

В-19с.н.

22-34

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 09 » 03 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Обработка результатов измерений**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 27.03.02 Управление качеством

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат  
(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед, час. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| 5       | 5/180                              | 18                   | 18                           |                             | 99           | экзамен (45)                                     |
| Итого   | 5/180                              | 18                   | 18                           |                             | 99           | экзамен (45)                                     |

г.Владимир, 2016 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины:** Целями освоения дисциплины "Обработка результатов измерений" является подготовка к научно-технической деятельности, связанной с применением экспериментальных исследований: выбор и составление планов многоуровневых экспериментов, организация эксперимента и оценка поведения объекта исследования, анализ результатов эксперимента, построение математических моделей объектов исследования с оценкой их адекватности, определение оптимальных условий, поиск экстремума функции.

### **Задачи изучения дисциплины:**

Основные задачи получение теоретических знаний и практических навыков по выполнению научных и промышленных экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Обработка результатов измерений" находится в вариативной части дисциплин по выбору.

Учебная дисциплина "Обработка результатов измерений" формирует знания, и умения в области проведения научных и промышленных исследований. Для изучения дисциплины необходимы фундаментальные дисциплины такие, как «Математика», «Информатика», «Теория вероятностей, математическая статистика», «Математическое моделирование в управлении качеством», «Общая теория измерений».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины студент должен обладать следующими обладать профессиональными компетенциями:

способностью применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) **Знать:** теоретические основы обоснования и проведения эксперимента, базовые представления, используемыми в современном естествознании при решении задач объективизации оценок численных значений характеристик измеряемых величин (ПК-3).

2) **Уметь:** методически обосновывать научные исследования, проводить статистическую оценку результатов экспериментов, получать математическую модель объекта исследования и оценивать ее адекватность (ПК-3).

3) **Владеть:** навыками подготовки и организации промышленного и научного эксперимента, а также обработки их результатов (ПК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п / п      | Раздел (тема) дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |                    |           |         | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----------|---------|---|---|
|              |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС       | КП / КР |   |   |
| 1            | Основные положения математической теории планирования эксперимента. Особенности проведения научных и промышленных экспериментов | 5       | 1-6             | 6  | 6                    |                     |                    | 33        |         | 6/50  | рейтинг-контроль №1   |
| 2            | Многофакторные эксперименты. Ортогональное планирование 2-го порядка  | 5       | 7-12            | 6  | 6                    |                     |                    | 33        |         | 6/50  | рейтинг-контроль №2   |
| 3            | Планирование эксперимента с качественными факторами.  | 5       | 13-18           | 6  | 6                    |                     |                    | 33        |         | 6/50  | рейтинг-контроль №3   |
| <b>Всего</b> |   |         |                 | <b>18</b>  | <b>18</b>            |                     |                    | <b>99</b> |         | <b>18/50</b>  | <b>экзамен (45)</b>   |



| № п/п | НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ  | ДИДАКТИЧЕСКИЙ МИНИМУМ   |
|-------|--|---|
| 1     | Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров (теория единства измерений). | <p align="center"><b>Лекционный материал</b></p> 1. Предмет, задачи, содержание дисциплины<br>2. Погрешности измерения.<br>3. Законы распределения случайных величин<br><p align="center"><b>Практикум</b></p> 1 Обработка результатов прямых многократных измерений.<br>2. Суммирование погрешностей .<br>3 Выбор средств измерений.   |
| 2     | Обработка результатов измерений.   | <p align="center"><b>Лекционный материал</b></p> 4. Идентификация закона распределения результатов измерений<br>5. Критерии согласия. Метод линеаризации.<br>6. Основы теории расчетного суммирования погрешностей.<br><p align="center"><b>Практикум</b></p> 4.. Методы обработки и представление результатов полного факторного эксперимента.<br>5-6. Методы обработки и представление результатов дробного факторного эксперимента .       |
| 3     | Средства измерений   | <p align="center"><b>Лекционный материал</b></p> 7. Классификация и свойства средств измерений<br>8. Математические модели измерительных сигналов<br>9. Метрологические характеристики средств измерений<br><p align="center"><b>Практикум</b></p> 7-8. Анализ экспериментальных данных с использованием статистических методов<br>9 .Проведение эксперимента с качественными факторам.<br>Обработки и представление результатов эксперимента |

### Теоретический курс.

1. Понятие об измерении. Измерительное преобразование. Воспроизведение физической величины заданного размера. Сравнение физической величины с величиной, воспроизводимой мерой. Основные элементы процесса измерения. Основные постулаты теории измерений. Классификация измерений. Понятие об испытании и контроле. Предельные возможности измерений. Предмет метрологии и ее место среди других наук. Краткая историческая справка о развитии метрологии. Структура метрологии. Физические величины. Предметы и явления окружающего мира как объекты познания. Их свойства. Классификация физических величин. Свойства, проявляющие себя только в отношении эквивалентности. Понятие счета. Интенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности и порядка. Понятие величины и контроля. Экстенсивные величины, удовлетворяющие отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности. Понятие о единице физической величины и измерении. Шкалы измерений. Единицы, размерности и системы физических величин. Международная система единиц (система СИ). Основные принципы построения систем единиц физических величин. Понятие об эталонах.

