

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебно-методической работе



А.А.Панфилов

« 11 » 11 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Направление подготовки 13.03.03 – энергетическое машиностроение

Профиль/программа подготовки «Двигатели внутреннего сгорания»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Се- местр	Трудоёмкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
2	2/72	18	18	-	36	зачет
Итого	2/72	18	18	-	36	зачет

Владимир 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Обработка экспериментальных данных» являются получение знаний для самостоятельной оценки погрешностей и поиска возможностей их уменьшения при проведении лабораторных и научных исследований.

Результаты всех измерений, как бы тщательно и на каком научном уровне они бы выполнялись, подвержены некоторым погрешностям. Теория ошибок – наука, занимающаяся изучением и оценкой погрешностей. Эти две её функции позволяют определить, насколько велики погрешности в измерениях, помогают уменьшить их, когда это необходимо. Анализ погрешностей является существенной частью любого научного эксперимента и поэтому теория ошибок занимает важное место в обучении студентов.

Поскольку в процессе обучения студенты при проведении лабораторных работ на общеинженерных и выпускающих кафедрах приходится встречаться с оценкой погрешности измерений, представленный курс в какой-то степени должен обеспечить студентам в этом помощь при проведении лабораторных работ по курсу "Основы научных исследований ДВС"

Задачей изучения дисциплины является получение знаний для самостоятельной оценки погрешностей и поиска возможностей их уменьшения при проведении лабораторных и научных исследований.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных» относится к вариативной части дисциплин блока 1, устанавливаемых вузом для бакалавров.

Вариативная часть дает возможность расширения и углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания, навыки и компетенции для успешной профессиональной деятельности или обучения в магистратуре, а также в аспирантуре.

Для усвоения данной дисциплины требуется изучить следующие предшествующие дисциплины:

- высшая математика: основы дифференциального и интегрального исчисления, матрицы и определители;
- информатика: основы программирования, математическое моделирование, методы компьютерной графики, компьютерные методы сбора, хранения и обработки информации;

Дисциплина «Обработка экспериментальных данных» изучается путем чтения лекций и проведения практических занятий.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);
- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

В результате изучения дисциплины студент должен:

*иметь представление:*

– о способах уменьшения погрешностей при обработке экспериментальных данных (ОПК-2);

– об обработке и анализе информации при проведении лабораторных работ или любых измерениях (ОПК-1);

*знать:*

– методы хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных (ОПК-1);

– методы анализа и моделирования (ОПК-2);

*уметь:*

– в профессиональной деятельности формулировать методы обработки экспериментальных данных (ОПК-1);

*иметь практические навыки:*

– составления и использования программ для обработки экспериментальных данных (ОПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

№ 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	Введение. Неизбежность погрешностей. Оценка погрешностей при считывании шкалы и в случае многократных измерений. Примеры.	2	1	2	-			2		2/50	
		2	2	-	2			2			
2	Как приводить и использовать погрешности. Наилучшая оценка $\pm$ погрешность. Значащие цифры. Примеры. Сравнение измеренного и принятого значений. Проверка пропорциональности с помощью графика. Относительные погрешности. Значащие цифры и относительные погрешности. Умножение двух измеренных значений. Примеры.	2	3	2	-			2		2/50	
		2	4	-	2			2			
3	Погрешности в косвенных измерениях. Погрешность в прямых измерениях. Сумма и разности; произведение и частные. Независимые погрешности в сумме. Произвольная функция одной переменной. Общая формула для вычисления погрешностей в косвенных измерениях.	2	5	2	-			2		2/50	
		2	6	-	2			2			
4	Статистический анализ случайных погрешностей. Основные понятия и определения. Случайные величины и законы их распределения. Понятие о генеральной совокупности и выборке. Случайные и систематические ошибки. Среднее и стандартное отклонение. Стандартное отклонение как погрешность единичного измерения. Стандартное отклонение среднего. Систематические ошибки.	2	7	2	-			2		2/50	1-й рейтинг-кон.
		2	8	-	2			2			
5	Гистограммы и распределения. Предельные распределения. Нормальные распределения. Оценка числовых характеристик и параметров распределения. Распределение выборочных характеристик. Доверительные интервалы. Графическое представление результатов механических измерений. Критерии для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний.	2	9	2	-			2		2/50	
		2	10	-	2			2			
6	Аппроксимация результатов экспериментальных исследований. Общие замечания об эмпирических формулах. Понятие об интерполировании. О точности интерполяционных формул. Приближение с помощью линейных зависи-	2	11	2	-			2		2/50	
		2	12	-	2			2			

