный дисперсионный анализ	2/2	3/3	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3
Тема 3. Критерий χ^2	4/4	3/3	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3
Итого:	8/8	10/10	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Основы проверки статистических гипотез. Статистические критерии Z и t

Критерии согласия. Нулевая и альтернативная гипотезы. Ошибки 1-го и 2-го рода α и β . Риски, возникающие при проверке гипотез. Использование Z -критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при известном стандартном отклонении. Применение Z -критерия для проверки гипотезы о доле признака в генеральной совокупности. Использование Z -критерия для оценки разности между двумя долями признака. Использование t -критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при неизвестном стандартном отклонении. Проверка гипотез для оценки свойств двух генеральных совокупностей. Критерии оценки свойств двух зависимых генеральных совокупностей.

Тема 2. Однофакторный дисперсионный анализ. F -критерий

Использование F -критерия для оценки разностей между несколькими математическими ожиданиями. Межгрупповая вариация. Внутригрупповая вариация. Критическая область дисперсионного анализа при проверке гипотезы H_0 . Сводная таблица дисперсионного анализа. Процедуры Excel, используемые в дисперсионном анализе.

Тема 3. Критерий χ^2

Применение χ^2 - критерия для проверки гипотезы о равенстве двух долей.
Применение χ^2 -критерия для проверки гипотезы о равенстве нескольких долей.
Ранговый критерий Уилкоксона. Ранговый критерий Краскала-Уоллиса.
Критерий χ^2 для дисперсий.
Процедуры Excel, используемые для проверки гипотез.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)».
2. «Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ».
3. Учебные модули, задачи, упражнения и презентации по 1 - 3 темам курса. – ФТА, 2014.
4. Глоссарий по управлению качеством, стандартизации, метрологии. – КИУЭС, 2010.

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

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине «Статистические методы управления качеством» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Теория вероятностей / А. В. Ганичева ; Ганичева А.В. - Москва : Лань, 2017. - ISBN 978-5-8114-2380-4.
URL: <https://e.lanbook.com/book/91078>
2. Статистика / А. М. Годин ; А.М. Годин. - 11-е изд., перераб. и испр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 412 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02183-1.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452543>

3 Кайнова, В. Н. Статистические методы в управлении качеством [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кайнова В. Н., Зимина Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 152 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3664-4.
URL: <https://e.lanbook.com/book/121465>.

4. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством [Электронный ресурс] : учебник / Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Темасова Г. Н. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 144 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3666-8.
URL: <https://e.lanbook.com/book/122150>

Дополнительная литература:

1. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие с использованием пакета MathCad: Учебное пособие / Ойстрековский В. А. - Москва: ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 208 с. - ISBN 978-5-905554-96-4
URL: <http://znanium.com/go.php?id=508241>
2. Управление качеством технологических процессов: коллективная монография/ [Асташева Н.П., Жидкова Е.А. и др.] - МГОТУ, Издательство «Научный консультант», 2015.- 186с.
3. Статистика: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / [Мхитарян В.С., Дуброва В.Г. и др.]; под. ред. Мхитаряна В.С..- 13-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2014.-304с
4. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие с использованием пакета MathCad: Учебное пособие / Ойстрековский В. А. - Москва; ООО "КУРС": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 208 с.
5. Строителев В.Н. Основы проверки гипотез. Учебный модуль. ФТА, 2014 - 194с.
6. Строителев В.Н. Дисперсионный анализ. Учебный модуль. «МГОТУ», 2015 - 22 с.
7. Строителев В.Н. Критерий ХИ – квадрат. Учебный модуль. «МГОТУ», 2015 - 46 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-ресурсы:

1. <https://e.lanbook.com>
2. <http://biblioclub.ru>
3. <http://znanium.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для аспирантов, по освоению дисциплины, приведены в Приложении 2.

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

Перечень программного обеспечения: *MSOffice*,

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ».
2. Информационно-справочная система «Консультант +».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами (операционная система не ниже Windows XP, офисные программы MSOffice 7);
 - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
 - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами.

Приложение 1

ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ АСПИРАНТОВ,
ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ»**

Направление подготовки: 15.06.01 *Машиностроение*
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

**Направленность: «Управление качеством. Стандартизация.
Организация производства»**

Форма обучения: очная

**Королев
2022 г.**

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в
процессе освоения образовательной программы**

№ п/п	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисциплины, обеспечивающий	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:
----------	----------------------------	---	---	--