Эталоны единиц системы СИ. Передача размера единиц от эталона к рабочим эталонам и рабочим средствам измерений. Поверочные схемы. Понятие о поверке средств измерений. Способы поверки средств измерений. Стандартные образцы.

Истинные и действительные значения измеряемой величины. Понятие о погрешности. Погрешность как случайный процесс. Математические модели погрешностей. Характеристики



и параметры погрешностей. Разделение погрешностей на составляющие по признаку частотного диапазона.

Классификация погрешностей. Основные принципы оценивания погрешностей. Правила округления результатов измерений. Понятие о неопределенности результата измерений. Классификация систематических погрешностей. Способы обнаружения и устранения систематических погрешностей. Графический способ. Способ последовательных разностей. Дисперсный анализ. Критерий Вилкоксона. Исключение систематических погрешностей путем введения поправок. Вероятностное описание случайных погрешностей. Интегральный и дифференциальный законы распределения случайных погрешностей. Композиция законов распределения. Числовые параметры законов распределения. Понятие центра распределения. Центральные и начальные моменты распределения. Математическое ожидание и дисперсия. Третий центральный момент. Коэффициент асимметрии. Четвертый центральный момент. Эксцесс и контрэксцесс. Энтропийное значение погрешности.

Законы распределения случайных погрешностей. Трапецидальные распределения. Уплощенные распределения. Класс экспоненциальных распределений. Распределение Гаусса. Семейство законов распределения Стьюдента. Распределение Коши. Класс двухмодальных распределений. Дискретное двузначное распределение. Арксинусоидальное распределение. Острые и кругловершинные двухмодальные распределения. Косые распределения.

Точечные оценки законов распределения. Оценки математического ожидания и дисперсии. Оценки коэффициента асимметрии, эксцесса и энтропийного коэффициента. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Неравенство Чебышева. Квантильные оценки доверительного интервала. Доверительный интервал для оценок дисперсии и среднеквадратического отклонения. Сравнительная эффективность различных методов определения координаты центра распределения. Критерии исключения грубых погрешностей. Критерии Граббса, "трех сигм". Романовского, Шарлье, Шовенэ. Вариационный критерий Диксона.

**2. Обработка результатов измерений.** Обработка результатов прямых многократных измерений. Обработка результатов прямых многократных равноточных и неравноточных измерений. Идентификация закона распределения результатов измерений. Критерий Пирсона. Составной критерий. Обработка результатов прямых однократных измерений. Технические измерения.

Обработка результатов косвенных измерений. Обработка результатов косвенных измерений при линейной зависимости между аргументами. Случайные погрешности косвенных измерений. Систематические погрешности косвенных измерений. Обработка результатов косвенных измерений при нелинейной зависимости между аргументами. Метод линеаризации. Обработка результатов косвенных измерений методом приведения. Проблемы нормирования погрешностей косвенных измерений. Вероятностное описание погрешностей косвенных измерений.

Обработка результатов совместных измерений. Обработка результатов совокупных измерений. Метод наименьших квадратов. Методы обработки результатов измерений при однофакторном эксперименте. Основы теории расчетного суммирования погрешностей. Упрощенные методы определения значения квантильных множителей. Суммирование систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей коррелированных и некоррелированных величин. Суммирование случайных и систематических погрешностей. Критерий ничтожно малой погрешности.

**3. Классификация сигналов по различным признакам.** Квантование и дискретизация измерительных сигналов. Восстановление сигналов при их дискретизации. Теорема Котельникова.

Математические модели измерительных сигналов. Элементарные и сложные измерительные сигналы. Модуляция и детектирование. Интегральные параметры периодических сигналов.

Классификация и свойства средств измерений. Понятие о средстве измерений. Обобщенная структурная схема средства измерений. Характеристики и параметры средств измере-



ний в статистическом и динамическом режимах. Классификация средств измерений. Аналоговые и цифровые измерительные приборы. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы.

Моделирование средств измерений. Математическое моделирование средств измерений. Измерительная цепь и измерительный канал. Структурные схемы и элементы средств измерений. Структурные схемы прямого и уравнивающего преобразований. Расчет измерительных каналов средств измерений.

Методы повышения точности средств измерений. Градуировка и калибровка средств измерений. Методы проверки средств измерений. Методы коррекции погрешностей средств измерений.

