

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
естествознания и стандартизации

 И.Ю. Мезин

«26» сентября 2017 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТОДИКА ПОЛЕВОГО ОПЫТА

Направление подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

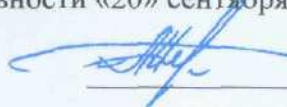
Институт	Естествознания и стандартизации
Кафедра	Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом МОиН РФ от 21.03.2016 №246.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности «20» сентября 2017 г., протокол №2.

Зав. кафедрой

  
А.Ю. Перятинский

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «25» сентября 2017 г., протокол №1.


Председатель

  
И.Ю. Мезин





Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ПЭБЖД, к.т.н.

  
Н.Н. Старостина

Рецензент:  
Менеджер лаборатории  
контроля атмосферы ПАО «ММК»

  
Е.В. Птицын

### Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	Раздел 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения	Корректировка РПД в соответствии с макетом (Распоряжение №10-39/75 от 21.09.2018 «О формировании и актуализации образовательных программ»)	25.10.2018 г. протокол №3	
	Раздел 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)			
	Раздел 7 Основные средства для проведения промежуточной аттестации			
2	Раздел 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	В соответствии с требованиями ФГОС обновлен и дополнен перечень программного обеспечения	30.09.2019г. протокол №2	
	Раздел 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины	Актуализирована информация в соответствии с учебным планом направления и разделом ФГОС ВО «Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы»	30.09.2019г. протокол №2	
3	Раздел 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	01.09.2020г. протокол №1	

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Методика полевого опыта» является вооружить обучающихся знаниями, необходимыми для проведения научно-исследовательских экспериментов, систематизации информации по теме исследования и анализа полученных результатов исследования. А также построения прогнозов развития на основании полученных исследований.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Методика полевого опыта» входит в базовую часть и является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.02.02).

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения экономических, математических и естественнонаучных, а также профессиональных учебных курсов: «Математика», «Физика», «Теория риска и катастроф», «Информатика». Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при итоговой государственной аттестации.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Методика полевого опыта» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-15 способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации</b>	
Знать	<i>Нормативные документы и методики необходимые для измерения уровней опасности и методики составления прогнозов</i>
Уметь	<i>Приобретать знания в области исследовательских работ, измерять уровни опасностей в среде обитания и составлять прогнозы возможного развития ситуации</i>
Владеть	<i>Практическими навыками использования нормативных документов. Способами оценивания значимости полученной информации. Навыками обобщения результатов.</i>
<b>ПК-20 способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные</b>	
Знать	<i>Основные этапы проведения эксперимента, классификацию задач эксперимента, параметры оптимизации</i>
Уметь	<i>Планировать и принимать участие в экспериментах и обрабатывать полученные данные</i>
Владеть	<i>Навыками планирования, проведения экспериментов и обработки полученных результатов.</i>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 73 академических часов;
  - аудиторная – 72 академических часов;
  - внеаудиторная – 1 академический час
- самостоятельная работа – 71 академический час;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Понятие о планировании эксперимента</b>	7							ПК-15 зув
1.1 Классификация экспериментов	7	0,5			3	Подготовка к лекции.	Устный опрос	ПК-15 зув
1.2 Математическая модель объекта исследования	7	0,5			3	Подготовка к лекции.	Устный опрос	ПК-15 зув
1.3 Основные этапы проведения экспериментальных исследований	7	0,5		4,5/4,5И	3	Подготовка к практической работе «Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки»	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-15 зув
1.4 Классификация задач эксперимента	7	0,5			3	Подготовка к лекции.	Устный опрос	ПК-15 зув
1.5 Параметры оптимизации	7	0,5		4,5/4,5И	3	Подготовка к лекции. Подготовка к практической работе «Параметры оптимизации	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-15 зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						и требования к ним»		
1.6 Факторы оптимизации	7	0,5			3	Подготовка к лекции.	Устный опрос	ПК-15 зув
Итого по разделу		3		9/9И	18			
<b>2. Измерение физических величин</b>	<b>7</b>					Подготовка к лекции Написание реферата	Устный опрос Защита реферата	ПК-15 зув
2.1 Физические измерения		0,5		3/3И	3	Подготовка к лекции Подготовка к выполнению практической работы «Физические величины и их измерение»	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-15 зув
2.2 Основные понятия теории измерений		0,5		3/3И	3	Подготовка к лекции Подготовка к коллоквиуму «Изучение Федерального Закона РФ –ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	Устный опрос Работа на коллоквиуме	ПК-15 зув
2.3 Методы измерений		0,5			3	Подготовка к лекции	Устный опрос	ПК-15 зув
2.4 Погрешности измерений		0,5			3	Подготовка к лекции	Устный опрос	ПК-15 зув
2.5 Математическая модель формирования результата и погрешности измерения		0,5		3/3И	3	Подготовка к лекции Подготовка к практическим занятиям «Измерение физической величины. Математическая обработка результатов измерений»		ПК-15 зув
2.6 Правила и формы представления		0,5			3	Подготовка к лекции	Устный опрос	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
результатов измерений								
Итого по разделу	7	3		9/9И	18			
<b>3. Элементы математической статистики</b>	7							
3.1 Случайные величины и их характеристики	7	0,5		3/2И	3	Подготовка к лекции Подготовка к практической работе «Характеристики дискретной случайной величины и их свойства».	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-20 зув
3.2 Законы распределения случайных величин	7	1		3	3	Подготовка к лекции Решение задач	Устный опрос Решение задач	ПК-20 зув
3.3 Выборка и ее характеристики	7	1			3	Подготовка к лекции	Устный опрос	ПК-20 зув
3.4 Проверка статистических гипотез	7	0,5		3/2И	3	Подготовка к лекции Подготовка к практической работе «Проверка статистических гипотез».	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-20 зув
Итого по разделу	7	3		9/4И	12			
<b>4. Элементы дисперсионного анализа</b>	7							
4.1 Общие сведения	7	1,5		4,5	3	Подготовка к лекции Подготовка к практической работе «Нахождение числовых характеристик дискретных слу-	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-20 зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						чайных величин».		
4.2 Пример применения однофакторного дисперсионного анализа	7	1,5		4,5	3	Подготовка к лекции Подготовка к выполнению практической работы «Проверка однородности дисперсий и расчет дисперсии воспроизводимости»	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-20 зув
Итого по разделу	7	3		9	6			
<b>5. Корреляционный и регрессионный анализ</b>	7							
5.1 Понятие о статистической и корреляционной связи	7	0,5			2	Подготовка к лекции	Устный опрос	ПК-20 зув
5.2 Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализа	7	0,5		4,5	2	Подготовка к лекции Подготовка к деловой игре «Условия применения и задачи корреляционно-регрессионного анализ»	Устный опрос Участие в деловой игре	ПК-20 зув
5.3 Парная линейная корреляция	7	1		4,5	2	Подготовка к лекции Подготовка к практической работе «Корреляционный анализ»		
5.4 Статистическое изучение корреляционной связи	7	1			2	Подготовка к лекции	Устный опрос	



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
Итого по разделу		3		9	8			
<b>6. Многофакторные эксперименты</b>	7							
6.1 Полный факторный эксперимент	7	1		4,5	3	Подготовка к лекции. Подготовка к практической работе «Матрица планирования эксперимента»	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-15 зув
6.2. Дробный факторный эксперимент	7	1		4,5	3	Подготовка к лекции. Подготовка к практической работе «Дробный факторный эксперимент»	Устный опрос Выполнение практической работы	ПК-15 зув
6.3. Пример применения планов первого порядка	7	1			3	Подготовка к лекции	Устный опрос	ПК-15 зув
Итого по разделу		3		9	9			
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>18</b>		<b>54/22И</b>	<b>71</b>		<b>Зачет</b>	

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Методика полевого опыта» используются традиционная, игровая и интерактивная технологии.

