

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФМАТ  Рязжских В.И.  
«26» марта 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**«Методы обработки результатов испытаний»**

**Направление подготовки** 21.03.01 Нефтегазовое дело

**Профиль** Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

**Квалификация выпускника** бакалавр

**Нормативный период обучения** 4 года / 5 лет

**Форма обучения** очная / очно-заочная

**Год начала подготовки** 2019


Автор программы

 / Бородкин В.В. /

Заведующий кафедрой  
Нефтегазового  
оборудования и  
транспортировки

 / Валюхов С.Г. /

Руководитель ОПОП

 / Валюхов С.Г. /

Воронеж 2019

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины** - ознакомление с теоретическими положениями и основами теории обработки результатов экспериментальных исследований применительно к базовым испытаниям технических устройств нефтегазопроводов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- получение навыков в разработке методики проведения экспериментов на основании технических требований или условий проведения испытаний, а также в отработке полученных результатов при помощи дисперсионного и регрессионного анализа;

- умение составлять математические модели дисперсионного и регрессионного анализа для того или иного планов экспериментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы обработки результатов испытаний» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы обработки результатов испытаний» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы.
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы обработки результатов испытаний» составляет 5 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	108	108
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**очно-заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	32	32
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	112	112
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение  
трудоемкости по видам занятий  
очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основы обработки экспериментальных данных. Методы статистической обработки результатов.	Основные понятия и определения. Научный и промышленный эксперимент. Характеристики случайных величин. Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. Определение доверительных интервалов. Ошибки первого и второго рода. Стандартная обработка результатов эксперимента. Выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия. Статистические гипотезы. Нулевая, альтернативные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Мощность критерия. Оперативная характеристика и функция	4	2	18	24

		мощности. Робастные методы обработки данных.				
2	Однофакторный эксперимент. Факторные эксперименты.	Математическая модель однофакторного эксперимента. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип рандомизации. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных. Математическая модель, методы обработки экспериментальных данных. Эксперименты с группировкой (иерархические эксперименты), математическая модель, отличие от перекрестной схемы. Блочные факторные эксперименты. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом. Способы разбиений полного факторного эксперимента (ДФЭ) на дробные реплики. Определение эффектов смешиваемых между собой в ДФЭ и потеря информации.	6	2	16	24
3	Дополнительные методы обработки экспериментальных данных.	Методы разделения средних арифметических. Корреляционный анализ. Дисперсионный анализ.	2	2	20	24
4	Регрессионный анализ.	Метод наименьших квадратов (МНК) как частный случай метода максимального правдоподобия. Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации. Поверхность отклика, применение ДФЭ для получения уравнения регрессии. Аппроксимация ортогональными функциями.	2	2	20	24
5	Планирование эксперимента.	Планирование эксперимента при поиске оптимума поверхности. Использование ДФЭ, ортогональные планы. Планирование эксперимента на симплексе.	2	4	18	24
6	Методы компьютерной обработки экспериментальных данных.	Применение программных статистических комплексов при обработке экспериментальных данных (на базе основных модулей MS Excel). Основные характеристики и возможности.	2	4	18	24
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>	<b>144</b>

### очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основы обработки экспериментальных данных. Методы статистической обработки результатов.	Основные понятия и определения. Научный и промышленный эксперимент. Характеристики случайных величин. Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. Определение доверительных интервалов. Ошибки первого и второго рода. Стандартная обработка результатов эксперимента. Выборка, среднее, мода, медиана, дисперсия. Статистические гипотезы. Нулевая, альтернативные гипотезы. Критерии проверки гипотез. Мощность критерия. Оперативная характеристика и функция мощности. Робастные методы обработки данных.	2	2	20	24
2	Однофакторный эксперимент. Факторные эксперименты.	Математическая модель однофакторного эксперимента. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип	4	2	18	24

		рандомизации. Ограничения на рандомизацию и получение различных модификаций однофакторного эксперимента. Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных. Математическая модель, методы обработки экспериментальных данных. Эксперименты с группировкой (иерархические эксперименты), математическая модель, отличие от перекрестной схемы. Блочные факторные эксперименты. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом. Способы разбиений полного факторного эксперимента (ДФЭ) на дробные реплики. Определение эффектов смешиваемых между собой в ДФЭ и потеря информации.				
3	Дополнительные методы обработки экспериментальных данных.	Методы разделения средних арифметических. Корреляционный анализ. Дисперсионный анализ.	2	2	18	22
4	Регрессионный анализ.	Метод наименьших квадратов (МНК) как частный случай метода максимального правдоподобия. Одномерная регрессия, полиномиальная регрессия. Остаточный средний квадрат как оценка качества аппроксимации. Поверхность отклика, применение ДФЭ для получения уравнения регрессии. Аппроксимация ортогональными функциями.	4	2	16	22
5	Планирование эксперимента.	Планирование эксперимента при поиске оптимума поверхности. Использование ДФЭ, ортогональные планы. Планирование эксперимента на симплексе.	2	4	20	26
6	Методы компьютерной обработки экспериментальных данных.	Применение программных статистических комплексов при обработке экспериментальных данных (на базе основных модулей MS Excel). Основные характеристики и возможности.	2	4	20	26
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>112</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения, в 8 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Математическая обработка результатов измерений энергетического оборудования ГНП»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- получение навыков в разработке методики проведения экспериментов на основании технических требований или условий проведения испытаний, а также в отработке полученных результатов при помощи дисперсионного и регрессионного анализа;