	мостей. Формулы, приводящиеся к линейной.									
7	Функциональные шкалы и их применение. Компьютерное моделирование по результатам ряда экспериментальных исследований при двух, трех и более независимых величинах. Примеры.	2	13	2	-		2		2/50	2-й рейтинг-кон.
		2	14	-	2		2			
8	Аппроксимация методом наименьших квадратов. Расчёт коэффициентов полиномов. Использование таблиц расчета, разработанных на кафедре. Примеры. Аппроксимация другими кривыми методом наименьших квадратов. Примеры.	2	15	2	-		2		2/50	
		2	16	-	2		2			
9	Регрессионный анализ. Проверка значимости коэффициентов при обработке экспериментальных данных. Проверка адекватности модели.	2	17	2	-		2		2/50	3-й рейтинг-кон.
		2	18	-	2		2			
Всего				18	18		36		18/50	зачет

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»**

С целью формирования и развития профессиональных навыков у студентов при проведении лекционных и практических занятий, а также при руководстве самостоятельной работой применяются следующие образовательные технологии.

При проведении лекционных занятий используются электронные средства обучения (ЭСО), разработанного кафедрой. Вид ЭСО – комплект компьютерных слайдов в формате ppt. в количестве 85 единиц. Принципиальное новшество, вносимое компьютером в образовательный процесс, – интерактивность, позволяющая развивать активностно-деятельностные формы обучения.

Перед началом каждой лекции лектор напоминает студентам о тех вопросах, которые были рассмотрены на предыдущих занятиях (лекциях и практических занятиях), а после этого ставим перед аудиторией задачи, которые следует решить.

При проведении практических занятий используются модульное обучение, при котором каждый модуль начинается: а) с входного контроля знаний и умений (для определения уровня готовности обучаемых к предстоящей самостоятельной работе); б) с выдачи индивидуального задания, основанного на таком анализе. Заданием являются: контрольная работа, тесты, устные и письменные опросы. Модуль всегда должен заканчиваться контрольной проверкой знаний. Контролем промежуточным и выходным проверяется уровень усвоения знаний и выработки умений в рамках одного модуля или нескольких модулей. Затем – соответствующая доработка, корректировка, установка на следующий «виток», т.е. последующий модуль.

При этом соблюдается постоянная обратная связь преподавателя и студента. Например, выборочно задается студентам вопрос по некоторым изучаемым в модуле вопросам и студенты дают свои варианты ответов. В этом случае обеспечивается активная роль студентов на занятиях, так как отвечать на вопросы может каждый.

Быстрое развитие вычислительной техники и расширение её функциональных возможностей позволяет широко использовать компьютеры на всех этапах учебного процесса: во время лекции, практических занятий, при самоподготовке, а также для контроля и самоконтроля степени усвоения учебного материала. Использование компьютерных технологий значительно расширило возможности на консультациях, позволяя моделировать различные процессы и явления, натурная демонстрация которых в лабораторных условиях технически очень сложна либо просто невозможна. По некоторым разделам курса кафедрой выпущены учебные пособия, а электронные версии их размещены в электронной библиотеке ВлГУ, а также на сайте кафедры. Это позволяет в любой момент обратиться к источнику. Студентам выдается раздаточный материал (сложные схемы, чертежи и т.д.) с целью уменьшения затрат времени на оформление студентами чертежей и рисунков во время лекции или при проведении практических занятий..