Традиционная технология представлена лекционными занятиями в традиционной форме, а также лабораторными работами.

Игровая технология представлена в форме деловых игр.

Интерактивная технология представлена в форме занятий-бесед и занятий-дискуссий.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### **Вопросы для подготовки к практическим занятиям**

#### ***Практическая работа «Выбор факторов, уровней их варьирования и нулевой точки»***

- 1 Что называется фактором?
- 2 В каком случае фактор считается заданным?
- 3 Что носит название уровней факторов?
- 4 В чем выражается значение факторов при планировании эксперимента?
- 5 Что понимается под интервалом варьирования фактора?
- 6 Какие требования учитываются при выборе факторов?
- 7 Как выбираются и кодируются интервалы варьирования факторов?
- 8 Что учитывается при выборе интервалов варьирования?
- 9 К чему приводит увеличение или уменьшение интервалов варьирования?

#### ***Практическая работа «Параметры оптимизации и требования к ним»***

- 1 Что понимается под параметром оптимизации?
- 2 Что называется областью определения параметра оптимизации?
- 3 Какими могут быть области определения параметра оптимизации?
- 4 В каких случаях возможна количественная оценка параметра оптимизации и в чем она заключается?
- 5 Какие требования учитываются при выборе параметров оптимизации?
- 6 Что понимается под однозначностью параметра оптимизации в статистическом смысле?
- 7 Объясните требование к параметру оптимизации об эффективности оценивания функционирования системы.
- 8 Что подразумевается под универсальностью и полнотой параметра оптимизации?
- 9 Что означает физический смысл параметра оптимизации?

#### ***Практическая работа «Физические величины и их измерение»***

1. Что называется физической величиной (ФВ), привести примеры физических величин.
2. Что является важным отличительным признаком измеряемых ФВ?
3. Какие характеристики имеют ФВ?
4. Как можно качественно различить измеряемую ФВ?
5. Что является количественной характеристикой измеряемой ФВ?
6. Что значит найти значение ФВ?

#### ***Практическая работа «Измерение физической величины. Математическая обработка результатов измерений»***

1. Что такое измерение?
2. Классификация измерений по видам и методам.
3. Приведите классификацию средств измерений.
4. Что называется метрологическими характеристиками средств измерений?
5. Что понимается под классом точности средств измерений?
6. Как обозначается класс точности измерительных приборов?
7. Приведите последовательность обработки экспериментальных данных.
8. Что такое «промахи» и грубые погрешности?
9. Каков порядок исключения грубых погрешностей?
10. Что такое систематическая погрешность?
11. Как можно исключить систематические погрешности (до начала измерения, в процессе измерения)?
12. Какие методы измерений применяют при оценке качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции?

***Практическая работа «Характеристики дискретной случайной величины и их свойства».***

**Задача 1.** Подбрасываются две симметричные монеты, подсчитывается число гербов на обеих верхних сторонах монет. Рассматривается дискретная случайная величина  $XX$  - число выпадений гербов на обеих монетах. Записать закон распределения случайной величины  $XX$ , найти ее математическое ожидание.

**Задача 2.** Два баскетболиста делают по три броска в корзину. Вероятность попадания для первого баскетболиста равна 0,6, для второго – 0,7. Пусть  $XX$  - разность между числом удачных бросков первого и второго баскетболистов. Найти ряд распределения, моду и функцию распределения случайной величины  $XX$ . Построить многоугольник распределения и график функции распределения. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение. Найти вероятность события  $(-2 < X \leq 1)$ .

**Задача 3.** Число иногородних судов, прибывающих ежедневно под погрузку в определенный порт – случайная величина  $XX$ , заданная так:

0 1 2 3 4 5

0,1 0,2 0,4 0,1 0,1 0,1

А) убедитесь, что задан ряд распределения,

Б) найдите функцию распределения случайной величины  $XX$ ,

В) если в заданный день прибывает больше трех судов, то порт берет на себя ответственность за издержки вследствие необходимости нанимать дополнительных водителей и грузчиков. Чему равна вероятность того, что порт понесет дополнительные расходы?

Г) найдите математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины  $XX$ .

**Задача 4.** Бросают 4 игральные кости. Найти математическое ожидание суммы числа очков, которые выпадут на всех гранях.

**Задача 5.** Двое поочередно бросают монету до первого появления герба. Игрок, у которого выпал герб, получает от другого игрока 1 рубль. Найти математическое ожидание выигрыша каждого игрока.

***Практическая работа «Проверка статистических гипотез».***

**Задача 1.** На основании выборочных наблюдений производительности труда 20 работниц было установлено, что среднее квадратическое отклонение суточной выработки составляет 15 м ткани в час. Предполагая, что производительность труда работницы имеет нормальное распределение, на уровне значимости  $\alpha=0,1$  проверить гипотезу о том, что

среднее квадратическое отклонение суточной выработки работниц равно 20 м/ч.

**Задача 2.** Из партии, содержащей 2000 деталей, для проверки по схеме собственно-случайной бесповторной выборки было отобрано 200 деталей, среди которых оказалось 184 стандартных. На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу о том, что доля нестандартных деталей во всей партии равна 12%.

**Задача 3.** При обследовании выработки 1000 рабочих цеха в отчетном году по сравнению с предыдущим по схеме собственно-случайной выборки было отобрано 100 рабочих. Получены следующие данные (см. первые две графы табл. 8.1). На уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить гипотезу о том, что средняя выработка рабочих всего цеха равна 121%.

**Задача 4.** На основании сделанного прогноза средняя дебиторская задолженность однотипных предприятий региона должна составить  $a_0 = 120$  ден. ед. Выборочная проверка 10 предприятий дала среднюю задолженность  $\bar{x} = 135$  ден. ед., а среднее квадратическое отклонение задолженности  $S = 20$  ден. ед. На уровне значимости 0,05: а) выяснить, можно ли принять данный прогноз; б) найти мощность критерия, если в действительности средняя дебиторская задолженность всех предприятий региона равна 130 ден. ед.

**Задача 5.** По условию **примера 5** на уровне значимости  $\alpha$  выяснить, можно ли считать, что станки обладают различной точностью, если имеются 4 токарных станка и отобраны соответственно четыре пробы объемов:  $n_1=15$ ;  $n_2=18$ ;  $n_3=25$ ;  $n_4=32$ , а выборочные дисперсии размеров втулок равны соответственно:  $S_1^2 = 8,5$ ;  $S_2^2 = 6,3$ ;  $S_3^2 = 9,3$ ;  $S_4^2 = 5,8$ .

#### ***Практическая работа «Нахождение числовых характеристик дискретных случайных величин».***

1. Непрерывная случайная величина, функция распределения, свойства функции распределения, график функции распределения, плотность распределения, вероятность попадания непрерывной случайной величины в заданный интервал, свойства плотности распределения, числовые характеристики НСВ.
2. Равномерное распределение вероятностей, числовые характеристики, вероятность попадания в интервал; нормальное распределение вероятностей, числовые характеристики, нормальная кривая, вероятность попадания в интервал; показательное распределение вероятностей, числовые характеристики, вероятность попадания в интервал.