- умение составлять математические модели дисперсионного и регрессионного анализа для того или иного планов экспериментов.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.	Тест. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы.	Тест. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	Тест. Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

ПК-5	Знать методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.	Тест. Решение стандартных практических задач	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы.	Тест. Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.	Тест. Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Как называется совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений:

- 1) аккредитация;
- 2) идентификация;
- 3) калибровка;**
- 4) контроль;
- 5) надзор;
- 6) поверка.

2. Укажите подгруппы сравнительных методов измерения:

- 1) дифференциальный;**
- 2) косвенные методы;
- 3) методы непосредственной оценки;
- 4) совместные;
- 5) совокупные;
- 6) сравнение с мерой.**

3. Сформулируйте основной постулат метрологии:

- 1) любой отсчет является случайным;**

- 2) отсчет является постоянным, заранее известным числом;
- 3) сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении;
- 4) если при многократном измерении сомнительный результат отдельного измерения отличается от среднего больше чем на три сигмы, то с вероятностью 99% он является ошибочным и его следует отбросить;
- 5) сравнение происходит под влиянием множества случайных и неслучайных факторов, точный учет которых невозможен, а результат совместного воздействия непредсказуем.

4. Какие факторы влияют на результаты измерений:

- 1) **объекты измерений;**
- 2) **методы измерений;**
- 3) **субъекты измерений;**
- 4) цели измерений;
- 5) **средства измерений;**
- 6) **погрешности измерений;**
- 7) **условия измерений.**

5. Что такое погрешность:

- 1) минимальное изменение измеряемой величины, которое вызывает изменение выходного сигнала;
- 2) область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности измерительных средств
- 3) область значения шкалы, ограниченная конечным и начальным значением шкалы;
- 4) **отклонение действительного результата измерений от истинного значения измеряемой величины;**
- 5) разность значений величины, соответствующая двум соседним отметкам шкалы.

6. Укажите виды погрешностей по причинам возникновения.

- 1) абсолютные;
- 2) динамические;
- 3) дополнительные;
- 4) **инструментальные;**
- 5) **методические;**
- 6) основные;
- 7) **субъективные.**

7. Укажите группы погрешностей по характеру изменения результатов:

- 1) абсолютные;
- 2) динамические;
- 3) дополнительные;
- 4) основные;
- 5) относительные;
- 6) **систематические;**
- 7) **случайные;**
- 8) статические.



8. Укажите виды погрешностей по изменчивости физической величины:

- 1) абсолютные;
- 2) **динамические;**
- 3) дополнительные;
- 4) систематические;
- 5) **статические.**

9. Что такое абсолютная погрешность:

1) **отклонение действительного результата измерений от истинного значения измеряемой величины;**

2) погрешность, определяемая в нормальных условиях работы средства измерений;

3) погрешность, дополнительно возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального значения;

4) отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины.

10. Что такое относительная погрешность:

1) отклонение действительного результата измерений от истинного значения измеряемой величины;

2) погрешность, возникающая при нормальных внешних условиях;

3) погрешность, возникающая при изменении внешних условий;

4) **отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины.**

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Какие погрешности регламентированы нормативными документами:

- 1) абсолютные;
- 2) грубые;
- 3) динамические;
- 4) **допустимые;**
- 5) относительные
- 6) систематические.

2. Укажите способ обнаружения грубых погрешностей при однократных измерениях:

- 1) математическая обработка результатов измерений;
- 2) повторение измерений и превращение их в многократные
- 3) правило «трех сигм»;

4) **сопоставление результатов с заранее известным представлением о нем;**

5) статистический анализ результатов.

3. Укажите способ обнаружения грубых погрешностей при многократных измерениях:

- 1) математическая обработка результатов измерений;
- 2) повторение измерений и превращение их в многократные
- 3) правило «трех сигм»;

4) сопоставление результатов с заранее известным представлением о нем;

### **5) статистический анализ результатов.**

4. Укажите способы устранения грубых погрешностей при однократных измерениях:

- 1) математическая обработка результатов измерений;
- 2) повторение измерений и превращение их в многократные;**
- 3) правило «трех сигм»;
- 4) сопоставление результатов с заранее известным представлением о нем;
- 5) статистический анализ результатов.