Часто на практических занятиях используются методы проблемного обучения. Схема проблемного обучения, представляется как последовательность процедур, включающих: постановку преподавателем учебно-проблемной задачи, создание для студентов проблемной ситуации; осознание, принятие и разрешение возникшей проблемы, в процессе которого они овладевают обобщенными способами приобретения новых знаний; применение данных способов для решения конкретных задач.

Усвоение студентами знаний, добытых в ходе активного поиска и самостоятельного решения проблем более прочные, чем при традиционном обучении. Кроме того, при таком обучении происходит воспитание активной, творческой личности студента, умеющего видеть и решать нестандартные профессиональные проблемы.

Наконец, при проведении практических занятий или консультаций используется проектный метод обучения. Проектный метод **предполагает решение какой-то проблемы**, предусматривающей, с одной стороны, использование разнообразных методов, с другой – интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники, технологии, творческих областей.

В основе проектного метода лежит развитие познавательных навыков студентов, умений самостоятельно показывать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления. Студентам выдается индивидуальное задание. Под руководством преподавателя студенты решают возникшие проблемные ситуации, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками и умениями и развитие мыслительных способностей. При этом студенты используют учебные компьютерные программы для проведения расчетов, построения графиков.

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

Для подготовки студентов к самостоятельной работе в семестре, а также при проведении практических занятий и самостоятельных домашних заданий каждому студенту выдается типовое индивидуальное задание, которое он должен выполнить самостоятельно. Одна из таких типовых задач решается совместно с преподавателем. Курс заканчивается сдачей зачета.

### 6.1. Самостоятельная работа студента

1. Плотник представил результаты своего измерения высоты дверного проема в виде утверждения, что его наилучшая оценка высоты равна 210 см и что, по его убеждению, высота может составлять величину, лежащую где-то между 205 и 215 см. Перепишите этот результат в стандартной форме  $x_{\text{набл}} \pm \Delta x$ . Прделайте то же для измерений

наилучшая оценка длины = 36 мм,  
вероятный интервал 35,5...36,5 мм;

наилучшая оценка напряжения = 5,3 В,  
вероятный интервал 5,2...5,4 В;

наилучшая оценка измерения = 2,4 с;  
вероятный интервал 2,3...2,5 с.

2. Перепишите следующие ответы в наиболее наглядном виде с нужным числом значащих цифр:

- а. измеренная высота =  $5,03 \pm 0,04329$  м;
- б. измеренное время =  $19,5432 \pm 1$  с;
- в. измеренный заряд =  $-3,21 \cdot 10^{-19} \pm 2,67 \cdot 10^{-10}$ ;
- г. измеренная длина волны =  $0,000000563 \pm 0,00000007$  м.

3. а. Студент измеряет плотность жидкости пять раз и получает результаты (в  $\text{кг}/\text{м}^3$ ): 1,8; 2,0; 2,0; 1,9; 1,8. Что вы могли бы предположить о наилучшей оценке погрешности, основываясь на его измерениях?

б. Ему сказали, что принятое значение равно  $1,85 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Каково различие между его наилучшей оценкой и принятым значением? Считаете ли вы его значимым?

4. Время десяти оборотов диска проигрывателя измеряется путем фиксирования моментов времени начала и конца вращения при помощи второсортных ручных часов с последующим вычитанием одной величины от другой. Если время начала и время конца вращения имеют погрешность по  $\pm 1$  с, то какова погрешность времени десяти оборотов?