			формирование компетенции (или ее части)	Знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6	7
1	ОПК-3	Способность формировать и аргументировано представлять научные гипотезы	Тема 1. Z-критерий. t-критерий Тема 2. Использование F-критерия Тема 3. Применение χ^2 -критерия	Сферы применения Z-критерия и t-критерия Сферы применения F-критерия Сферы применения χ^2 -критерия	Оценить эффективность и возможность применения каждого из критериев	Навыками оценки результативности каждого из критериев
2	ОПК-4	Способность проявлять инициативу в области научных исследований, в том числе в ситуациях технического и экономического риска, с осознанием меры ответственности за принимаемые решения	Тема 1. Z-критерий. t-критерий Тема 2. Использование F-критерия Тема 3. Применение χ^2 -критерия	Сферы применения Z-критерия и t-критерия Сферы применения F-критерия Сферы применения χ^2 -критерия	Оценить эффективность и возможность применения каждого из критериев	Навыками оценки результативности каждого из критериев
3	ОПК-5	Способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	Тема 1. Z-критерий. t-критерий Тема 2. Использование F-критерия Тема 3. Применение χ^2 -критерия	Сферы применения Z-критерия и t-критерия Сферы применения F-критерия Сферы применения χ^2 -критерия	Оценить эффективность и возможность применения каждого из критериев	Навыками оценки результативности каждого из критериев
4	ПК-2	Способность разрабатывать методики и программы испытаний продукции машиностроения	Тема 1. Z-критерий. t-критерий Тема 2. Использование F-критерия Тема 3. Применение χ^2 -критерия	Сферы применения Z-критерия и t-критерия Сферы применения F-критерия Сферы применения χ^2 -критерия	Оценить эффективность и возможность применения каждого из критериев	Навыками оценки результативности каждого из критериев
5	ПК-3	Способность применять известные и	Тема 1. Z-критерий. t-критерий	Сферы применения Z-критерия и		

	разрабатывать новые методы исследования для управления качеством продукции машиностроения на всех стадиях и этапах ее жизненного цикла	Тема 2. Использование F -критерия Тема 3. Применение χ^2 -критерия	t -критерия Сферы применения F -критерия Сферы применения χ^2 -критерия	Оценить эффективность и возможность применения каждого из критериев	Навыками оценки результативности каждого из критериев
--	--	--	--	---	---

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

КОД КОМПЕТЕНЦИИ	ИНСТРУМЕНТЫ, ОЦЕНИВАЮЩИЕ СФОРМИРОВАННОСТЬ КОМПЕТЕНЦИИ	ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ
ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3	Доклад в форме презентации	А) полностью сформирована 5 баллов В) частично сформирована 3-4 балла С) не сформирована 2 балла	Проводится устно с использованием мультимедийных средств Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1. Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной презентации (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). Максимальная сумма 5 баллов.
ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5;	Решение задач	А) полностью и правильно решены задачи 3 балла 5 баллов В) частично решены задачи 2 балла 3-4 балла	Проводится в письменной форме Критерии оценки: 1. Методология решения задач правильная (1 балл). 2. Владение информацией и способность правильно отвечать на вопросы аудитории (1 балл).

ПК-2;		С) не решены 2 задачи 2 балла	3. Отсутствие ошибок вычислений (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов.
ПК-3			

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика докладов

1. Статистические методы – научная основа управления качеством.
2. Области применения статистических критериев.
3. Статистические и физические критерии.
4. Статистические ошибки и погрешности.
5. В чем заключается универсальность нормального распределения.
6. Ошибки 1-го и 2-го рода.
7. Показатели результатов статистических оценок.
8. Модульные образовательные технологии.
9. Балльно-рейтинговый подход к оценке качества образовательного процесса.

Примерные задачи, решаемые аспирантами в процессе освоения образовательной программы

Задача № 1. Для 2-х столбцов таблицы N предложите вариант, сравниваемых между собой бизнес процессов, и по одному из статистических критериев (*обоснуйте какому*) оцените возможности либо принятия, либо отклонения гипотезы H_0 .

Таблица N

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}
- 0.557	0.727	1.426	0.742	3.297	5.734	4.890	6.040	5.225	1.364
-3.054	1.406	-0.018	4.799	5.167	4.860	5.639	3.755	4.390	3.736
1.213	0.848	2.210	3.393	2.757	5.883	4.552	5.059	5.343	2.221
-0.045	0.954	2.896	3.173	4.280	5.609	3.527	7.300	2.708	10.273
-0.085	0.544	0.8326	3.043	3.158	3.610	2.932	1.521	4.774	4.892

-1.148	3.657	1.860	1.980	4.328	3.798	3.371	5.141	2.443	2.443
-1.458	1.184	2.027	3.235	4.697	2.468	5.912	5.587	2.758	4.980
0.466	3.432	1.788	2.584	4.268	6.103	4.120	8.413	3.651	0.585
-0.392	-2.147	1.344	1.584	3.804	5.391	3.935	3.288	5.756	7.047
1.153	1.053	3.768	4.457	3.115	4.918	6.361	2.229	1.982	1.582

1. Сколько различных вариантов может быть выбрано для проведения парного сравнения бизнес процессов, используя статистические данные, приведенные в таблице?