#### ***Практическая работа «Проверка однородности дисперсий и расчет дисперсии воспроизводимости»***

- 1 С какой целью и как проводят оценку ошибки эксперимента?
- 2 Какова цель проверки однородности дисперсий и с помощью каких критериев она осуществляется?
- 3 Что оценивает дисперсия воспроизводимости?

#### ***Практическая работа «Корреляционный анализ»***

Определите силу и направление связи между явлениями (признаками), применив необходимый метод расчета метод (метод квадратов или метод ранговой корреляции).

Задача № 1.

Определите наличие связи, силу и направление ее между уровнем брачной плодовитости женщин и уровнем доходов семьи. Оцените достоверность результатов, сделать выводы.

Группы по душевному среднемесячному доходу (руб.)	Коэффициент брачной плодовитости на 1000 женщин
До 3000	86
3100 -5000	110
5100 - 7000	158
7100 – 9 000	25
9100 – 11000	35
11100-1300	65
13100-1500	142
Свыше 15 000	125

Задача № 2.

При излучении клинического значения определения активности щелочной фосфатазы лейкоцитов (ФАЛ) при остром нарушении коронарного кровообращения получены следующие данные в зависимости от начала приступа. Определить характер и размер связи между активностью щелочной фосфатазы в зависимости от дня начала приступа путём вычисления коэффициента корреляции и оценки его достоверности.

ФАЛ (в условных ед.)	100	125	125	160	200
Дни от начала приступа	1	2	3	4	5

Задача № 3.

Определить характер и силу связи между уровнем молочной кислоты в крови (мг %) и длительностью охлаждения организма (2 часа ежедневно) путём вычисления коэффициента ранговой корреляции и оценки его достоверности.

Дни охлаждения, X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Молочная кислота, мг %, Y	,0	,0	,2	,1	,5	,9	,7	,0	,5	,3

Задача № 4.

При излучении холеры получили следующие данные о летальности в зависимости от возраста. Определить характер и размер связи между возрастом и летальностью при холере путём вычисления коэффициента ранговой корреляции и оценки его достоверности.

Летальность на 100 заболевших	1,4	2,5	3,6	3,6	8,0
Возрастная группа (в годах)	20-29	30-39	40-49	50-59	60 лет и старше

Задача № 5.

При излучении зависимости скрытых периодов реакции (ответов) нейронов мозжечка в м/сек при раздражении зрительного тракта от глубины отведения в мм (опыт на кошках) получены следующие данные. Определить характер и силу между временем ответа и глубиной раздражения путём вычисления коэффициента ранговой корреляции и оценки его достоверности.

Мм	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6	0,4	0,3
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

к	М/се	3,0	3,5	3,0	4,5	5,5	0,6	0,7
---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Задача № 6.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между числом детей в семье и количество пропущенных женщиной рабочих дней по уходу за больным ребёнком. Оцените достоверность полученных результатов.

Число детей в семье	Количество пропущенных рабочих дней (в показателях наглядности)
Нет	100
1	108
2	112
3	128
4	125
5 и более	130

Задача № 7.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между уровнем мертворождаемости и веса ребёнка при рождении. Оценить достоверность полученных данных, сделать выводы.

Вес при рождении (г)	Мёртворождаемость (на 1000 родов)
3000-3499	10,8
3500-3999	10,1
4000-4499	19,2
4500-4999	54,9
5000 и выше	40,0

Задача № 8.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между уровнем мертворождаемости и веса ребёнка при рождении. Оценить достоверность полученных данных, сделать выводы.

Вес при рождении (г)	Мёртворождаемость (на 1000 родов)
До 1500	137,2
1500-1749	86,0
1750-1999	35,6
2000-2249	44,2
2250-2499	18,0
2500-2749	12,0
2750-3000	7,2

Задача № 9.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между удельным весом родов на дому, в сельской местности в зависимости от расстояния до ближайшего лечебно-профилактического учреждения, имеющего родильные койки.

Расстояние до ближайшего ЛПУ (км)	Удельный вес родов на дому (в % к общему числу родов) в данной местности
До 2 км	0,2

2-4	1,0
5-7	4,0
8-10	6,2
11-12	7,5
13-15	9,0
16-18	8,5
19-20	9,3
Свыше 20	11,0

Задача № 10.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между толщиной угольного пласта и уровнем заболеваемости шахтёров гипертонической болезнью. Оцените достоверность полученных результатов, сделайте соответствующие выводы.

№ шахты	Толщина пласта (в м)	Заболеваемость гипертонической болезнью (на 1000 шахтёров)
1	0,6	3,5
2	0,8	4,2
3	1,0	5,6
4	1,2	6,3
5	1,4	7,4
6	1,5	8,9
7	1,6	10,0

Задача № 11.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между значением среднемесячной температуры воздуха в течение года и уровнем заболеваемости инфекциями верхних дыхательных путей по месяцам на 10 000 жителей. Оцените достоверность полученных данных, сделайте выводы.

Месяцы	Среднемесячная температура воздуха, С <sup>0</sup>	Заболеваемость инфекциями верхних дыхательных путей по месяцам (на 10000 жителей)
Январь	-7,1	1,6
Февраль	-7,6	1,23
Март	-5,8	1,14
Апрель	-4,1	1,13
Май	+13	1,12
Июнь	+14,9	1,02
Июль	+18,8	0,91
Август	+15,6	0,82
Сентябрь	+9	1,06
Октябрь	+6	1,22
Ноябрь	-1	1,33

Декабрь	-7,7	1,4
---------	------	-----

Задача № 12.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между стажем работы и частотой понижения слуха. Оцените достоверность полученных результатов, сделайте выводы.

Стаж работы (годы)	Частота понижения слуха (на 100 ткачих)
До 1 года	1,0
1-4	10,0
5-9	25,0
10-14	50,0
15-19	55,0
20-24	70,0
25-29	75,0
30 лет и более	75,0

Задача № 13.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между стоимостью содержания койки в год и мощности больницы (средняя стоимость принята за 100). Оцените достоверность полученных результатов, сделайте выводы.

Число коек в больнице	Стоимость содержания койки в (показатели наглядности) год
50	85
35	87
25	90
15	95
10	115
5	145

Задача № 14.

Определите наличие корреляционной зависимости, силу и направление связи между стажем работы и частотой понижения слуха у котельщиков. Оцените достоверность полученных результатов, сделайте выводы.

Стаж работы (годы)	Число лиц	с нормальным слухом
До 1 года	99,0	
1-4	50,0	
5-9	76,3	
10-14	33,0	
15-19	20,0	
20-24	10,1	
25-29	8,7	
30 и более лет	4,7	

Задача № 15.

Путём вычисления коэффициента ранговой корреляции определить характер и силу связи между возрастом и количеством госпитализированных больных с сердечной недо-



статочностью, оценить достоверность коэффициента корреляции, сделать выводы.

Возрастная группа (в годах)	Число больных с сердечной недостаточностью
До 20 лет	12
20-29	24
30-39	30
40-49	23
50-59	26
60 лет и выше	31

***Практическая работа «Матрица планирования эксперимента»***

- 1 Какой эксперимент называется полным факторным?
- 2 Как называются столбцы и строки в матрице планирования?
- 3 Назначение и построение матриц планирования эксперимента.
- 4 Как можно графически изобразить факторное пространство и план эксперимента при  $k=2$  и  $k=3$ ?
- 5 Приемы определения всех возможных комбинаций уровней факторов.