5. При измерениях некоторых величин получили следующие результаты:  $a = 5 \pm 1$  см;  $b = 18 \pm 2$  см;  $c = 12 \pm 1$  см;  $t = 3,0 \pm 0,5$  с;  $m = 18 \pm 1$  г. Вычислите следующие величины, их погрешности и относительные погрешности в процентах:  $a + b + c$ ;  $a + b - c$ ;  $c/t$ ;  $4a$ ;  $b/2$ ;  $mb/t$ .

6. Вычислите следующие выражения: а.  $(5 \pm 1) + (8 \pm 2) - (10 \pm 4) =$  б.  $(5 \pm 1) \cdot (8 \pm 2) =$  в.  $(10 \pm 1) / (20 \pm 2) =$  г.  $2\pi(10 \pm 1) =$

7. Турист решает определить глубину колодца, измеряя время падения брошенного в него камня. Он определяет, что время падения равно  $t = 3,0 \pm 0,5$  с. Какова примерная глубина колодца?

8. После пяти измерений получены следующие результаты; 5, 7, 9, 7, 8. Определить среднее статистическое и стандартное отклонение.



## Задачи № 2 для самостоятельного решения

Результаты эксперимента описываются следующими данными (табл. 1-5). Построить с помощью Microsoft Excel графики и найти наиболее приемлемые зависимости для полученных графиков.

Таблица 1

$x$	19,1	25,0	30,1	36,0	40,0	45,1	50,0
$y$	76,30	77,80	79,75	80,80	82,35	83,90	85,10

Таблица 2

$x$	18,2	24,3	31,2	38,3	43,0	50,2	55,4
$y$	78,10	80,15	82,50	85,75	86,50	87,30	89,10

Таблица 3

$x$	18,2	24,3	31,2	38,3	43,0	50,2	55,4
$y$	76,30	77,80	79,75	80,80	82,35	83,90	85,10

Таблица 4

$x$	19,1	25,0	30,1	36,0	40,0	45,1	50,0
$y$	78,10	80,15	82,50	85,75	86,50	87,30	89,10

Таблица 5

$x$	1	2	3	4	5	6	7
$y$	15,3	20,5	27,4	36,6	49,1	65,6	87,8

Таблица 6

$x$	2	3	4	5	6	7	8
$y$	20,5	27,4	36,6	49,1	65,6	87,8	117,6

Таблица 7

$x$	1	2	3	4	5	6	7
$y$	14,7	19,2	25,3	33,4	41,2	48,7	54,3

Таблица 8

$x$	2	3	4	5	6	7	8
$y$	19,2	25,3	33,4	41,2	48,7	54,3	61,2

Таблица 9

$x$	1	2	3	4	5	6	7
$y$	17,4	22,6	30,1	42,3	49,7	64,5	82,3

Таблица 10

$x$	2	3	4	5	6	7	8
$y$	22,6	30,1	42,3	49,7	64,5	82,3	112,4

### 6.2. Рекомендуемые темы рефератов

1. Уменьшение погрешности при прямых и косвенных измерениях.
2. Функциональные шкалы и их применение в измерениях.
3. Косвенные измерения в науке и технике.
4. Принцип выбора необходимого числа измерений при измерении конкретных величин при экспериментальных исследованиях. Привести пример из области исследования двигателей внутреннего сгорания.
5. Суммирование погрешностей отдельных блоков сложных измерительных средств в следующих случаях:
  - когда блоки обладают независимыми друг от друга погрешностями;
  - когда погрешности отдельных блоков имеют взаимную корреляционную связь.
6. Принципы учета (оценки и определения) систематических и случайных погрешностей.
7. Определения погрешности измерения мощности двигателя при стендовых испытаниях, если известны погрешности измерения крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала.
8. Классификация средств измерения.

9. Классификация систематических погрешностей.
10. Предельная абсолютная и относительная погрешности.
11. Источники возникновения грубой погрешности.
12. Рекомендации по точности обработки числового экспериментального материала.
13. Дискретные и непрерывные случайные величины.
14. Графики функций распределения дискретной и непрерывной случайных величин.
15. Построение гистограмм.
16. Принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований.
17. Схемные методы коррекции систематических погрешностей.
18. Определение «поправки» для учета систематических погрешностей.
19. Динамические погрешности измерений.
20. Чувствительность и вариация показаний измерительных приборов.