2. Посмотрев на приведенные в таблице числа, определите, прежде всего, какие виды параметров они в наибольшей степени характеризуют? Эти числа могут характеризовать либо действительные (измеренные) значения показателей качества продукции, либо отклонения действительных значений от их номинальных (установленных или планируемых) значений.

Пример решения одного из вариантов задания приведен ниже.

Объясните полученные результаты.

Вариант R1 и R2

$T_{кр} = (78; 132)$

Sample	Value	Rank	<i>Wilcoxon Rank Sum Test</i>	
R1	-3.054	1	Выборка из 1 ГС	
R2	-2.147	2	Размер выборки	10
R1	-1.458	3	Сумма рангов	75
R1	-1.148	4		
R1	-0.557	5	Выборка из 2 ГС	
R1	-0.392	6	Размер выборки	10
R1	-0.085	7	Сумма рангов	135
R1	-0.045	8	<i>Промежуточные вычисления</i> <i>Intermediate Calculations</i>	
R1	0.466	9		
R2	0.544	10	Total Sample Size <i>n</i>	20
R2	0.727	11	T1 Test Statistic	75
R2	0.848	12	T1 Mean	105
R2	0.954	13	Standard Error of T1 (отклонение)	13.229

R2	1.053	14	Z Test Statistic	-2.268
R1	1.153	15		
R2	1.184	16	<i>Two-Tail Test</i>	
R1	1.213	17	Lower Critical Value	-1.96
R2	1.406	18	Upper Critical Value	1.96
R2	3.432	19	p-Value	0.023
R2	3.657	20	Reject the null hypothesis	

Задача № 2. Высота H «прыгучести» теннисных мячей была экспериментально определена путем сброса 150 мячей с установленной высоты и измерена величина отскока с точностью до 5 см.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица

Градации («карман») высот, ΔH	1,45 - 1,50	1,50 - 1,55	1,55 - 1,60	1,60 - 1,65	1,65 - 1,70	1,70 - 1,75	1,75 - 1,80	1,80 - 1,85	1,85 - 1,90
Число мячей, попавших в «карман» высот	2	7	21	31	34	30	18	6	1

Требуется:

- 1) определить среднее значение и среднеквадратическое отклонение высоты отскока мячей поставщика μ ;
- 2) построить гистограмму распределений;
- 3) проверить согласованность статистического распределения теоретическому нормальному закону с параметрами статистического.

Задача № 3. Многие потребители лекарственных препаратов считают, что на рынке появляется много некачественных лекарств. Наряду с этим, многие лоббисты, для повышения прибыли фармацевтических компаний, стремятся упростить процесс контроля качества продаваемых лекарств. Нулевая гипотеза заключается в том, что новое лекарство признается опасным, а альтернативная гипотеза состоит в том, что оно совершенно безопасно.

1. Объясните, в чем заключается риск, возникающий при ошибках 1- и 2-го рода.

2. Какого типа ошибки стремятся избежать потребители? Обоснуйте свой ответ.

3. Какого типа ошибки стремятся избежать промышленные лоббисты? Обоснуйте свой ответ.

4. Как уменьшить вероятности ошибок 1- и 2-го рода?

Задача № 4. Студенты и преподаватели не довольны расписанием занятий, поэтому Учебный отдел (УО) вуза решил учесть время, необходимое для перехода из одной аудитории в другую. Методист УО полагает, что 20 мин. перерыва между занятиями вполне достаточно. Сформулируйте нулевую и альтернативную гипотезы.

$$(H_0: \mu = 20 \quad H_1: \mu \neq 20)$$

Задача № 5. Менеджер местного отделения крупного банка полагает, что за последние годы средняя сумма, которую вкладчики ежедневно извлекают из банкомата, не превышает 600000 руб. Сформулируйте нулевую и альтернативную гипотезы.

Задача № 6. Предположим, что уровень значимости двустороннего критерия равен **0,05**. Какой вывод можно сделать, если $Z = +2,21$?

Задача № 7. Предположим, что уровень значимости двустороннего критерия равен **0,10**. Какое решающее правило следует сформулировать для отклонения гипотезы о том, что математическое ожидание генеральной совокупности равно **500**?

Задача № 8. Предположим, что уровень значимости двустороннего критерия равен **0,01**. Какое решающее правило следует сформулировать для отклонения гипотезы о том, что математическое ожидание генеральной совокупности равно **125**? $(Z = \pm 2,58)$

Задача № 9. Чему равно значение p в двустороннем критерии, если $Z = + 2,00$? $(0,0455 = 1 - 0,9545)$

Задача № 10. Чему равно значение p в двустороннем критерии, если $Z = -1,38$? $(0,1676 = 1 - 0,8324)$

Задача № 11. Чему равно **верхнее** критическое значение Z -статистики, положенной в основу одностороннего критерия с уровнем значимости, равным **0,01**? $(2,33)$

Задача № 12. Какое статистическое решение следует принять, если в предыдущей задаче вычисленное значение Z -статистики равно **2,39**?