Метрологические характеристики средств измерений. Общие принципы выбора и нормирования метрологических характеристик средств измерений. Комплексы нормируемых метрологических характеристик. Расчет погрешностей средств измерений по метрологическим характеристикам в реальных условиях эксплуатации. Классы точности средств измерений.

Выбор средств измерений.

Метрологическая надежность средств измерений. Основные понятия теории метрологической надежности. Изменение во времени метрологических характеристик средств измерений. Показатели метрологической надежности средств измерений. Метрологическая надежность и межповерочный интервал.

Государственная система обеспечения единства измерений. Государственные испытания средств измерений. Государственная система приборов. Система стандартов в области метрологии и другой нормативной метрологической документации. Международные метрологические организации.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Содержание дисциплины "Обработка результатов измерений" имеет выраженную практическую направленность. В связи с этим изучение курса «Обработка результатов измерений» предполагает сочетание таких взаимодействующих форм занятий, как лекция, практические и самостоятельная работа с научно-практическими источниками. Все перечисленные виды учебной и самостоятельной работы реализуются с помощью современных образовательных технологий, в том числе с использованием активных (инновационных) методов обучения.

Лекционный материал должен иметь проблемный характер и отражать профиль подготовки слушателей. На лекциях излагаются основные теоретические положения по изучаемой теме. В процессе изложения всего лекционного материала по всем темам изучаемой дисциплины применяются информационно - коммуникационные технологии, а именно электронные портфолио (презентации и опорные конспекты). По каждой теме лекционного материала разработаны презентации.

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины           | Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы   |  |
|-------|------------------------------------|--|--|
|       |                                    | Теоретический материал   | Практические занятия   |
| 1.    | Принципы планирования эксперимента | Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций. | Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций. |
| 2.    | Основные методы планирования       | Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе иссле-  | Компьютерные симуляции, дискус-  |

|    |                                 |  |  |
|----|---------------------------------|--|--|
|    |                                 | довательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций.   | исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций.  |
| 3. | Анализ экспериментальных данных | Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций. | Компьютерные симуляции, дискуссии, в том числе и в составе исследовательской группы, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций. |

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 6-й, 12-й и 18-й неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Тесты для рейтинг-контроля

### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ № 1 ВАРИАНТ № 1

**Вопрос 1.** Теоретическая, законодательная, прикладная метрология.

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: равноточные, неравноточные, абсолютные, относительные.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) скорости  $V$ ; б) работы  $A$  ( $A=F \cdot l$ ); в) электрического напряжения  $U$  ( $U = P/I$ ).

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_{д} = 10,45$  см;  $X_{н} = 25$  см: а)  $X_{н} = 10,35$  см; б)  $X_{н} = 10,5$  см; в)  $X_{н} = 10,15$  см.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 23178,12 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 100 г; б) 0,5 кг; в) 100 кг.

### ВАРИАНТ № 2

**Вопрос 1.** Физическая величина (размер, значение, единица)

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) момента инерции  $J$  ( $J=mr^2$ ); б) импульса силы  $I$  ( $I = Ft$ ); в) объема  $V$ .

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_{д} = 20$  см;  $X_{н} = 50$  см: а)  $X_{н} = 20,55$  см; б)  $X_{н} = 20,15$  см; в)  $X_{н} = 19,15$  см.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 120,321 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1м; б) 1 см; в) 1 мм.

### ВАРИАНТ № 3

**Вопрос 1.** Система физических величин.

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: статические, динамические, однократные, многократные.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) количества движения  $p$  ( $p=mv$ ); б) момента силы  $M$  ( $M = r F$ ); в) мощности  $P$  ( $P=A/t$ )



**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 20$  кг;  $X_{и} = 40$  кг: а)  $X_{и} = 20,05$  кг; б)  $X_{и} = 20,25$  кг; в)  $X_{и} = 18,00$  кг.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 20,2915 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1 г.; б) 0,1 г; в) 1 кг.

#### ВАРИАНТ № 4

**Вопрос 1.** Измерение физической величины (схема измерения).

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: косвенные, динамические, неравноточные, относительные.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) количества теплоты  $Q$  ( $Q = A$  ( $A=Fl$ )); б) удельного количества теплоты  $q$  ( $q = Q/m$ ); в) поверхностной плотности электрического тока  $J$  ( $J = I/S$ ).

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 50$  кг;  $X_{и} = 100$  кг: а)  $X_{и} = 50,7$  кг; б)  $X_{и} = 49,25$  кг; в)  $X_{и} = 51,05$  кг.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 500959,1264 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1000 кг; б) 1 кг; в) 1 г.

#### ВАРИАНТ № 5

**Вопрос 1.** Истинное значение физической величины.

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: равноточные, совместные, статические, совокупные.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) электрического заряда  $q$  ( $q = It$ ); б) ЭДС  $E$  ( $E = A/q$  ( $A=Fl$ )); в) линейной плотности электрического заряда  $\tau$  ( $\tau = q/l$ ).