5. Укажите способы устранения грубых погрешностей при многократных измерениях:

- 1) математическая обработка результатов измерений;**
- 2) повторение измерений и превращение их в многократные;
- 3) правило «трех сигм»;**
- 4) сопоставление результатов с заранее известным представлением о нем;
- 5) статистический анализ результатов.

6. Сформулируйте правило «трех сигм»:

- 1) любой отсчет является случайным;
- 2) отсчет является постоянным, заранее известным числом;
- 3) сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении;

**4) если при многократном измерении сомнительный результат отдельного измерения отличается от среднего больше чем на три сигмы, то с вероятностью 99% он является ошибочным и его следует отбросить;**

5) сравнение происходит под влиянием множества случайных и неслучайных факторов, точный учет которых невозможен, а результат совместного воздействия непредсказуем.

7. Как называется совокупность основополагающих нормативных документов, предназначенных для обеспечения единства измерений с требуемой точностью:

- 1) государственная система обеспечения единства измерений;**
- 2) государственная система стандартизации;
- 3) государственный метрологический контроль;
- 4) государственный метрологический надзор;
- 5) математическая база.

8. Как называется контрольная деятельность в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, осуществляемая уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и заключающаяся в систематической проверке соблюдения установленных законодательством РФ обязательных требований, а также в применении установленных законодательством РФ мер за нарушения, выявленные во время надзорных действий:

- 1) государственная система обеспечения единства измерений;
- 2) государственный метрологический надзор;**

- 3) метрологическая служба;
- 4) метрологическая экспертиза;
- 5) утверждение типа средств измерений.

9. Укажите из перечисленных формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений:

**1) аттестация методик (методов) измерений;**

**2) государственный метрологический надзор;**

3) надзор за выпуском, состоянием и применением средств измерений;

4) надзор за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;

**5) поверка средств измерений.**

10. Можно ли приостановить реализацию предписаний должностного лица, осуществляющего государственный метрологический надзор, при обжаловании его действий:

1) можно;

**2) нельзя;**

3) можно, на время рассмотрения жалобы;

4) правильного ответа нет.

### **7.2.3 Примерный перечень тем для написания рефератов:**

Тема 1. Планы типа «латинский квадрат» и «греко-латинский квадрат».

Тема 2. Методы восхождения по поверхности отклика.

Тема 3. Эксперимент типа  $2^k$ . Матрица планирования эксперимента.

Тема 4. Метод наименьших квадратов.

Тема 5. Воздействующие факторы.

Тема 6. Способы поиска оптимума функции отклика.

Тема 7. Дисперсионный анализ.

Тема 8. Регрессионный анализ.

Тема 9. Корреляционный анализ.

Тема 10. Функция желательности.

Тема 11. Движение по градиенту функции отклика. Крутое восхождение.

Тема 12. Рандомизация.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену:**

1. Что такое случайная величина? Непрерывные и дискретные величины.

2. Что называется вариационным рядом?

3. Что такое относительная частота?

4. Что такое гистограмма? Диаграмма Парето как частный случай гистограмма.

5. Меры среднего уровня. •

6. Меры разброса.

7. Как можно сравнить два вариационных ряда?

8. Как связаны понятия «генеральная совокупность» и «выборка»?
9. Что такое репрезентативность выборки?
10. Случайные и систематические ошибки
11. Может ли быть абсолютно точным результат выборочного исследования?
12. Верно ли, что выборка дает тем лучший результат, чем больше ее объем?
13. Из одной генеральной совокупности сделана 5% выборка, а из другой - 10% выборка. Какая из них более точно отражает "свою" генеральную совокупность?
14. Что такое доверительный интервал?
15. Что такое статистическая гипотеза?
16. В чем смысл коэффициентов асимметрии и эксцесса?
17. Что показывает диаграмма рассеяния?
18. Смысл коэффициента регрессии.
19. Почему эмпирические точки отклоняются от теоретической линии регрессии?
20. Смысл коэффициента корреляции.
21. Найти коэффициент корреляции по следующим данным: x 1 2 3 4 y 40 30 20 10
22. Найти коэффициент корреляции по следующим данным: x 1 2 3 4 5 6 7 y 5 6 6 7 8 8 9
23. В чем отличается интерпретация коэффициентов корреляции и регрессии?
24. В каких границах заключен коэффициент корреляции?
25. Какие значения коэффициента корреляции соответствуют тесной связи?
26. Может ли значение коэффициента корреляции 0 говорить об отсутствии связи?
27. Как проверить значимость коэффициентов корреляции и регрессии?
28. По данным о 10000 объектов оказалось, что между двумя признаками имеется отрицательная корреляция ( $r = -0,0796$ ). Существенна ли эта корреляция? Могла ли она возникнуть в результате случайной выборки из некоррелированной совокупности?
29. В выборке 60 объектов получен коэффициент корреляции, равный 0,68. Может ли это значение быть статистически незначимым?
30. Типы качественных признаков.
31. Чем качественные признаки отличаются от количественных?
32. В анкете имеются следующие пункты: фамилия, национальность, пол, возраст, образование, должность, зарплата. Указать, к каким категориям принадлежат эти признаки.
33. Привести примеры ранговых признаков.
34. Свойства коэффициентов ранговой корреляции.
35. Чем альтернативные признаки качества отличаются от неальтернативных?