Задача № 13. Чему равно **нижнее** критическое значение Z -статистики, положенной в основу одностороннего критерия с уровнем значимости, равным **0,01**? $(- 2,33)$

Задача № 14. Какое статистическое решение следует принять, если в предыдущей задаче вычисленное значение Z -статистики равно - 1,15?

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Зачет	ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3	Ответ на два вопроса и задача.	Зачет проводится в устной форме путем ответа на вопросы и решение задачи, а также ответы на дополнительные вопросы преподавателя. Время, отводимое на процедуру, не более 0,25 часа	Результаты процедуры оформляются в день проведения зачета	<p>Критерии оценки:</p> <p>«ЗАЧТЕНО»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание основных понятий и теоретических основ дисциплины; - работа на практических занятиях; <p>задача решена.</p> <p>«НЕ ЗАЧТЕНО»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знания по темам дисциплины и ответы на дополнительные вопросы не убедительны; - неумение использовать и применять теоретические основы для управления качеством реальных бизнес процессов; <p>задача не решена;</p> <ul style="list-style-type: none"> - действенная работа на практических занятиях не велась

**Типовые вопросы, выносимые на зачет
по курсу
«Статистические методы в управлении качеством»**

1. Критерии согласия.

2. Нулевая и альтернативная гипотезы.
3. Ошибки 1-го и 2-го рода α и β . Риски, возникающие при проверке гипотез.
4. Использование **Z**-критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при известном стандартном отклонении.
5. Применение **Z**-критерия для проверки гипотезы о доле признака в генеральной совокупности.
6. Использование **Z**-критерия для оценки разности между двумя долями признака.
7. Использование **t**-критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при неизвестном стандартном отклонении.
8. Проверка гипотез для оценки свойств двух генеральных совокупностей.
9. Критерии оценки свойств двух зависимых генеральных совокупностей.
10. Использование **F**-критерия для оценки разностей между несколькими математическими ожиданиями.
11. Межгрупповая вариация.
12. Внутригрупповая вариация.
13. Критическая область дисперсионного анализа при проверке гипотезы H_0 .
14. Сводная таблица дисперсионного анализа.
15. Процедуры **Excel**, используемые в дисперсионном анализе.
16. Применение χ^2 -критерия для проверки гипотезы о равенстве двух долей.
17. Применение χ^2 -критерия для проверки гипотезы о равенстве нескольких долей.
18. Ранговый критерий Уилкоксона.
19. Ранговый критерий Краскала-Уоллиса.
20. Критерий χ^2 для дисперсий.
21. Процедуры **Excel**, используемые для проверки гипотез.

Примерные задачи выносимые на зачет

Задача № 1. Предположим, что односторонний критерий отклоняет гипотезу, только если вычисленное значение статистики попадает в область, ограниченную **правым хвостом**. Вычисленное значение **Z**-статистики равно **+2,00**. Чему равно **p** - значение. (0,0227)

Задача № 2. Какое статистическое решение следует принять, если в предыдущей задаче уровень значимости равен **0,05**?

Задача № 3. Предположим, что односторонний критерий отклоняет гипотезу, только если вычисленное значение статистики попадает в область, ограниченную **правым хвостом**. Вычисленное значение **Z**-статистики равно **-1,38**. Чему равно **p** - значение? (0,0838)

Методические указания для аспирантов по освоению дисциплины

**ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И
ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ»**

**Направление подготовки: 15.06.01 *Машиностроение*
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)**

**Направленность: «Управление качеством. Стандартизация.
Организация производства»**

Форма обучения: очная

**Королев
2022**

1. Общие положения

Целью дисциплины является:

- изучение теоретических основ и методов статистического анализа и получение аспирантами углубленных знаний в области методов математической статистики, которые используются при обосновании и принятии решений во всех областях целенаправленной деятельности человека, в том числе и в управлении качеством;
- подготовка аспирантов к самостоятельной постановке и осмысленному решению теоретических и практических задач управления качеством на всех стадиях и этапах создания и эксплуатации продукции;
- развитие творческой самостоятельности аспирантов.

Задачи дисциплины состоят в изучении:

- основных статистических законов и методов статистического анализа, используемых при управлении качеством;
- требований нормативной документации, содержащей комплекс методов статистического контроля и управления качеством продукции;
- методов обработки статистической информации с применением универсальных и специализированных пакетов прикладных программ;
- путей и способов реализации тактико-технических характеристик, используемой по целевому назначению продукции.

2. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. Общие положения

Основные теоретические положения учебной дисциплины излагаются преподавателем на лекциях. Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях в виде 2-часовых занятий в течение одного семестра. Проводятся классические лекции с использованием электронных презентаций. Практические занятия посвящены закреплению материала, полученного аспирантами на лекциях и решению практических задач как самостоятельно, так и под руководством преподавателя.

Обучение включает следующие формы проведения занятий.