### **6.3. Вопросы к зачету**

1. Что называется принципом и методом измерения? В чем заключается различие между ними?
2. Что называется средством измерения? Приведите их классификацию.
3. Поясните отличия между измерительным прибором и измерительной системой.
4. Чем отличается измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) от других средств измерений?
5. Каковы основные задачи метрологической службы?
6. Что называется поверкой средств измерений, в чем она заключается?
7. Поясните различие между прямыми и косвенными измерениями?
8. В каких случаях прибегают к косвенным измерениям?
9. Дайте пример косвенных измерений из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
10. Почему в задачу измерения входит не только нахождение самой измеряемой величины, но и оценка допущенной погрешности?
11. Дайте определения абсолютной и относительной погрешностей.
12. Что называется предельной абсолютной и предельной относительной погрешностями измерения?
13. Поясните, какое качество измерения иногда называют точностью.
14. Дайте определения систематической и случайной погрешностей измерения. Что является источниками возникновения указанных типов погрешностей?
15. Что называется грубой погрешностью измерения? Каковы источники ее возникновения?
16. Приведите несколько примеров систематических, случайных, грубых погрешностей измерения из областей экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
17. Поясните на примере, каким образом один и тот же негативный эффект может в одном случае вызывать появление случайных погрешностей, а в другом систематических.
18. Каковы принципы учета (оценки и определения) систематических и случайных погрешностей?
19. Дайте классификацию систематических погрешностей, исходя из причин их появления.
20. Приведите примеры методических, инструментальных, субъективных погрешностей измерения из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.



21. Что называется «поправкой» (применительно к учету систематических погрешностей)?
22. Приведите примеры схемных методов коррекции систематических погрешностей.
23. Что такое динамические погрешности измерений? Когда они проявляются? Каковы причины их возникновения? Приведите примеры.
24. Что называется чувствительностью и вариацией показаний измерительного прибора?
25. Что называется основной погрешностью измерительного прибора?
26. Каковы принципы суммирования погрешностей отдельных блоков сложных измерительных средств в следующих случаях:
  - когда блоки обладают независимыми друг от друга погрешностями;
  - когда погрешности отдельных блоков имеют взаимную корреляционную связь.
27. Как определяют погрешность искомой величины при косвенном измерении последней?
28. Приведите пример определения погрешности измерения мощности двигателя при стендовых испытаниях, если известны погрешности измерения крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала.
29. Как определяют погрешность принятого метода измерения? Какие существуют пути для уменьшения погрешности метода? Приведите пример из области экспериментальных исследований двигателя внутреннего сгорания.
30. Поясните, какие существуют рекомендации по точности обработки числового экспериментального материала? Приведите пример из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
31. Поясните принцип выбора необходимого числа измерений при измерении конкретных величин при экспериментальных исследованиях. Приведите пример из области исследования двигателей внутреннего сгорания.
32. Какие события называют случайными? Приведите примеры случайных событий.
33. Какие события образуют полную группу несовместимых событий?
34. Сформулируйте классическое определение вероятности события. В каких пределах изменяется вероятность события ?
35. Какие события называются независимыми ?
36. Какая величина называется случайной величиной ?
37. Дайте определения дискретной и непрерывной случайных величин. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.
38. Что называется законом распределения случайной величины ?
39. Что называется рядом распределения дискретной случайной величины ?
40. Как, зная функцию распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал ?
41. В чем состоит различие графиков функций распределения дискретной и непрерывной случайных величин ?
42. Дайте определение плотности распределения вероятностей. Пригодно ли понятие плотности распределения вероятностей для дискретной случайной величины ?
43. Как, зная плотность распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал ?
44. Что называется математическим ожиданием непрерывной случайной величины ?
45. Как можно истолковать математическое ожидание механически ?
46. Что называется средним квадратическим отклонением случайной величины ?