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 15$  см;  $X_{и} = 30$  см: а)  $X_{и} = 15,55$  см; б)  $X_{и} = 14,15$  см; в)  $X_{и} = 15,15$  см.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 1987,35907 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 10 см; б) 10 мм; в) 10 м.

#### ВАРИАНТ № 6

**Вопрос 1.** Методы измерения ФВ.

**Вопрос 2.** Дайте краткую характеристику случайным и систематически погрешностям.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) электрического сопротивления  $R$  ( $R=U/I$ ); б) электрической проводимости  $G$  ( $G = 1/R$ ); в) частоты  $f$ .

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 25$  кг;  $X_{и} = 50$  кг: а)  $X_{и} = 25,7$  кг; б)  $X_{и} = 25,25$  кг; в)  $X_{и} = 54,05$  кг.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 10,005513 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 1 мм; б) 10 мм; в) 3 м.

#### ВАРИАНТ № 7

**Вопрос 1.** Рассеяние результатов в ряду измерений. Оценки рассеяния.

**Вопрос 2.** Дайте краткую характеристику субъективным погрешностям и грубым промахам.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) плотности  $\rho$  ( $\rho = m/V$ ); б) удельного объема  $V_0$  ( $V_0 = V/m$ ); в) времени  $t$ .

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности  $X_d = 5$  кг;  $X_{и} = 20$  кг: а)  $X_{и} = 5,4$  кг; б)  $X_{и} = 5,25$  кг; в)  $X_{и} = 4,15$  кг.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 11345,98765 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 100 кг; б) 30 кг; в) 10 г.

#### ВАРИАНТ № 8

**Вопрос 1.** Систематическая погрешность.

**Вопрос 2.** Охарактеризуйте следующие виды измерений: косвенные, абсолютные, однократные, динамические.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) электрического заряда  $q$  ( $q = I t$ ); б) ЭДС  $E$  ( $E = A/q$  ( $A=Fl$ )); в) напряженности электрического поля  $E$  ( $E = E/\Delta l$ ).

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности для:  $X_d = 50$  В;  $X_{н} = 100$  В: а)  $X_{н} = 51,7$  В; б)  $X_{н} = 48,15$  В; в)  $X_{н} = 51,05$  В.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 1298,45638 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 8 м; б) 0,3 м; в) 0,11 см.

#### ВАРИАНТ № 9

**Вопрос 1.** Основные характеристики качества измерений.

**Вопрос 2.** Абсолютная, относительная, приведенная погрешность.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) электрического сопротивления  $R$  ( $R=U/I$ ); б) количества теплоты  $Q$  ( $Q = A$  ( $A=Fl$ )); в) удельного количества теплоты  $q$  ( $q = Q/m$ ).

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 100$  м;  $X_{н} = 500$  м: а)  $X_{н} = 105,55$  см; б)  $X_{н} = 104,1$  см; в)  $X_{н} = 99,15$  см.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 10,0987555 кг. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 0,5 кг; б) 0,15 кг; в) 12 г.

#### ВАРИАНТ № 10

**Вопрос 1.** Абсолютная погрешность. Аддитивная и мультипликативная погрешность.

**Вопрос 2.** Основные характеристики качества измерений.

**Вопрос 3.** Составить уравнение размерности для: а) количества движения  $p$  ( $p=mv$ ); б) момента силы  $M$  ( $M = r F$ ); в) мощности  $P$  ( $P=A/t$ )

**Вопрос 4.** Найти абсолютные, относительные и приведенные погрешности если  $X_d = 30$  кг;  $X_{н} = 60$  кг: а)  $X_{н} = 30,7$  кг; б)  $X_{н} = 29,25$  кг; в)  $X_{н} = 31,05$  кг.

**Вопрос 5.** Действительное значение равно 1979,95901 м. Записать значение результата измерений, если абсолютная погрешность составляет: а) 15 см; б) 15 мм; в) 15 м.

#### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ № 2

##### ВАРИАНТ № 1

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 5,5; 5,2; 5,0; 6,3; 6,5; 6,6; 5,1; 5,9; 6,1; 5,7; 4,9; 6,0

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,069; а межсерийная 0,2104

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,07; а межсерийная 0,3114

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  10,5; 10,1; 10,3; 10,2; 10,2; 10,0

2 группа  $\square$  10,5; 10,4; 10,6; 10,4; 10,7; 10,3

3 группа  $\square$  10,7; 10,7; 10,6; 10,8; 10,4; 10,1

4 группа  $\square$  10,9; 10,8; 10,8; 10,5; 10,9; 11,0

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

##### ВАРИАНТ № 2



**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 10,8; 11,2; 10,5; 10,3; 10,9; 10,2; 11,4; 10,9; 10,1; 11,7; 10,0

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,075; а межсерийная 0,1903

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,05; а межсерийная 0,1981

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  11,2; 11,1; 11,3; 11,5; 11,5