36. Математическая статистика. Основные понятия. Непрерывные и дискретные случайные величины. Источники статистических данных при измерительном эксперименте.

37. Генеральные и выборочные совокупности данных. Понятие статистической гипотезы.

38. Типовые законы распределения случайных величин.

39. Вариационный ряд. Характеристики выборочной совокупности данных.

40. Графическое представление выборки. Полигон. Гистограмма.

41. Числовые характеристики положения центра распределения и их связь с систематической погрешностью измерения.

42. Числовые характеристики рассеяния распределения и их связь с случайной погрешностью измерения.

43. Числовые характеристики формы гистограммы распределения

44. Корреляционный анализ измерительной информации. Диаграмма рассеяния

45. Качественные и количественные характеристики корреляции случайных величин. Коэффициент корреляции. Степени корреляции.

46. Регрессионный анализ измерительной информации. Уравнение регрессии как функция преобразования.

47. Связь регрессионного анализа и совместных измерений.

48. Прямая и обратная задачи регрессионного анализа. Основные регрессионные модели.

49. Простая регрессия. Полиномиальная регрессия.

50. Множественная регрессия и ее использование при анализе погрешностей измерений.

51. Взаимосвязь корреляционного и регрессионного анализа измерительной информации.

52. Карты контроля качества как инструмент метрологического обеспечения эксплуатации средств измерений. Качественные (альтернативные) и количественные признаки исправности средств измерений.

53. Карты Шухарта по количественному признаку

54. Карты Шухарта по альтернативному признаку

**7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 2 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 10.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 6 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 8 баллов.*

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основы обработки экспериментальных данных. Методы статистической обработки результатов.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.
2	Однофакторный эксперимент. Факторные эксперименты.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.
3	Дополнительные методы обработки экспериментальных данных.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.
4	Регрессионный анализ.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.
5	Планирование эксперимента.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.
6	Методы компьютерной обработки экспериментальных данных.	ПК-5	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе.

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

8.1.1. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: Учеб. пособие / Александровская Л.Н., Круглов В.И., Кузнецов А.Г. и др. - М.: Логос, 2003. – 736 с.

8.1.2. Назаров Н.Г. Планирование и обработка результатов. - М.: Изд-во стандартов, 2000.

8.1.3. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента. - М.: Мир, 1981.

8.1.4. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник.- М.: Машиностроение, 1985. – 232 с.

8.1.5. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. - М.: Мир, 1972.

8.1.6. Хальд К. Математическая статистика с техническими приложениями. - М.: ил., 1956.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

8.2.1. Электронная информационно-образовательная среда университета <http://eios.vorstu.ru>.

8.2.2. Консультирование посредством электронной почты.

8.2.3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

8.2.4. Программное обеспечение, используемое в образовательном процессе. Электрон. дан. - Режим доступа:

<http://cchgeu.ru/upload/iblock/9a1/perechen-litsenzionnogo-programmnogo-obespecheniya-vgtu.pdf>.

8.2.5. Электронно-библиотечная система (ЭБС), представленная на сайте вуза. Электрон. дан. - Режим доступа:

<http://cchgeu.ru/university/library/dostupnye-ebs/>.

8.2.6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>.

8.2.7. [Petrolibrary.ru](http://petrolibrary.ru). Электрон. дан. - Режим доступа: <http://petrolibrary.ru>.

8.2.8. Газовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.gazprom.ru>.

8.2.9. Нефтегазовая промышленность. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.neftelib.ru/>.

8.2.10. Нефть России. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oilru.com/>.

8.2.11. Информационный сайт инженеров нефти и газа. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.oil-info.ru>.

8.2.12. Нефтегазовая вертикаль. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ngv.ru/>.

8.2.13. Нефтегазовое дело. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://ogbus.ru>.

8.2.14. Нефть и газ – избранное. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://nglib-free.ru/>.

8.2.15. Тех. Лит. ру. Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>.

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

9.1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

9.2. Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

9.3. Компьютерный класс с доступом в интернет.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Методы обработки результатов испытаний» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков в выборе методов измерений регламентируемых параметров магистральных и подпорных нефтяных насосов, газотурбинных компрессоров, обработку и представление результатов измерений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на



	практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.