Аудиторная деятельность:

- интерактивное выступление;
- интерактивная методика «работа в малых группах»;
- интерактивная методика «мозговой штурм»;

интерактивная методика «обсуждение дискуссионной проблемы».

Внеаудиторная деятельность:

текущие консультации;
усвоение содержания лекций на базе рекомендованной литературы, включая информационные образовательные ресурсы;
работа с учебными пособиями;
подготовка к практическим занятиям выполнение домашних заданий.

Средства обеспечения дисциплины

При изучении дисциплины используются:

- электронные лекции (презентации);
- практические примеры.

В ходе изучения дисциплины предусмотрено решение контрольных задач и выполнение домашних заданий по темам изучаемого материала.

Изучение курса завершается зачетом, который включает проверку теоретических знаний аспиранта.

Обязательным условием допуска аспиранта к зачету является выполнение домашних и контрольных работ.

2.2. Методические рекомендации для изучения дисциплины

Оптимальный подход к изучению материала курса заключается в следующем.

Взаимодействуя с другими дисциплинами курса «Статистические методы управления качеством» как единая научно-учебная дисциплина преследует цель создания необходимых предпосылок и условий для профессиональной подготовки аспиранта и совершенствования его знаний.

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр.

Основные теоретические положения дисциплины излагаются преподавателем на лекции. Однако главный упор делается на привитие обучаемым практических навыков по анализу и умению планировать и организовать проведение теоретических и экспериментальных исследований. Одними из главных методов изучения дисциплины являются проведение практических занятий и самоподготовка аспирантов по изучению учебных тем.

При изучении каждой темы следует:

- внимательно прочитать текст лекции (раздела);
- разобрать приведенные в лекции практические примеры;
- ответить на контрольные вопросы теоретического характера;
- решить практические задания, добиваясь совпадения с приведенными ответами.

Изучение каждой темы завершается самостоятельным решением соответствующих задач, представленных в части 2 Учебных тем дисциплины.

3. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1

Вид практического занятия: *обсуждение вопросов по Теме 1*

Тема и содержание практического занятия:

Роль и место статистической гипотезы как научного подхода к изучению свойств генеральных совокупностей по результатам выборочных исследований.

Содержание семинара базируется на материале темы 1.

Цель практического занятия: Понять и усвоить аспирантами, что статистическая гипотеза может относиться к свершенным результатам или предсказывать предстоящие возможные последствия динамически развивающихся процессов.

Продолжительность занятия – 2 ч.

Практическое занятие 2

Вид практического занятия: *решение типовых задач по Теме 1*

Тема и содержание практического занятия:

Основы проверки статистических гипотез.

Статистические критерии Z и t .

Продолжительность занятия – 2 ч.

Типовые задачи, выносимые для решения и обсуждения на практическое занятие 2

Задача 1. Исследования, проведенные в последние годы, по оценке перспектив развития экономики страны, в частности, показывают, что оптимальное соотношение лиц с высшим образованием технической и гуманитарной направленности должно находиться в соотношении 60% к 40% соответственно.

В ходе опроса 878 юношей и девушек, планирующих в 2015 году поступить в вузы, 495 представителей из опрошенной молодежи выбрали техническую направленность.

Необходимо сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы и оценить также соблюдается ли оптимальное соотношение для поступающих на технические и гуманитарные специальности.

Задача 2. Для оценки качества усвоения материала по Закону о техническом регулировании разработан тест. В соответствии с условиями этого теста студенту предлагается ответить на 10 вопросов. За каждый правильный ответ студент получает один балл, а за неправильный ответ – ноль баллов. Для оценки качества усвоения положений Закона о техническом

регулировании, из группы случайным образом выбраны 10 студентов и с ними проведено три этапа тестирования:

* 1-й или начальный этап проводится после самостоятельного изучения студентами положений Закона;

* 2-й этап проводится после групповой консультации, на которой разбираются общие для всей группы недостатки 1-го этапа тестирования;

* 3-й этап проводится после индивидуальной консультации, на которой разбираются конкретные ошибки, допущенные каждым студентом.

Результаты 3-х этапов тестирования одной и той же группы студентов приведены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что количество баллов, набираемых одной и той же группой студентов, возрастает с увеличением номера тестирования. Однако возникает вопрос: существенен ли достигаемый успех в уровне подготовки студентов?

Таблица

Измерения результатов тестирования

Сумма баллов			
Порядковый номер студента	Начальные результаты тестирования	Результаты тестирования после групповой консультации	Результаты тестирования после индивидуальной консультации
I	3	5	5
II	4	4	5
III	3	5	4
IV	5	6	5
V	4	7	8
VI	8	6	8
VII	4	5	5
VIII	3	5	6
IX	5	6	6
X	4	5	6
Итого	43	54	58

Задача 3. Предположим, вы — менеджер туристической компании, которой принадлежат два отеля: **Восток** и **Запад**. На вопрос «Планируете ли вы вернуться в наш отель снова?» 163 из 227 постояльцев отеля **Восток** ответили: «Да», в то же время на этот вопрос ответили «Да» 154 из 262 постояльцев отеля **Запад**. Можно ли утверждать, что при уровне значимости, равном 0,05, между степенью удовлетворенности постояльцев обоих отелей

(вероятностью, что в следующем сезоне они вернутся в отель) значимой разницы нет?