47. Дайте определение дисперсии случайной величины.
48. Какое распределение случайной величины называется нормальным распределением?
49. Чему равна площадь, заключенная между кривой плотности нормального распределения и осью абсцисс ?
50. Что называется модой случайной величины ? Что называется медианой случайной величины ?
51. Как определить вероятность попадания в данную область ?
52. Дайте понятие выборки.
53. Что называется статистической функцией распределения?
54. Что такое гистограмма?
55. Дайте определение выборочного среднего значения случайной величины.
56. Что такое выборочная дисперсия, и как она определяется?
57. Что является средним значением выборочной дисперсии?
58. Что используют для оценки стандартного отклонения средней выборочной величины?
59. Что такое доверительные интервалы, и как они определяются?
60. С какой целью определяются доверительные интервалы?
61. Что такое критерий значимости?
62. Дайте определение коэффициенту доверия.
63. Как строятся доверительные интервалы?
64. Что называется доверительной вероятностью (надежностью)?
65. Какая оценка параметра называется состоятельной?
66. Какая оценка параметра называется несмещенной?
67. Какие критерии используют для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний?
68. В чем заключается принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований?
69. Какие коэффициенты полиномов определяются методом наименьших квадратов?
70. В чем сущность приема определения коэффициентов полиномов без решения уравнений при обработке экспериментальных данных?
71. Что необходимо для определения коэффициентов полиномов с помощью таблиц, приведенных в прил. 2 ?
72. Почему определяемые методом наименьших квадратов коэффициенты полиномов называются наивероятнейшими значениями?
73. Почему коэффициенты полиномов, определяемые с помощью таблиц, отличаются при четном и нечетном числе наблюдений?
75. Почему возникает необходимость перейти к новой переменной, если коэффициенты полиномов определяются с помощью таблиц?
76. Какое важное условие должно соблюдаться при обработке экспериментальных данных, чтобы использовались новые переменные?
77. Какие последовательные значения принимает новая переменная при нечетном числе наблюдений?
78. Какие последовательные значения принимает новая переменная при четном числе наблюдений?

## 6.4. Задание на рейтинг-контроль

### 1-й рейтинг-контроль

1. Что называется принципом и методом измерения? В чем заключается различие между ними?
2. Что называется средством измерения? Приведите их классификацию.
3. Поясните отличия между измерительным прибором и измерительной системой.
4. Чем отличается измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) от других средств измерений?
5. Каковы основные задачи метрологической службы?
6. Что называется поверкой средств измерений, в чем она заключается?
7. Поясните различие между прямыми и косвенными измерениями?
8. В каких случаях прибегают к косвенным измерениям?
9. Дайте пример косвенных измерений из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
10. Почему в задачу измерения входит не только нахождение самой измеряемой величины, но и оценка допущенной погрешности?
11. Дайте определения абсолютной и относительной погрешностей.
12. Что называется предельной абсолютной и предельной относительной погрешностями измерения?
13. Поясните, какое качество измерения иногда называют точностью.
14. Дайте определения систематической и случайной погрешностей измерения. Что является источниками возникновения указанных типов погрешностей?
15. Что называется грубой погрешностью измерения? Каковы источники ее возникновения?
16. Приведите несколько примеров систематических, случайных, грубых погрешностей измерения из областей экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
17. Поясните на примере, каким образом один и тот же негативный эффект может в одном случае вызывать появление случайных погрешностей, а в другом систематических.
18. Каковы принципы учета (оценки и определения) систематических и случайных погрешностей?
19. Дайте классификацию систематических погрешностей, исходя из причин их появления.
20. Приведите примеры методических, инструментальных, субъективных погрешностей измерения из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.
21. Что называется «поправкой» (применительно к учету систематических погрешностей)?
22. Приведите примеры схемных методов коррекции систематических погрешностей.
23. Что такое динамические погрешности измерений? Когда они проявляются? Каковы причины их возникновения? Приведите примеры.
24. Что называется чувствительностью и вариацией показаний измерительного прибора?