2 группа  $\square$  11,7; 11,4; 11,6; 11,5; 11,7

3 группа  $\square$  11,7; 11,7; 11,3; 11,8; 11,4

4 группа  $\square$  11,9; 11,8; 11,9; 11,3; 11,9

5 группа  $\square$  11,6; 11,2; 11,1; 11,0; 10,9

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 3

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 16,2; 15,2; 15,8; 15,9; 16,0; 15,2; 15,4; 15,9; 16,1; 15,7; 15,0

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,059; а межсерийная 0,1603

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,03; а межсерийная 0,3001

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  20,2; 20,5; 20,1; 20,1; 20,4; 19,8

2 группа  $\square$  20,7; 20,2; 20,2; 20,5; 20,7

3 группа  $\square$  20,7; 20,7; 20,3; 20,6; 20,6; 20,7

4 группа  $\square$  20,9; 20,8; 20,7; 20,7; 20,2

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,98. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 4

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 20,8; 20,9; 20,5; 19,4; 19,6; 20,2; 20,4; 19,9; 20,1; 19,7; 21,1; 21,5; 19,1

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,035; а межсерийная 0,0903

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,02; а межсерийная 0,2921

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  12,1; 12,1; 12,4; 12,5; 12,5

2 группа  $\square$  12,7; 12,4; 12,3; 12,5;



3 группа □ 12,7; 12,6; 12,3; 12,5; 12,4

4 группа □ 12,9; 12,8; 12,6; 12,9

5 группа □ 12,1; 12,0; 12,4; 12,8; 12,3

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 5

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 13,9; 14,2; 14,3; 14,8; 14,3; 14,8; 13,5; 13,9; 14,1

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра □ 5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,113; а межсерийная 0,2873

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,07; а межсерийная 0,8791

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа □ 17,2; 17,5; 17,2; 17,3

2 группа □ 17,9; 17,6; 17,6; 17,5; 17,9; 17,3

3 группа □ 17,6; 17,7; 17,5; 17,8; 17,4; 17,2; 17,9

4 группа □ 17,9; 17,8; 17,9; 17,7; 17,8

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,90 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 6

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 18,9; 18,2; 18,3; 18,8; 19,3; 19,8; 18,5; 18,9; 18,1; 19,7; 20,1; 19,6; 20,2

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра □ 5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,2678

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,03; а межсерийная 0,2345

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа □ 7,2; 7,5; 7,5; 7,3; 7,5

2 группа □ 7,9; 7,6; 7,6; 7,8; 7,9

3 группа □ 7,6; 7,7; 7,3; 7,9; 7,4

4 группа □ 7,9; 7,8; 7,9; 7,7; 7,6

5 группа □ 7,6; 7,3; 7,0; 7,3; 7,7

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 7

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 28,9; 28,2; 28,4; 28,8; 29,3; 29,8; 28,1; 28,9; 28,1; 29,7; 28,0

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,2987

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,201; а межсерийная 0,253

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  71,2; 71,5; 71,5; 71,3; 71,5; 70,1

2 группа  $\square$  71,8; 71,6; 71,6; 71,9

3 группа  $\square$  71,6; 71,7; 71,6; 71,9; 71,5; 70,9; 71,1

4 группа  $\square$  71,9; 71,8; 71,9; 71,7;

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,98 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 8

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 50,5; 50,2; 50,0; 51,1; 51,5; 51,6; 51,1; 51,9; 51,1; 51,9; 50,5; 50,2; 50,0;

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,105; а межсерийная 0,319

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,113; а межсерийная 0,376

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  19,5; 19,0; 19,3

2 группа  $\square$  19,5; 19,8; 19,6; 19,4;

3 группа  $\square$  19,7; 19,9; 19,6; 19,8; 19,6

4 группа  $\square$  19,9; 19,8; 19,8; 19,7; 19,9; 20,2

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 9

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 54,6; 53,2; 53,7; 53,1; 53,6; 53,6; 54,1; 53,9; 53,4; 54,0

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра  $\square$  5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,159; а межсерийная 0,521

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,09; а межсерийная 0,416

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа  $\square$  49,5; 49,6; 49,3; 49,9; 49,1; 49,3



- 2 группа □ 49,1; 49,8; 49,6; 49,1; 48,7
- 3 группа □ 49,7; 49,9; 49,6; 48,8; 49,0
- 4 группа □ 49,9; 49,6; 49,8; 49,7; 50,1
- 5 группа □ 49,3; 49,4; 49,0; 48,8; 49,0; 49,3

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95 и 0,999. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### ВАРИАНТ № 10