Задача 4. Предположим, что в выборке, состоящей из 400 элементов, 88 оказались бракованными.

1. Какова доля бракованных элементов в выборке?

2. Если нулевая гипотеза в этой задаче заключается в том, что генеральная совокупность должна содержать 20% бракованных элементов, чему равна Z -статистика, положенная в основу критерия?

Задача 5. Компания, торгующая кондиционерами, поместила рекламу о новом виде продукции, поступившей в продажу, в периодической печати и на телевизионном рекламном ролике. Ранее было установлено, что эффективность данных видов рекламы характеризуется процентом покупателей, делающих покупки по рекламе, соответственно равным 5% и 9% для каждого вида рекламы. Для оценки справедливости ранее установленных результатов было опрошено 124 покупателя по первому виду рекламы и 197 - по второму виду. В результате опроса установлено, что из 124 потенциальных покупателей кондиционеров по рекламе периодической печати, покупку сделали только 7 человек. Эффективность телевизионной рекламы кондиционеров составила - из 197 покупателей покупку сделали 9 человек.

1. Можно ли утверждать, что процент покупателей кондиционеров по рекламе периодической печати стал более 5%, если уровень значимости равен 0,05? ($Z = 0,307$; *Не отклоняется*)

2. Можно ли утверждать, что процент покупателей кондиционеров по телевизионной рекламе стал более 9%, если уровень значимости равен 0,05? (*Отклоняется, т.к. $Z = -2,158$*)

Задача 6. Из первой генеральной совокупности, стандартное отклонение которой равно $\sigma_1 = 20$, извлечена выборка, имеющая объем $n_1 = 40$, а из второй генеральной совокупности, стандартное отклонение которой равно $\sigma_2 = 10$, извлечена, независимая от первой, выборка, имеющая объем $n_2 = 50$.

1. Чему равна Z -статистика, используемая в критерии для проверки гипотезы о равенстве математических ожиданий двух генеральных совокупностей, если $\bar{X}_1 = 72$, а $\bar{X}_2 = 66$? ($Z=1,73$)

2. Выполняются ли условия для принятия нулевой гипотезы $H_0 : \mu_1 = \mu_2$, если для ее проверки применяется двусторонний критерий с уровнем значимости $\alpha = 0,05$?

3. Определите p -значение при проверке гипотезе $H_0 : \mu_1 = \mu_2$. ($0,084$)

Задача 7. Предположим, имеются две независимые выборки. Объем первой выборки равен $n_1 = 8$, выборочное среднее равно $\bar{X}_1 = 42$, а выборочное стандартное отклонение — $S_1 = 4$. Объем второй выборки равен $n_2 = 15$, выборочное среднее равно $\bar{X}_2 = 34$, а выборочное стандартное отклонение — $S_2 = 5$.

1. Чему равно значение t -статистики, зависящей от суммарной дисперсии, при проверке гипотезы о равенстве математических ожиданий двух генеральных совокупностей, из которых извлечены эти выборки? (3,8959)

2. Сколько степеней свободы имеет эта статистика? (21)

3. Чему равно критическое значение одностороннего критерия с уровнем значимости $\alpha = 0,01$ при проверке гипотез $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$ и $H_0 : \mu_1 > \mu_2$? (2,51)

* Какой статистический вывод следует сделать?

Практическое занятие 3

Вид практического занятия: *решение типовых задач по Теме 2*

Тема и содержание практического занятия:

Однофакторный дисперсионный анализ. F -критерий.

Продолжительность занятия – 3 ч.

Типовые задачи, выносимые для решения и обсуждения на практическое занятие 3

Задача 1. Необходимо оценить качество продукции от семи поставщиков. На испытания отобрано по семь единиц продукции от каждого поставщика.

Сколько степеней свободы существует при определении межгрупповой вариации?

1. Сколько степеней свободы существует при определении внутригрупповой вариации?

2. Сколько степеней свободы существует при определении полной вариации?

Задача 2. Предположим, что в задаче 1 имеем: $V_{\text{МГ}} = 125$, $V_{\Sigma} = 310$.

1. Чему равна величина $V_{\text{ВГ}}$?

2. Чему равна величина $D_{\text{МГ}}$?

3. Чему равна величина $D_{\text{ВГ}}$?

4. Чему равна F -статистика?

Задача 3. По данным приведенным в таблице оцените точность 4-х стрелков. Каждому из стрелков было предложено провести 10 серий выстрелов по мишени, по 5-ь выстрелов в каждой серии.