***Практическая работа «Дробный факторный эксперимент»***

1. В чем сущность планирования эксперимента? Поясните разницу между активным и пассивным экспериментом.
2. Какие задачи решает теория планирования эксперимента?
3. Что такое факторы оптимизации и какие требования к ним предъявляются? Как выбрать уровни варьирования факторов?
4. Какие требования предъявляются к параметрам оптимизации?
5. В чем сущность ДФЭ и какие ММ он позволяет исследовать?
6. Какую область описывает уравнение регрессии, полученное с помощью ДФЭ, и в каких границах его можно использовать?
7. Что такое взаимодействие факторов и сколько их может быть в ДЭФ?
8. В чем сущность и цели стандартизации масштаба факторов?
9. Как составляется и какими свойствами обладает МП ДФЭ?
10. Что такое генератор плана и из каких соображений он выбирается?
11. Что такое контраст плана и что такое обобщающий контраст?
12. Что такое смешанность оценок коэффициентов регрессии и как ее найти?
13. Каков порядок постановки опытов при ДФЭ?
14. Как проверить воспроизводимость опытов?
15. Как рассчитать оценки коэффициентов регрессионного уравнения?
16. Как проверить статистическую значимость оценок коэффициентов регрессии?
17. Как проверить адекватность полученной ММ?
18. Как перейти к исходным физическим переменным?
19. Проведите сравнительный анализ ПФЭ и ДФЭ.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-15 способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации</b>		
Знать	<i>Нормативные документы и методики необходимые для измерения уровней опасности и методики составления прогнозов</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение эксперимента.</li> <li>2. Какие вопросы решает планирование эксперимента?</li> <li>3. Классификация экспериментов.</li> <li>4. Дайте определение математической модели объекта исследования.</li> <li>5. Что называют факторами, областью определения факторов?</li> <li>6. Что называют функцией отклика и поверхностью отклика?</li> <li>7. Виды математических моделей.</li> <li>8. Перечислите этапы проведения экспериментальных исследований.</li> <li>9. Перечислите основные задачи эксперимента.</li> <li>10. Дайте определение параметра оптимизации.</li> <li>11. Перечислите требования, предъявляемые к параметру оптимизации.</li> <li>12. Что называют обобщенным параметром оптимизации?</li> <li>13. Назначение шкалы желательности.</li> <li>14. Изобразите кривую желательности.</li> <li>15. Требования, предъявляемые к факторам.</li> <li>16. Что называют уровнями факторов и интервалом варьирования факторов?</li> <li>17. Какие ограничения необходимо учитывать при выборе интервала варьирования?</li> <li>18. Как зависит количество опытов в эксперименте от числа уровней факторов?</li> <li>19. Дайте определение факторного пространства</li> <li>20. Дайте определение физической величины.</li> <li>21. Перечислите основные типы физических величин. Дайте характеристику каждому типу.</li> <li>22. Перечислите методы измерений. Дайте характеристику каждому методу.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>23. Что называют погрешностью измерений?</p> <p>24. Классификация погрешностей по форме количественного выражения.</p> <p>25. Классификация погрешностей по характеру их поведения во времени.</p> <p>26. Классификация погрешностей по причине возникновения.</p> <p>27. Математическая модель результата измерения.</p> <p>28. Математическая модель погрешности измерения.</p> <p>29. Особенности аддитивной и мультипликативной составляющих погрешности измерения.</p> <p>30. Как правильно должен быть представлен результат измерений?</p> <p>31. Сформулируйте правила округления числовых значений результата измерения.</p> <p>32. Что называют функцией и плотностью распределения случайной величины?</p> <p>33. Дайте определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.</p> <p>34. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.</p> <p>35. Дайте определения генеральной совокупности, выборки.</p> <p>36. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества.</p> <p>37. Интервальная оценка и доверительный интервал.</p> <p>38. Что называют статистической гипотезой? Параметрические и непараметрические гипотезы.</p> <p>39. Почему основную гипотезу называют нулевой?</p> <p>40. Что называют уровнем значимости и областью принятия гипотезы?</p> <p>41. Дайте определение статистического критерия. Что называют мощностью критерия?</p> <p>42. Перечислите этапы проверки гипотезы.</p> <p>43. Что относят к ошибкам первого и второго рода и какова вероятность их совершить?</p> <p>44. Задача, решаемая при проверке гипотезы о законе распределения.</p>
Уметь	Приобретать знания в области исследова-	<b>Задача 1.</b> На пути движения автомашины 4 светофора, каждый из которых запрещает