### 2-й рейтинг-контроль

1. Что называется основной погрешностью измерительного прибора?
2. Каковы принципы суммирования погрешностей отдельных блоков сложных измерительных средств в следующих случаях:
  - когда блоки обладают независимыми друг от друга погрешностями;

– когда погрешности отдельных блоков имеют взаимную корреляционную связь.

3. Как определяют погрешность искомой величины при косвенном измерении последней?

4. Приведите пример определения погрешности измерения мощности двигателя при стендовых испытаниях, если известны погрешности измерения крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала.

5. Как определяют погрешность принятого метода измерения? Какие существуют пути для уменьшения погрешности метода? Приведите пример из области экспериментальных исследований двигателя внутреннего сгорания.

6. Поясните, какие существуют рекомендации по точности обработки числового экспериментального материала? Приведите пример из области экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания.

7. Поясните принцип выбора необходимого числа измерений при измерении конкретных величин при экспериментальных исследованиях. Приведите пример из области исследования двигателей внутреннего сгорания.

8. Какие события называют случайными? Приведите примеры случайных событий.

9. Какие события образуют полную группу несовместимых событий?

10. Сформулируйте классическое определение вероятности события. В каких пределах изменяется вероятность события ?

11. Какие события называются независимыми ?

12. Какая величина называется случайной величиной ?

13. Дайте определения дискретной и непрерывной случайных величин. Приведите примеры дискретных и непрерывных случайных величин.

14. Что называется законом распределения случайной величины ?

15. Что называется рядом распределения дискретной случайной величины ?

16. Как, зная функцию распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал ?

17. В чем состоит различие графиков функций распределения дискретной и непрерывной случайных величин ?

18. Дайте определение плотности распределения вероятностей. Пригодно ли понятие плотности распределения вероятностей для дискретной случайной величины ?

19. Как, зная плотность распределения, найти вероятность попадания случайной величины в заданный интервал ?

20. Что называется математическим ожиданием непрерывной случайной величины ?

21. Как можно истолковать математическое ожидание механически ?

22. Что называется средним квадратическим отклонением случайной величины ?

23. Дайте определение дисперсии случайной величины.

24. Какое распределение случайной величины называется нормальным распределением?

25. Чему равна площадь, заключенная между кривой плотности нормального распределения и осью абсцисс ?

26. Что называется модой случайной величины ? Что называется медианой случайной величины ?

27. Как определить вероятность попадания в данную область ?

28. Дайте понятие выборки.

29. Что называется статистической функцией распределения?

30. Что такое гистограмма?

31. Дайте определение выборочного среднего значения случайной величины.
32. Что такое выборочная дисперсия, и как она определяется?
33. Что является средним значением выборочной дисперсии?
34. Что используют для оценки стандартного отклонения средней выборочной величины?
35. Что такое доверительные интервалы, и как они определяются?
36. С какой целью определяются доверительные интервалы?