**Вопрос 1.** Используя критерий последовательных разностей (критерий Аббе), определить наличие или отсутствие систематической погрешности в ряду измерений: 90,6; 90,2; 89,7; 90,1; 89,6; 90,6; 91,1; 90,9; 89,4; 90,0; 89,1; 89,3

**Вопрос 2.** Было проведено 50 измерений параметра □ 5 различными устройствами, каждым проводилось по 10 измерений. Определить наличие систематической погрешности измерения, если:

а) внутрисерийная дисперсия равна: 0,039; а межсерийная 0,099

б) внутрисерийная дисперсия равна: 0,101; а межсерийная 0,211

**Вопрос 3.** Используя дисперсионный анализ (критерий Фишера), определить наличие систематической погрешности измерения:

1 группа □ 9,3; 9,4; 9,3; 9,9;

2 группа □ 9,2; 9,8; 9,6; 9,1; 8,7; 8,4

3 группа □ 9,7; 9,5; 9,6; 8,8; 9,0; 9,1; 9,3

4 группа □ 9,8; 9,6; 9,8; 9,9; 10,1

**Вопрос 4.** Используя данные задачи № 1 записать точечные оценки распределения.

**Вопрос 5.** Используя данные задачи № 1 определить доверительный интервал при доверительной вероятности 0,98 и 0,99. Для решения задачи использовать формулу Лапласа и распределение Стьюдента.

#### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ № 3

1. При измерении толщины древесины отчет по штангенциркулю равен 49 мм. Среднее квадратическое отклонение отсчета  $\sigma_s = 0,5$  мм. Погрешность от износа губок штангенциркуля  $\Delta_s = -0,8$  мм. Доверительными границами для истинного значения толщины с вероятностью  $P=0,9973$  ( $t_p = 3$ ) будут:
2. При многократном измерении длины  $L$  получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p = 3,143$ ).
3. Вольтметр показывает 230 В. Среднее квадратическое отклонение показаний  $\sigma_{\text{ц}} = 2$  В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна  $-1$  В. Истинное значение напряжения с вероятностью  $P=0,9544$  ( $t_p = 2$ ) равно...



4. При многократном измерении температуры  $T$  в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=2,365$ ).
5. При многократном взвешивании массы  $m$  получены значения в кг: 102; 97; 105; 100; 98; 102; 97; 99. Укажите доверительные границы истинного значения массы с вероятностью  $P=0,98$  ( $t_p=2,998$ ).
6. При многократном измерении массы получены значения в кг: 98; 100; 97; 101; 99; 102; 103. Укажите доверительные границы для истинного значения массы с вероятностью  $P=0,95$  ( $t_p=2,45$ ).
7. При измерении давления в трубопроводе манометр показывает 19,7 МПа. Среднее квадратическое отклонение показаний  $\sigma_p=0,2$  МПа. Погрешность градуировки прибора  $\Delta_p=-0,3$  МПа. Доверительными границами для истинного значения давления с вероятностью  $P=0,9973$  ( $t_p=3$ ) будут:
8. Результаты многократного измерения длины детали (мм) следующие: 80,003; 80,000; 79,998; 80,000; 79,998. Систематическая погрешность показаний составляет (+0,003 мм). Результат измерения при доверительной вероятности  $P=0,95$  (относительная ширина доверительного интервала  $t$  при числе степеней свободы  $k=4$  составит  $t=2,776$ ) запишется как...
9. Результаты многократного измерения диаметра детали (мм) следующие: 42,003; 41,997; 41,997; 42,002; 41,999. Систематическая погрешность, вызванная неточностью настройки микрометра, составляет (+0,07 мм). Результат измерения при доверительной вероятности  $P=0,95$  (относительная ширина доверительного интервала  $t$  при числе степеней свободы  $k=4$  составит  $t=2,776$ ) запишется как...
10. Результаты многократного измерения выходного напряжения стабилизатора (В) следующие: 220,0; 220,9; 219,9; 221,1; 221,3. Систематическая погрешность показаний составляет (+0,1 В). Результат измерения при доверительной вероятности  $P=0,95$  (относительная ширина доверительного интервала  $t$  при числе степеней свободы  $k=4$  составит  $t=2,776$ ) запишется как...
11. При измерении температуры в помещении термометр показывает 28 °С. Погрешность градуировки термометра +0,5 °С. Среднее квадратическое отклонение показаний  $\sigma_T=0,3$  °С. Укажите доверительные границы для истинного значения температуры с вероятностью  $P=0,9973$  ( $t_p=3$ ).
12. Результаты многократного измерения твердости детали по шкале Роквелла следующие: 32; 33; 35; 32; 34. Систематическая погрешность составляет (-1 НРС мм). Результат измерения при доверительной вероятности  $P=0,95$  (относительная ширина доверительного интервала  $t$  при числе степеней свободы  $k=4$  составит  $t=2,8$ ) запишется как...