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>тельских работ, измерять уровни опасностей в среде обитания и составлять прогнозы возможного развития ситуации</p>	<p>ет дальнейшее движение автомашины с вероятностью 0,5. Найти ряд распределения числа светофоров, пройденных машиной до первой остановки. Чему равны математическое ожидание и дисперсия этой случайной величины?</p> <p><b>Задача 2.</b> Охотник стреляет по дичи до первого попадания, но успевает сделать не более четырех выстрелов. Составить закон распределения числа промахов, если вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,7. Найти дисперсию этой случайной величины.</p> <p><b>Задача 3.</b> Стрелок, имея 3 патрона, стреляет в цель до первого попадания. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстрелах соответственно 0,6, 0,5, 0,4. С.В. <math>\xi</math> - число оставшихся патронов. Составить ряд распределения случайной величины, найти математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратичное отклонение с.в., построить функцию распределения с.в., найти <math>P( \xi - m  \leq \sigma P( \xi - m  \leq \sigma)</math>.</p> <p><b>Задача 4.</b> В ящике содержится 7 стандартных и 3 бракованных детали. Вынимают детали последовательно до появления стандартной, не возвращая их обратно. <math>\xi</math> - число извлеченных стандартных, <math>\zeta</math> - число бракованных деталей.</p> <p>Составить закон распределения дискретной случайной величины <math>\xi\zeta</math>, вычислить ее математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, начертить многоугольник распределения и график функции распределения.</p>
Владеть	<p>Практическими навыками использования нормативных документов.</p> <p>Способами оценивания значимости полученной информации.</p> <p>Навыками обобщения результатов.</p>	<p><b>1. О равенстве двух средних</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Для проверки эффективности новой технологии отобраны две группы рабочих: в первой группе численностью <math>n_1=50</math> чел., где применялась <u>новая технология</u>, выборочная средняя выработка составила <math>\bar{x} = 85</math> (изделий), во второй группе численностью <math>n_2=70</math> чел. выборочная средняя — <math>\bar{y} = 78</math> (изделий). Предварительно установлено, что <u>дисперсии</u> выработки в группах равны соответственно <math>\sigma_x^2 = 100</math> и <math>\sigma_y^2 = 74</math>. На уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> выявить влияние новой технологии на среднюю производительность.</p> <p><b>Решение.</b> Проверяемая гипотеза <math>H_0: \bar{x}_0 = \bar{y}_0</math>, т. е. средние выработки рабочих одинаковы по новой и старой технологиям. В качестве конкурирующей гипотезы можно взять</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Н1: <math>\bar{x}_0 &gt; \bar{y}_0</math> или Н2 <math>\bar{x}_0 \neq \bar{y}_0</math> (в данной задаче более естественна гипотеза Н1, так как ее справедливость означает эффективность применения новой технологии). По (5) фактическое значение статистики критерия</p> $t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_1} + \frac{\sigma_y^2}{n_2}}} = \frac{85 - 78}{\sqrt{\frac{100}{50} + \frac{74}{70}}} = 4,00$ <p>При конкурирующей гипотезе Н1 критическое значение статистики находится из условия (6), т. е. <math>\Phi(t_{кр}) = \Phi(1 - 2\alpha) = 1 - 2\alpha = 0,9</math>, откуда по табл. II приложений <math>t_{кр} = t_{0,9} = 1,64</math>, а при конкурирующей гипотезе Н2 — из условия (7), т. е. <math>\Phi(t_{кр}) = 1 - \alpha = 1 - 0,05 = 0,95</math>, откуда по таблице <math>t_{кр} = t_{0,95} = 1,96</math>.</p> <p>Так как фактически наблюдаемое значение <math>t = 4,00</math> больше критического значения <math>t_{кр}</math> (при любой из взятых конкурирующих гипотез), то гипотеза <math>H_0</math> отвергается, т. е. на 5%-ном уровне значимости можно сделать вывод, что новая технология позволяет повысить среднюю выработку рабочих.</p> <p><b>1. Если дисперсии неизвестны но равны</b></p> <p><b>Задача 2.</b> Произведены две выборки урожая пшеницы: при своевременной уборке урожая и уборке с некоторым опозданием. В первом случае при наблюдении 8 участков выборочная средняя урожайность составила 16,2 ц/га, а среднее квадратическое отклонение — 3,2 ц/га; во втором случае при наблюдении 9 участков те же характеристики равнялись соответственно 13,9 ц/га и 2,1 ц/га. На уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> выяснить влияние своевременности уборки урожая на среднее значение урожайности.</p> <p><b>Решение.</b> Проверяемая гипотеза <math>H_0: \bar{x}_0 = \bar{y}_0</math> т. е. средние значения урожайности при своевременной уборке урожая и с некоторым опозданием равны. В качестве альтернативной гипотезы берем гипотезу Н1: <math>\bar{x}_0 &gt; \bar{y}_0</math>, принятие которой означает существенное влияние на урожайность сроков уборки.</p> <p>Фактически наблюдаемое значение статистики критерия по (8)</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$t = \frac{16,2 - 13,9}{\sqrt{\frac{9 \cdot 3,2^2 + 8 \cdot 2,1^2}{8 + 9 - 2} \left( \frac{1}{8} + \frac{1}{9} \right)}} = 1,62.$ <p>Критическое значение статистики для односторонней области определяется при числе степеней свободы <math>k = n_1 + n_2 - 2 = 9 + 8 - 2 = 15</math> из условия <math>\theta(t, k) = 1 - 2\alpha = 1 - 2 \cdot 0,05 = 0,9</math>, откуда по табл. IV приложений <math>t_{0,9,15} = 1,75</math>. Так как <math>t = 1,62 &lt; t_{0,9,15} = 1,75</math>, то гипотеза <math>H_0</math> принимается. Это означает, что имеющиеся выборочные данные на 5%-ном уровне значимости не позволяют считать, что некоторое запаздывание в сроках уборки оказывает существенное влияние на величину урожая. Еще раз подчеркнем, что это не означает безоговорочную верность гипотезы <math>H_0</math>. Вполне возможно, что только незначительный объем выборки позволил принять эту гипотезу, а при увеличении объемов выборки (числа отобранных участков) гипотеза <math>H_0</math> будет отвергнута.</p> <p><b>3. О равенстве долей</b></p> <p><b>Задача 3.</b> Имеются следующие данные об урожайности пшеницы на 8 опытных участках одинакового размера (ц/га): 26,5; 26,2; 35,9; 30,1; 32,3; 29,3; 26,1; 25,0. Есть основание предполагать, что значение урожайности третьего участка <math>x' = 35,9</math> зарегистрировано неверно. Является ли это значение аномальным (резко выделяющимся) на 5%-ном уровне значимости?</p> <p><b>Решение.</b> Исключив значение <math>x' = 35,9</math>, найдем для оставшихся наблюдений <math>\bar{x} = 27,93</math> (ц/га) и <math>S = 2,67</math> (ц/га). Фактически наблюдаемое значение <math>x' = 35,9</math> является аномальным, и его следует отбросить.</p> $t = \frac{\bar{x} - x'}{S} = \frac{35,9 - 27,93}{2,67} = 2,98$ <p>больше табличного, следовательно, значение <math>x' = 35,9</math> является аномальным, и его следует отбросить.</p> <p><b>Задача 4.</b> Контрольную работу по высшей математике по индивидуальным вариантам выполняли студенты двух групп первого курса. В первой группе было предложено 105 задач, из которых верно решено 60, во второй группе из 140 предложенных задач верно решено 69. На уровне значимости 0,02 проверить гипотезу об отсутствии существенных различий в усвоении учебного материала студентами обеих групп.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>Решение.</b> Имеем гипотезу <math>H_0</math>: <math>p_1 = p_2 = p</math>, т. е. доли решенных задач студентами первой и второй групп равны. В качестве альтернативной возьмем гипотезу <math>H_1: p_1 \neq p_2</math>. При справедливости гипотезы <math>H_0</math> наилучшей оценкой <math>p</math> будет в соответствии с</p> $\hat{p} = \frac{m_1 + m_2}{n_1 + n_2} = \frac{60 + 69}{105 + 140} = \frac{129}{245} = 0,527$ <p>(10) Выборочные доли решенных задач для каждой группы <math>W_1 = m_1 / n_1 = 60/105 = 0,571</math> и <math>W_2 = m_2 / n_2 = 69/140 = 0,493</math>. Статистика критерия по (9)</p> $t = \frac{w_1 - w_2}{\sigma_{w_1 - w_2}} = \frac{w_1 - w_2}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{0,571 - 0,493}{\sqrt{0,527(1-0,527)\left(\frac{1}{105} + \frac{1}{140}\right)}} = 1,21$ <p>При конкурирующей гипотезе <math>H_1</math> выбираем критическую двустороннюю область, границы которой определяем из условия (7): <math>\Phi(t_{кр}) = \Phi(t_{1-\alpha}) = 1 - \alpha = 1 - 0,02 = 0,98</math>, откуда по табл. II приложений <math>t_{0,9} = 2,33</math>. Фактическое значение критерия меньше критического, т. е. <math>t &lt; t_{0,9}</math>, следовательно, гипотеза <math>H_0</math> принимается, т. е. полученные данные не противоречат гипотезе об одинаковом уровне усвоения учебного материала студентами обеих групп.</p> <p><b>4. О равенстве долей двух и более совокупностей</b></p> <p><b>Задача 5.</b> По условию примера 4 на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> выяснить, можно ли считать, что различия в усвоении учебного материала студентами четырех групп первого курса существенны. Дополнительные условия: для третьей группы <math>m_3 = 63</math>, <math>n_3 = 125</math>, для четвертой группы <math>m_4 = 105</math>, <math>n_4 = 160</math>.</p> <p><b>Решение.</b> Выдвигаем гипотезу <math>H_0</math>: <math>p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p</math> т. е. доли решенных задач всех групп равны.</p> <p>Вычислим по формуле (12) оценку <math>\hat{p}</math>:</p> $\hat{p} = \frac{60 + 65 + 63 + 105}{105 + 140 + 125 + 160} = 0,553.$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Выборочные доли решенных задач для каждой группы: <math>w_1 = 0,571</math>, <math>w_2 = 0,499</math> (см. пример 4), <math>w_3 = 63/125 = 0,504</math>, <math>w_4 = 105/160 = 0,656</math>.