1-ый стрелок	2-ой стрелок	3-ий стрелок	4-ый стрелок
34	32	33	26
30	42	34	18
40	34	32	20
38	36	40	15
36	32	40	20
30	40	34	20
30	36	36	17
42	43	34	18
36	30	32	19
38	38	34	20

1. Существует ли статистически значимая разница между точностью стрелков, если уровень значимости равен 0,05?

2. Какие стрелки более точны?

Задача 4. Для качества растительного масла, поставляемого 4-я поставщиками, проводится лабораторный анализ на определение жирных кислот в предлагаемой продукции.

Результаты выборочного контроля продукции представлены в таблице.

Поставщик 1	Поставщик 2	Поставщик 3	Поставщик 4
3,2	2,6	4,9	3,9
4,6	4,2	4,7	3,5
3,8	2,1	3,9	2,9
5,1	4,7	4,8	4,1
2,9	4,3	3,9	3,9

Проведите анализ и сделайте выводы по результатам выборочного контроля качества.

Задача 5. Результаты измерений качества продукции от 1, 2,.., 8 поставщика

Поставщики продукции и результаты измерений							
1	2	3	4	5	6	7	8
10	8,04	6	9,14	7,71	7,46	8	6,58
9,4	9,96	7,24	8,1	4,26	8,84	4	5,76

5,5	5,68	6	4,74	5,56	5,73	8,41	7,71
8	6,95	6,13	8,14	6,89	6,77	4,67	8,84
9,45	8,81	6,89	8,77	5,68	7,24	7,43	8,47
12	10,84	8	9,13	6,95	8,15	8,8	7,04
4,98	4,26	9,43	3,1	7,91	5,39	8	5,25
7	4,82	6,08	7,26	7,2	6,42	11	12,5
11	8,33	8,66	9,26	7,71	7,81	7,11	5,56
5,9	7,58	7,2	8,74	6,77	12,74	5,7	7,91

Самостоятельно сформулируйте задачу и решите ее.

Практическое занятие 4

Вид практического занятия: *решение типовых задач по Теме 3*

Тема и содержание практического занятия:

Критерий χ^2 .

Продолжительность занятия – 3 ч.

Типовые задачи, выносимые для решения и обсуждения на практическое занятие 4

Задача 1. Данные по эффективности четырех курсов лечения представлены в таблице. Обследовано 40 845 пациентов.

	Курс лечения				
Исход	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>Г</i>	Всего
Неблагоприятный	714	785	754	820	3 073
Благоприятный	9 630	9 543	9 042	9 557	37 772
Всего	10 344	10 328	9 796	10 377	40 845

1. Существует ли значительная разница между долями неблагоприятных исходов каждого из четырех курсов лечения, если уровень значимости равен 0,05?

Задача 2. По результатам выборочных исследований требуется определить, изменилось ли число пассажиров, пользующихся автобусными перевозками по маршруту № 15, до и после введения расписания движения автобусов.

Если у нас нет оснований считать, что выборки извлечены из нормально распределенных генеральных совокупностей, можно применить ранговый критерий Уилкоксона.

Чтобы оценить разность между медианами числа пассажиров, необходимо предположить, что обе генеральные совокупности являются одинаково распределенными и различаются лишь медианами.

Поскольку нам неизвестно, какая из медиан окажется больше, нулевую и альтернативную гипотезы следует сформулировать следующим образом:

$$H_0: M_1 = M_2$$

$$H_1: M_1 \neq M_2$$

Предположим, что учет числа пассажиров проводился в течение 10 дней до и после введения расписания.

Для того чтобы применить ранговый критерий Уилкоксона, необходимо вычислить ранги для выборок, состоящих из $n_1 = 10$ и $n_2 = 10$. Данные о перевозках пассажиров и вычисленные ранги приведены в таблице.

Вычисление рангов по числу пассажиров

Число пассажиров до введения расписания (тыс. чел.) $n_1=10$	Объединенные ранги	Число пассажиров после введения расписания (тыс. чел.) $n_2=10$	Объединенные ранги
22	1,0	52	5,5
34	3,0	71	14,0
52	5,5	76	15,0
62	10,0	54	7,0
30	2,0	67	13,0
40	4,0	83	17,0
64	11,0	66	12,0
84	18,5	90	20,0
56	8,0	77	16,0
59	9,0	84	18,5

Решите задачу и поясните результаты.

4. Указания по проведению самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа подразумевает подготовку аспирантов к лекционным и практическим занятиям, на основании материалов лекций и рекомендованных программой учебников и учебных пособий.

Самостоятельная работа аспиранта может осуществляться дома или в читальных залах библиотек, индивидуально или корпоративно с использованием возможностей консультаций у преподавателей кафедры УКС.