## Задания на самостоятельную работу

1. Основные положения теории измерений.
2. Взаимосвязь понятий измерения и числа
3. Физические величины и их единицы
4. Классификация ошибок
5. Основы теории ошибок
6. Сглаживание экспериментальных зависимостей
7. Методы оценки числа измерений
8. Статистическая проверка гипотез
9. Определение вида закона распределения значений измеряемой величины
10. Измерительные устройства, их основные характеристики.
11. Общие сведения о математической теории планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент.
12. Основные положения математической теории планирования эксперимента.
13. Этапы проведения и анализа эксперимента.
14. Математическая модель объекта исследования (черный ящик, функция отклика).
15. Полный факторный эксперимент.
16. Дробно-факторное планирование.
17. Планирование эксперимента с качественными факторами.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа включает следующие виды работ:

- самостоятельная работа по подготовке к лекционным практическим занятиям

- подготовка к экзамену

Самостоятельная работа в свободное время между аудиторными занятиями и состоит в сборе информации об особенностях проведения промышленных и лабораторных экспериментов и правилах обработки результатов.

Содержание самостоятельной работы описано в следующих методических материалах:

1. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012. - 2012. - 208 с. : ил. - ISBN 978-5-4372-0059-9.
2. Пакет Mathcad: теория и практика, часть I [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Гумеров А.М. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - 112 с. - ISBN 978-5-7882-1485-6.

### Контрольная работа

При выполнении контрольной работы студент должен продемонстрировать практические навыки в решении задач планирования эксперимента. Основными заданиями являются:

1. Статистическая проверка выдвинутых гипотез. Виды ошибок при выдвижении статистических гипотез
2. Виды критериев согласия и области их применения  
Статистические методы анализа данных и планирования экспериментов
  - дисперсионный анализ
  - корреляционный анализ
  - регрессионный анализ
3. Факторные планы. Полный факторный эксперимент и математическая модель эксперимента
4. Движение по вектор-градиенту
5. Ортогональное планирование 2-го порядка.



## Вопросы к экзамену

1. Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений.
2. Метрологические службы физических и юридических лиц.
3. Физическая величина. Классификация величин. Системы физических величин.
4. Измерение. Виды измерений. Модель измерения.
5. Классификация измерений.
6. Основные характеристики качества измерения.
7. Классификация погрешностей измерения.
8. Случайные погрешности.
9. Вероятностное описание случайных погрешностей.
10. Энтропийное значение погрешности.
11. Систематические погрешности.
12. Способы исключения систематических составляющих погрешности.
13. Статистические методы обнаружения систематических составляющих.
14. Аддитивные и мультипликативные составляющие погрешности.
15. Правила округления результатов измерений.
16. Трапецеидальные законы распределения.
17. Экспоненциальные законы распределения.
18. Двухмодальные законы распределения.
19. Семейство распределения Стьюдента.
20. Распределение Пуассона.
21. Точечные оценки законов распределения.
22. Показатели среднего уровня вариационного ряда.
23. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
24. Грубые погрешности и промахи. Методы их исключения.
25. Обработка результатов прямых равноточных измерений.
26. Критерии согласия.
27. Обработка результатов неравноточных измерений.
28. Однократные измерения. Методика обработки однократных измерений.
29. Косвенные измерения.
30. Суммирование систематических погрешностей.
31. Суммирование случайных погрешностей.
32. Суммирование систематических и случайных погрешностей.
33. Метрологические характеристики СИ принципы выбора и нормирования.
34. Класс точности СИ.
35. Поверка и калибровка.
36. Межповерочный и межкалибровочный интервал, их виды и пути выбора.
37. Федеральный закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
38. Контрольные карты. Обработка и представление результатов измерений.
39. История появления планирования эксперимента.
40. Общие сведения о математической теории планирования эксперимента. Научный и промышленный эксперимент.
41. Основные положения математической теории планирования эксперимента.
42. Этапы проведения и анализа эксперимента.
43. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к факторам.
44. Факторное пространство. Требования, предъявляемые к совокупности факторов.
45. Математическая модель объекта исследования (черный ящик, функция отклика).
46. Полный факторный эксперимент. Основной уровень, шаг варьирования, матрица планирования.
47. Полуреплика. Определяющий контраст, эффект смешивания, генерирующее соотношение.