</p> $\chi^2 = \frac{1}{p(1-p)} \sum_{i=1}^n n_i (w_i - p)^2$ <p>Статистика критерия по (11)</p> $\chi^2 = \frac{1}{0,553(1 - 0,553)} [105(0,571 - 0,553)^2 + 140(0,499 - 0,553)^2 + 125(0,504 - 0,553)^2 + 160(0,656 - 0,553)^2] = 9,87.$ <p>По табл. V приложений <math>\chi^2_{кр} = \chi^2_{20,05;3} = 7,82</math>. Так как, <math>\chi^2 &gt; \chi^2_{кр}</math> (<math>9,87 &gt; 7,82</math>), то гипотеза <math>H_0</math> отвергается, т. е. различие в усвоении учебного материала студентами четырех групп значимо или существенно на уровне <math>\alpha = 0,05</math>.</p> <p><b>5. О равенстве дисперсий двух и более совокупностей</b></p> <p><b>Задача 6.</b> На двух <u>токарных станках</u> обрабатываются втулки. Отобраны две пробы: из втулок, сделанных на первом станке, <math>n_1 = 15</math> шт., на втором станке — <math>n_2 = 18</math> шт. По данным этих выборок рассчитаны выборочные дисперсии <math>S_1^2 = 8,5</math> (для первого станка) и <math>S_2^2 = 6,3</math> (для второго станка). Полагая, что размеры втулок подчиняются нормальному закону распределения, на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> выяснить, можно ли считать, что станки обладают различной точностью.</p> <p><b>Решение.</b> Имеем нулевую гипотезу <math>H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2</math>, т. е. дисперсии размера втулок, обрабатываемых на каждом станке, равны. Возьмем в качестве конкурирующей гипотезу <math>H_1: \sigma_1^2 &gt; \sigma_2^2</math> (дисперсия больше для первого станка). Статистика критерия по (13) (в качестве дисперсии <math>S_1^2</math>, стоящей в числителе, берем большую из двух дисперсий — это дает возможность, учитывая свойства F-распределения, в два раза сократить объем его табличных значений):</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$F = \frac{\frac{S_1^2}{n_1 - 1}}{\frac{S_2^2}{n_2 - 1}} = \frac{\frac{15}{14} \cdot 8,5}{\frac{18}{17} \cdot 6,3} = 1,37$ <p>По табл. VI приложений критическое значение F-критерия на уровне значимости <math>\alpha = 0,05</math> при числе степеней свободы <math>k_1 = n_1 - 1 = 14</math> и <math>k_2 = n_2 - 1 = 17</math>, т. е. <math>F &gt; F_{0,05;14;17} = 2,33</math>. Так как <math>F &lt; F_{\alpha;k_1;k_2}</math>, то гипотеза <math>H_0</math> не отвергается, т. е. имеющиеся данные не позволяют считать, что станки обладают различной точностью.</p> <p>Замечание. Если в качестве конкурирующей гипотезы в данной задаче взять гипотезу <math>H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2</math>, то, как уже отмечено выше, следовало взять двустороннюю критическую область и найти <math>F_{1-\alpha/2;k_1;k_2}</math> и <math>F_{\alpha/2;k_1;k_2}</math> соответственно из условий</p> $P(F < F_{1-\alpha/2;k_1;k_2}) = \frac{\alpha}{2} \text{ и } P(F > F_{\alpha/2;k_1;k_2}) = \frac{\alpha}{2}.$ <p>При этом гипотеза <math>H_0</math> отвергается, если полученное <math>F &lt; F_{1-\alpha/2;k_1;k_2}</math> или <math>F &gt; F_{\alpha/2;k_1;k_2}</math>. Однако непосредственно по таблицам F-критерия можно найти лишь правую границу <math>F_{\alpha/2;k_1;k_2}</math> (большую единицы), левую же границу <math>F_{1-\alpha/2;k_1;k_2}</math> (меньшую единицы) находят из соотношения, доказанного для F-критерия:</p> $F_{1-\alpha/2;k_1;k_2} = \frac{1}{F_{\alpha/2;k_2;k_1}}.$ <p>В данном случае при <math>\alpha = 0,05</math> в задаче следовало найти</p> $F_{0,025;14;17} \text{ и } F_{0,975;14;17} = \frac{1}{F_{0,025;17;14}}.$ <p>На практике обычно используется таблица значений F-критерия (см. табл. VI приложений), в кото-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>рой приведены значения <math>F_{0,05;k_1;k_2}</math> и <math>F_{0,01;k_1;k_2}</math>. Это позволяет осуществлять проверку <math>H_0</math> на 5%-ном и 1%-ном уровнях значимости при использовании односторонней критической области, и на 10%-ном и 2%-ном уровнях значимости при двусторонней критической области.</p> <p><b>Задача 7.</b> По условию <b>примера 5</b> на уровне значимости <math>\alpha</math> выяснить, можно ли считать, что станки обладают различной точностью, если имеются 4 токарных станка и отобраны соответственно четыре пробы объемов: <math>n_1=15</math>; <math>n_2=18</math>; <math>n_3=25</math>; <math>n_4=32</math>, а выборочные дисперсии размеров втулок равны соответственно: <math>S_1^2 = 8,5</math>; <math>S_2^2 = 6,3</math>; <math>S_3^2 = 9,3</math>; <math>S_4^2 = 5,8</math>.</p> <p><b>Решение.</b> Имеем нулевую гипотезу <math>H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma^2</math> или <math>\sigma_i^2 = \sigma^2</math>, (<math>i = 1, 2, 3, 4</math>). По формуле (14) найдем исправленные выборочные дисперсии размеров втулок:</p> $\hat{s}_1^2 = \frac{15}{14} \cdot 8,5 = 9,11; \quad \hat{s}_2^2 = \frac{18}{17} \cdot 6,3 = 6,67;$ $\hat{s}_3^2 = \frac{25}{24} \cdot 9,3 = 9,69; \quad \hat{s}_4^2 = \frac{32}{31} \cdot 5,8 = 5,99,$ <p>а затем, по формуле (15) – оценку средней арифметической дисперсии</p> $\hat{s}^2 = \frac{15 \cdot 8,5 + 18 \cdot 6,3 + 25 \cdot 9,3 + 32 \cdot 5,8}{15 + 18 + 25 + 32 - 4} = \frac{659}{86} = 7,66$ <p>Статистика критерия по формуле (13) равна</p> $\chi^2 = \frac{14 \ln(7,66/9,11) + 17 \ln(7,66/6,67) + 24 \ln(7,66/9,69) + 31 \ln(7,66/5,99)}{1 + \frac{1}{3 \cdot 3} \left( \frac{1}{14} + \frac{1}{17} + \frac{1}{24} + \frac{1}{31} - \frac{1}{76} \right)} = 1,87.$ <p>По таблице V приложений <math>\chi_{20,05;3} = 7,82</math>. Так как <math>\chi^2 &lt; \chi_{20,05;3}</math> (<math>1,87 &lt; 7,82</math>), то гипотеза <math>H_0</math>: не отвергается, т. е. имеющиеся данные не позволяют считать, что рассматриваемые станки обладают различной точностью.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-20 способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные</b>		
Знать	<i>Основные этапы проведения эксперимента, классификацию задач эксперимента, параметры оптимизации</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль критерия Пирсона при проверке гипотезы о законе распределения.</li> <li>2. Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез?</li> <li>3. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки.</li> <li>4. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез.</li> <li>5. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе.</li> <li>6. Дайте характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии.</li> <li>7. Чем обусловлена вариация групповых средних вокруг общего среднего?</li> <li>8. Какая параметрическая гипотеза принимается в качестве нулевой при дисперсионном анализе? Порядок проверки этой гипотезы.</li> <li>9. . Что называют дисперсионным отношением?</li> <li>10. . Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе? Перечислите его числовые характеристики.</li> <li>11. Дайте определение статистической и функциональной связи.</li> <li>12. Что называют корреляционной связью?</li> <li>13. Перечислите причины возникновения корреляционной связи между признаками.</li> <li>14. . Какие задачи решает корреляционно-регрессионный анализ?</li> <li>15. В чем заключается суть метода наименьших квадратов?</li> <li>16. Практическое значение парной линейной корреляции.</li> <li>17. Что называют уравнением регрессии?</li> <li>18. Дайте определение коэффициента корреляции.</li> <li>19. Перечислите основные этапы изучения корреляционной зависимости. Какие задачи решаются на каждом этапе?</li> <li>20. Как зависит число опытов от вида принимаемой математической модели?</li> <li>21. Чем можно объяснить широкое распространение полиномиальных моделей?</li> <li>22. Дайте определение полного факторного эксперимента.</li> <li>23. Что характеризуют <math>\beta</math>-коэффициенты?</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>24. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.</p> <p>25. Что называют кодированием факторов? Зачем его проводят?</p> <p>26. Геометрическое представление планов типа <math>2^k</math>.</p> <p>27. . Свойства матрицы планирования полного факторного эксперимента.</p> <p>28. Что называют рандомизацией опытов? Зачем ее проводят?</p> <p>29. Какие опыты называют параллельными?</p> <p>30. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов?</p> <p>31. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента?</p> <p>32. . Как оценить ошибку эксперимента?</p> <p>33. Какой метод применяется при расчете коэффициентов уравнения регрессии? Запишите формулу расчета b-коэффициентов.</p> <p>34. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента?</p> <p>35. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка? Как определяется число возможных взаимодействий факторов?</p> <p>36. Способы проверки значимости b-коэффициентов.</p> <p>37. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии?</p> <p>38. Как и для чего проводится проверка адекватности уравнения регрессии?</p> <p>39. Что называют дробным факторным экспериментом?</p> <p>40. Дайте определение дробной реплики полного факторного эксперимента.</p> <p>41. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.</p> <p>42. . Какие планы называют насыщенными?</p> <p>43. Что называют генерирующим соотношением и определяющим контрастом?</p>
Уметь	Планировать и принимать участие в экспериментах и обрабатывать полученные	<p><b>Проверка статистических гипотез</b>  <b>Цель работы:</b> Приобретение навыков проверки гипотез про выборочное среднее и дис-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