### **3-й рейтинг-контроль**

1. С какой целью определяются доверительные интервалы?
2. Что такое критерий значимости?
3. Дайте определение коэффициенту доверия.
4. Как строятся доверительные интервалы?
5. Что называется доверительной вероятностью (надежностью)?
6. Какая оценка параметра называется состоятельной?
7. Какая оценка параметра называется несмещенной?
8. Какие критерии используют для отбрасывания резко выделяющихся результатов испытаний?
9. В чем заключается принцип наименьших квадратов, используемый при обработке результатов экспериментальных исследований?
10. Какие коэффициенты полиномов определяются методом наименьших квадратов?
11. В чем сущность приема определения коэффициентов полиномов без решения уравнений при обработке экспериментальных данных?
12. Что необходимо для определения коэффициентов полиномов с помощью таблиц, приведенных в прил. 2 ?
13. Почему определяемые методом наименьших квадратов коэффициенты полиномов называются наивероятнейшими значениями?
14. Почему коэффициенты полиномов, определяемые с помощью таблиц, отличаются при четном и нечетном числе наблюдений?
15. Почему возникает необходимость перейти к новой переменной, если коэффициенты полиномов определяются с помощью таблиц?
16. Какое важное условие должно соблюдаться при обработке экспериментальных данных, чтобы использовались новые переменные?
17. Какие последовательные значения принимает новая переменная при нечетном числе наблюдений?
18. Какие последовательные значения принимает новая переменная при четном числе наблюдений?

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»**

а) основная литература:

1. Земцов В.М. Основы теории вероятности и математической статистики (электронный ресурс). Учебное пособие. М.:АСВ, 2013 – 540 с.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939101.html>
2. Никитин О.Р. Обработка экспериментальных данных (электронный ресурс):конспект лекций/ О.Р. Никитин; Владим. гос. ун-т имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. 2012 – 229 с.  
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2926/1/00164.doc>.

3. Яковлев В.П. Теория вероятности и математическая статистика ((электронный ресурс). Учебное пособие. М.: Дашков и К, 2012 – 184 с.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394016363.html>.

б) дополнительная литература:

1. Гоц А.Н., Горнушкин Ю.Г. Погрешности измерений при экспериментальных исследованиях двигателей внутреннего сгорания. Учеб. пособие/ Владим. гос. ун-т. – Владимир, 2003. – 64 с.

2. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа: учеб. пособие./Э.А. Вуколов – 2-е изд., исп. и доп. – М.: ФОРУМ: интра-м, 2014. – 464 с.

3. Семин В.А., Семина С.М. Основы получения и обработки экспериментальных данных: учебно-методическое пособие. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 68 с.

в) периодические издания: журналы «Двигателестроение», «Дизель», «Известия вузов Машиностроение»

в) интернет-ресурсы

<http://window.edu.ru/resource/635/19635/files/metod551.pdf>;

<https://yandex.ru/search/?lr=192&msid=22883.3563.1455454546.93413>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»**

Для выполнения самостоятельных работ и при проведении практических занятий используются ПК в компьютерной классе кафедры. Используются программы Mathcad 12, MATLAB, EXCEL а также программы, разработанные на кафедре.



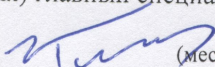
Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению 13.03.13 «Энергетическое машиностроение», утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1083 от 01. 10. 2015 года, применительно к учебному плану направления 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (уровень высшего образования бакалавриат), утвержденному ректором ВлГУ 03.11.2015 г.

Рабочую программу составил профессор кафедры ТД и ЭУ, д.т.н.



А.Н. Готц

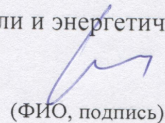
Рецензент

(представитель работодателя) главный специалист ООО «ЗИП «КТЗ» г. Владимир  
д.т.н.  А.Р. Кульчицкий  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № 9 от 10.11.15 года

Заведующий кафедрой «Тепловые двигатели и энергетические установки»



В.Ф. Гуськов

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Протокол № 6 от 11.11.15 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  /Гуськов В.Ф./

(ФИО, подпись)

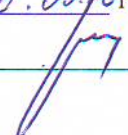


**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 06.09.16 года

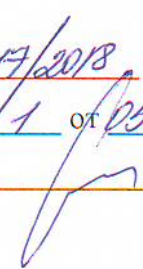
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

 В. Ф. Туськов

Рабочая программа одобрена на 2017/2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 25.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

 В. Ф. Туськов

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 24 от 04.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