48. Определение области экстремума. Движение по вектор-градиенту.  
 49. Ортогональное планирование 2-го порядка. Корректирование квадратичных переменных. Расчет коэффициентов.  
 50. Определение координат экстремальной точки.  
 51. Планирование эксперимента с качественными факторами.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п                     | Автор. название. вид издания. издательство   | Год издания | Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ   | Количество студентов, обучающихся по направлению | Обеспеченность студентов литературой. % |
|---------------------------|--|-------------|--|---|--|---|
| 1                         | 2  | 3           | 4  | 5   | 6  | 7                                       |
| Основная литература       |  |             |  |   |  |   |
| 1                         | Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИТУ. Изд-во КНИТУ. 2013. - 156 с. - ISBN 978-5-7882-1412-2.   | 2013        |  | <a href="http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html">http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html</a> | 26   | 100                                     |
| 2                         | Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский. - М. : Абрис. 2012. - 2012. - 208 с.: ил. - ISBN 978-5-4372-0059-9.                       | 2012.       |  | <a href="http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html">http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200599.html</a> | 26   | 100                                     |
| 3                         | Пакет Mathcad: теория и практика, часть I [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Гумеров А.М. - Казань : Издательство КНИТУ. 2013. - - 112 с. - ISBN 978-5-7882-1485-6.  | 2013.       |  | <a href="http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214856.html">http://old.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214856.html</a> | 26   | 100                                     |
| 4                         | "Модели информационных систем [Электронный ресурс] / В.П. Бубнов и др.: под ред. А.Д. Хомоненко. - М. : УМЦ ЖДТ. 2015." -  | 2015.       |  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358332.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358332.html</a> | 26   | 100                                     |
| Дополнительная литература |  |             |  |   |  |   |
| 1                         | Вероятность и статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Б. Монсик, А. А. Скрынников. - 3-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 384 с.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. - Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-9963-2976-2. | 2015.       |  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329762.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329762.html</a> | 26   | 100                                     |
| 2                         | Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: учебник / ФГБОУ ВПО РГУИТП; ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". - М.:  | 2012.       |  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>   | 26   | 100                                     |

|   |   |       |  |   |    |     |
|---|---|-------|--|---|----|-----|
|   | Финансы и статистика. - 664 с.: ил.   |       |  |   |    |     |
| 3 | Теория вероятностей : опорный конспект. - Москва : Проспект, 2015. - 88 с. - ISBN 978-5-392-18667-9.  | 2015. |  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392186679.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392186679.html</a> | 26 | 100 |
| 4 | Математическое моделирование динамической прочности конструкционных материалов: Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2013. - 562 с. - ISBN 978-5-93093-981-1. | 2013. |  | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939811.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939811.html</a> | 26 | 100 |

### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

1. Журнал "Что нового в науке и технике" - журнал о высокотехнологичном стиле жизни современного мегаполиса, об инновациях и научных открытиях. В центре внимания журналистов технические новинки, точные и естественные науки, оригинальные теории, подтверждающие или опровергающие существующие взгляды на мир, неожиданные открытия и необычные исследования. Сайт журнала: <http://www.chtonovogo.ru>. Издательство: ИД Nexion Publishing. Периодичность: ежемесячно.

2. Журнал "Наука и жизнь" Сайт журнала: <http://www.nkj.ru>. Издательство: АНО Редакция журнала "Наука и жизнь" Периодичность: ежемесячно

3. Журнал "Знание-сила" Сайт журнала: [www.znanie-sila.ru](http://www.znanie-sila.ru). Периодичность: ежемесячно.

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. [www.labview.ru](http://www.labview.ru)
2. [www.ni.com](http://www.ni.com)
3. [www.labview.narod.ru](http://www.labview.narod.ru)
4. Microsoft Office 2010.

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

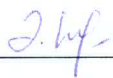
Дисциплина "Обработка результатов измерений" читается на кафедре УКТР на ее материальной базе. Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории 306-2, лабораторные работы в компьютерном классе аудитории 332-2.

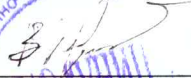
Аудитория 332-2 – компьютерный класс, подключенный к сети университета и Интернет. Оборудование включает: ПЭВМ – 10 штук; сканер – 1 шт.; ксерокс- 1 шт.; мультимедийный проектор. Аудитория 306-2 включает оборудование: мультимедийная интерактивная доска фирмы «Hitachi StarBoard», компьютеры на базе Pentium-4, мультимедийный проектор.

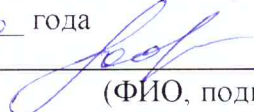
При проведении занятий используется следующее программное обеспечение: программный комплекс Borland Delphi 7, Ms. Windows 7, Microsoft Office 2010, ПО Hitachi Star-Board




Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством (прикладной бакалавриат)

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры УКТР  Касаткина Э.Ф.  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) Зам. директора АНО "УНИЦ"  В.Ф. Нуждин  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР  
Протокол № 6 от 9.03.16 года  
Заведующий кафедрой  Орлов Ю.А.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления подготовки 27.03.02 Управление качеством (прикладной бакалавриат)

Протокол № 6 от 9.03.16 года  
Председатель комиссии  Орлов Ю.А.  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_