	данные	<p><i>персию, сравнение выборочных средних двух совокупностей</i></p> <p><i>Задания на выполнение лабораторной работы</i></p> <p><b>Задание 1.</b> Проверка равенства выборочного среднего генеральному значению (при известной дисперсии).</p> <p><i>Измеритель добротности комплектуется набором эталонных катушек индуктивности с указанными номиналами (выборка <math>X</math>). Проверить гипотезу о равенстве выборочного значения индуктивности эталонных катушек паспортному значению (математическому ожиданию). Проверку гипотез произвести дважды при различных значениях математического ожидания: <math>a_1</math> и <math>a_2</math>.</i></p> <p><i>Исходные данные приведены в таблице 1.</i></p> <p><i>Итак, нулевая гипотеза имеет вид: <math>H_0: \bar{X} = a</math>, а альтернативную гипотезу следует принять такую: <math>H_1: \bar{X} &gt; a</math>, где <math>a</math> - математическое ожидание, которое при расчетах принимает значения <math>a_1</math> и <math>a_2</math>.</i></p> <p><i>Уровень значимости для всех четырех заданий выбрать из таблицы</i></p> <table border="1" data-bbox="1211 879 1890 1259"> <thead> <tr> <th>Варианты</th> <th>Уровень значимости, <math>\alpha</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-4</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>4-8</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>9-12</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>13-16</td> <td>0,025</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Задание 2.</b> Сравнение выборочных средних двух совокупностей (дисперсии неизвестные, но равные).</p> <p><i>Имеются результаты десяти измерений коэффициента пульсации на выходе выпрямителя. Измерения проводятся аналоговым вольтметром (выборка <math>X_1</math>) и цифровым (эталонным) вольтметром (выборка <math>X_2</math>). Проверить гипотезу о равенстве средних значений</i></p>	Варианты	Уровень значимости, $\alpha$	1-4	0,05	4-8	0,01	9-12	0,1	13-16	0,025
Варианты	Уровень значимости, $\alpha$											
1-4	0,05											
4-8	0,01											
9-12	0,1											
13-16	0,025											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>коэффициентов пульсации, измеренных двумя приборами.</p> <p>Проверяемая гипотеза <math>H_0: a_1 = a_2</math>;</p> <p>альтернативная гипотеза <math>H_1: a_1 \neq a_2</math>,</p> <p>где <math>a_1, a_2</math> - математические ожидания двух выборок.</p> <p>Исходные данные приведены в таблице 2.</p> <p><b>Задание 3.</b> Сравнение выборочных средних двух совокупностей (дисперсии неизвестны и нет предположения о равенстве)</p> <p>Проведено десятикратное измерение сопротивления кабеля при температуре <math>t_1 = 20^\circ \text{C}</math> (выборка <math>X_1</math>) и при температуре <math>t_2 = 40^\circ \text{C}</math> (выборка <math>X_2</math>). Можно ли считать средние значения сопротивления одинаковыми?</p> <p>Проверяемая гипотеза <math>H_0: a_1 = a_2</math>;</p> <p>альтернативная гипотеза <math>H_1: a_1 \neq a_2</math>.</p> <p>Исходные данные для разных вариантов приведены в таблице 3.</p> <p><b>Задание 4.</b> Проверка равенства генеральной дисперсии некоторому гипотетическому значению</p> <p>Точность работы омметра проверялась по дисперсии измеренного значения эталонного сопротивления <math>\sigma^2</math>. Проведено 10 измерений (выборка <math>X</math>). Проверить гипотезу, заключающуюся в том, что выборка взята из генеральной совокупности с некоторым гипотетическим значением дисперсии <math>\sigma_0^2</math>, т.е. нулевая гипотеза <math>H_0: \sigma^2 = \sigma_0^2</math>. В качестве альтернативной взять гипотезу <math>H_1: \sigma^2 &gt; \sigma_0^2</math>. Исходные данные приведены в таблице 4.</p> <p>Указания по выполнению лабораторной работы</p> <p><b>Задание 1</b></p> <p>Требуется проверить гипотезу о равенстве выборочного среднего генеральному значению при известной дисперсии. Напомним, что нулевая гипотеза имеет вид: <math>H_0: \bar{X} = a</math>, а альтернативная: <math>H_0: \bar{X} &gt; a</math>. Уровень значимости <math>\alpha</math>, значение дисперсии <math>\sigma^2</math>. Проверку гипотезы следует провести вначале для гипотетического (предполагаемого) значения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>математического ожидания <math>a_1</math>, а затем для <math>a_2</math>.</p> <p>Для проверки гипотезы <math>H_0</math> необходимо вычислить выборочную статистику (критическую функцию):</p> $z = \frac{\bar{x} - a}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}}$ <p>Значение <math>n</math> принимается равным десяти (таково число элементов в выборочной совокупности).</p> <p>Определяем критическое значение правостороннего критерия для заданного уровня значимости (критическую точку <math>z_{1-\alpha}</math>). Критическую точку нужно определять с помощью нормированного нормального распределения при <math>a = 0</math> и <math>\sigma = 1</math> (функция Лапласа). Гипотеза <math>H_0</math> отклоняется, если выполняется неравенство <math>z &gt; z_{1-\alpha}</math>.</p> <p>Задание 2</p> <p>Определяем выборочную статистику:</p> $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ <p>где <math>\bar{x}_1, \bar{x}_2</math> - средние значения двух выборок, <math>n_1 = n_2 = 10</math> - объёмы выборок, <math>S</math> - средне-квадратичное отклонение, которое рассчитывается по формуле:</p> $s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$ <p>С помощью распределения Стьюдента находим критическое значение двустороннего критерия <math>t_{1-\alpha/2, k}</math>. Для этого необходимо использовать заданный уровень значимости <math>\alpha</math> и число степеней свободы <math>k = n_1 + n_2 - 2</math>. Как известно гипотеза <math>H_0</math> принимается, если выполняется неравенство: <math> t  \leq t_{1-\alpha/2, k}</math>.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><i>Задание 3</i>  <i>Определяем число степеней свободы:</i></p> $k = \frac{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}{\frac{s_1^2}{n_1 - 1} + \frac{s_2^2}{n_2 - 1}};$ <p><i>и приближённый <math>t</math> - критерий:</i></p> $t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}.$ <p><i>Заметим, что определению <math>k</math> необходимо расчетное значение округлить до ближайшего большего целого числа.</i></p> <p><i>Критическое значение <math>t_{1-\alpha/2,k}</math> определяется с помощью распределения Стьюдента. Для этого используются заданный уровень значимости <math>\alpha</math> и число степеней свободы <math>df = k</math>; вид критерия - двусторонний.</i></p> <p><i>Напомним, что гипотеза <math>H_0</math> принимается, если выполняется неравенство <math> t  \leq t_{1-\alpha/2,k}</math>.</i></p> <p><i>Задание 4</i></p> <p><i>Для проверки гипотезы <math>H_0</math> вычислим выборочную статистику с помощью критической функции:</i></p> $\chi^2 = \frac{ns^2}{\sigma_0^2}.$ <p><i>По уровню значимости <math>\alpha</math> и числу степеней свободы <math>df = v = n - 1</math> определим критическую точку (квантиль) распределения Пирсона.</i></p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Гипотеза $H_0$ принимается, если выполняется неравенство: $\chi^2 < \chi_k^2$ .
Владеть	Навыками планирования, проведения экспериментов и обработки полученных результатов	<p><b>1. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ</b></p> <p>1. Полученные результаты отдельных измерений <math>x_1, \dots, x_n</math> занести в таблицу.</p> <p>2. Вычислить среднее арифметическое значение измеренных величин <math>(\bar{x})</math> <math>\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i</math>.</p> <p>3. Определить среднеквадратическую погрешность среднего значения</p> <p>4. Определить (с помощью паспорта прибора или справочников) предел допустимой погрешности используемого прибора <math>\Delta x_{пр}</math>; найти <math>S_{пр} = \Delta x_{пр} / 2</math>.</p> <p>5. Если <math>S_{пр} \leq \bar{x}</math> и <math>\bar{x} &gt; 2 \Delta &gt; 4</math>, то окончательный результат представляется в виде <math>\bar{x} \pm \Delta_{р}</math>. Обработка результатов на этом заканчивается.</p> <p>6. Если <math>S_{пр} &gt; \bar{x}</math>, находится результирующая среднеквадратическая погрешность измерения <math>S_{пр}(\bar{x}) = \sqrt{\Delta^2 + 2 \Delta^2 \frac{S_{пр}}{\bar{x}}}</math>.</p> <p>7. Если <math>S_{пр}(\bar{x}) &lt; 2 \Delta</math>, п.6 опускается, везде в дальнейшем считается, что <math>S_{пр}(\bar{x}) = \Delta</math>.</p> <p>8. Задать значение коэффициента надежности <math>\alpha</math> (обычно на уровне 0,9 — 0,95) и по табл. 3 определить значение коэффициента Стьюдента <math>t_{\alpha, n}</math>, соответствующее числу проведенных измерений и выбранному <math>\alpha</math>.</p> <p>9. Найти погрешность результата измерения <math>\Delta_{\Sigma} = t_{\alpha, n} S_{пр}(\bar{x})</math>.</p> <p>10. Окончательный результат представить в виде <math>\bar{x} \pm \Delta_{\Sigma}</math>;</p> <p>11. Вычислить относительную погрешность</p> <p><b>2. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ</b></p> <p>Любое косвенное измерение в конечном счете сводится к совокупности прямых измерений, В соответствии с этим можно рекомендовать следующую последовательность обработки результатов косвенных измерений:</p> <p>1. По способу, описанному в разделе 5, вычислить средние</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>значения <math>x, y, z, \dots</math> непосредственно измеренных величин и оценить их погрешности <math>\Delta x, \Delta y, \Delta z \dots</math> При этом для всех измеренных величин задается одно и то же значение доверительной вероятности <math>\alpha</math>.</p> <p>2. Вычислить среднее значение косвенно измеряемой величины <math>w = w(x, y, z, \dots)</math></p> <p>3. С помощью таблицы 4 или по формуле (15) оценить погрешность <math>\Delta w</math> косвенно измеряемой величины.</p> <p>4. Окончательный результат представляется в виде <math>w = w \pm \Delta w; \alpha</math></p> <p>5. Определить относительную погрешность результата косвенного измерения <math>\delta w = (\Delta w) w 100\%</math></p>