Основными требованиями к выполнению контрольной самостоятельной работы (КСР) являются:

- целевая направленность;
- четкость построения;
- логическая последовательность изложения материала;
- глубина исследования и полнота освещения материала;
- убедительность аргументаций;
- краткость и точность формулировок;
- конкретное изложение результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций;
- оформление, соответствующее требованиям стандартов.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы
1	Тема 1. Основы проверки статистических гипотез	<i>Самостоятельное изучение материала темы 1.</i> <i>Подготовка доклада по темам:</i> 1. Статистические методы – научная основа управления качеством. 2. Области применения статистических критериев. 3. Статистические и физические критерии. 4. Статистические ошибки и погрешности. 5. В чем заключается универсальность нормального распределения. 6. Ошибки 1-го и 2-го рода. 7. Показатели результатов статистических оценок.
2	Тема 1. Статистические критерии Z и t	<i>Самостоятельное изучение материала темы 1.</i> <i>Решение типовых задач по теме 1(см. Задача № 1- Задача № 17)</i>
3	Тема 2. Однофакторный дисперсионный анализ	<i>Решение типовых задач по теме 2(см. Задача № 1- Задача № 17)</i>
4	Тема 3. Критерий χ^2	<i>Решение типовых задач по теме 3(см. Задача № 1- Задача № 17)</i>

5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Для текущего контроля успеваемости используются опросы и оценка заданий, выполненных на практических занятиях.

Аттестация по дисциплине – зачет.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Критерии согласия.
2. Нулевая и альтернативная гипотезы.
3. Ошибки 1-го и 2-го рода α и β .
4. Риски, возникающие при проверке гипотез.
5. Использование **Z**-критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при известном стандартном отклонении.
6. Применение **Z**-критерия для проверки гипотезы о доле признака в генеральной совокупности.
7. Использование **Z**-критерия для оценки разности между двумя долями признака.
8. Использование **t**-критерия для проверки гипотезы о математическом ожидании при неизвестном стандартном отклонении.
9. Проверка гипотез для оценки свойств двух генеральных совокупностей.
10. Критерии оценки свойств двух зависимых генеральных совокупностей.
11. Использование **F**-критерия для оценки разностей между несколькими математическими ожиданиями.
12. Межгрупповая вариация.
13. Внутригрупповая вариация.
14. Критическая область дисперсионного анализа при проверке гипотезы **H₀**.
15. Сводная таблица дисперсионного анализа.
16. Процедуры **Excel**, используемые в дисперсионном анализе.
17. Применение χ^2 -критерия для проверки гипотезы о равенстве двух долей.
18. Применение χ^2 -критерия для проверки гипотезы о равенстве нескольких долей.
19. Ранговый критерий Уилкоксона. Ранговый критерий Краскала-Уоллиса
20. Критерий χ^2 для дисперсий.
21. **Процедуры Excel, используемые для проверки гипотез.**

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Теория вероятностей / А. В. Ганичева ; Ганичева А.В. - Москва : Лань, 2017. - ISBN 978-5-8114-2380-4.
URL: <https://e.lanbook.com/book/91078>
2. Статистика / А. М. Годин ; А.М. Годин. - 11-е изд., перераб. и испр. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 412 с. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02183-1.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452543>
3. Кайнова, В. Н. Статистические методы в управлении качеством [Электронный ресурс] : учебное пособие / Кайнова В. Н., Зимина Е. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 152 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3664-4.
URL: <https://e.lanbook.com/book/121465>.
4. Леонов, О. А. Статистические методы в управлении качеством [Электронный ресурс] : учебник / Леонов О. А., Шкаруба Н. Ж., Темасова Г. Н. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 144 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-3666-8.
URL: <https://e.lanbook.com/book/122150>

Дополнительная литература:

8. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие с использованием пакета MathCad: Учебное пособие / Ойстрековский В. А. - Москва: ООО "КУРС" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 208 с. - ISBN 978-5-905554-96-4
URL: <http://znanium.com/go.php?id=508241>
9. Управление качеством технологических процессов: коллективная монография/ [Асташева Н.П., Жидкова Е.А. и др.] - МГОТУ, Издательство «Научный консультант», 2015.- 186с.
10. Статистика: учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования / [Мхитарян В.С., Дуброва В.Г. и др.]; под. ред. Мхитаряна В.С.- 13-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2014.-304с
11. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Учебное пособие с использованием пакета MathCad: Учебное пособие / Ойстрековский В. А. - Москва; ООО "КУРС": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 208 с.
12. Строителев В.Н. Основы проверки гипотез. Учебный модуль. ФТА, 2014 - 194с.

13. Строителей В.Н. Дисперсионный анализ. Учебный модуль. «МГОТУ», 2015 - 22 с.
14. Строителей В.Н. Критерий Хи – квадрат. Учебный модуль. «МГОТУ», 2015 - 46 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <https://e.lanbook.com>
2. <http://biblioclub.ru>
3. <http://znanium.com>

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

Перечень программного обеспечения: MSOffice, PowerPoint.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ»
2. Консультант +