#### **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методика полевого опыта» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении контрольных работ, систематическая активная работа на занятиях.

2. Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с 50 % вопросов и заданий, в ответах на вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах дисциплины у студента нет.

### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **а) Основная литература:**

1. Волосухин, В. А. Планирование научного эксперимента: Учебник/В.А.Волосухин, А.И.Тищенко, 2-е изд. - Москва : ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 176 с. (Высшее образование: Магистратура) ISBN 978-5-369-01229-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516516> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/446877> (дата обращения: 28.10.2020).

#### **б) Дополнительная литература:**

1. Мойзес, Б. Б. Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных : учебное пособие для вузов / Б. Б. Мойзес, И. В. Плотникова, Л. А. Редько. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Томск : Томский политехнический университет. — 118 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-11906-0 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4387-0700-4 (Томский политехнический университет). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/446384> (дата обращения: 28.10.2020).

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 164 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/427449> (дата обращения: 28.10.2020).

3. Степанов, П. Е. Планирование эксперимента : учебно-методическое пособие / П. Е. Степанов. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108113> (дата обращения: 28.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

1. Ленивкина, И. А. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс] : практикум / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Биолого-технолог. фак; сост. И.А. Ленивки-

на. - Новосибирск, 2012. - 60 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/516007> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:  
Перечень программного обеспечения**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Интернет-ресурсы**

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Кatalоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Доска, мультимедийный проектор, экран.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования