

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
доцент Двойников М.В.**

**Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА
ПРОЦЕССОВ БУРЕНИЯ***

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль):	Бурение нефтяных и газовых скважин на шельфе
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Мерзляков М.Ю.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математические методы анализа процессов бурения»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 96 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по *направлению подготовки* «21.03.01 Нефтегазовое дело», направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин на шельфе».

Составитель _____ к.т.н., доц. Мерзляков М.Ю.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры бурения скважин от 20.01.2021 г., протокол №5.

Заведующий кафедрой бурения скважин _____ д.т.н., доц. Двойников М.В.

Рабочая программа согласована:

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования _____ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса _____ к.т.н. Романчиков А.Ю.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели дисциплины «Математические методы анализа процессов бурения» – формирование у студентов базовых знаний об основах планирования экспериментов в бурении и обработке их результатов; освоение современного программного обеспечения для решения указанных задач, методах управления этими процессами и основах проектирования необходимых для их выполнения операций; формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие естественнонаучного мышления; ознакомление с методологией научных исследований.

Основными задачами дисциплины являются:

– **изучение** основ планирования экспериментов в бурении и обработке их результатов для проведения буровых работ;

– **овладение** методами планирования лабораторных и производственных экспериментов, обработки их результатов, а также использование этих знаний для установления зависимостей, позволяющих регулировать технологические процессы бурения скважин и устанавливать оптимальное сочетание параметров режима бурения;

– **формирование:** представлений о математических методах для решения типовых профессиональных задач в области бурения скважин; навыков самостоятельного исследования теоретических вопросов и построения простейших математических моделей типовых профессиональных задач; способностей для анализа содержательной интерпретации полученных результатов; мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области математических методов анализа процессов бурения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математические методы анализа процессов бурения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин на шельфе», квалификация бакалавр и изучается в 7-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математические методы анализа процессов бурения» являются «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства», «Технология бурения нефтяных и газовых скважин на шельфе», «Монтаж и эксплуатация бурового оборудования», «Буровые и тампонажные растворы».

Дисциплина «Математические методы анализа процессов бурения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Заканчивание скважин на шельфе», «Реконструкция и восстановление скважин», «Осложнения и аварии при бурении на шельфе», «Гидроаэромеханика и теплообмен в бурении» и ряда специальных дисциплин, в которых рассматриваются процессы бурения скважин и связанные с ними операции, специфичные для данного направления подготовки.

Особенностью дисциплины является применение таких разделов математики, как теория вероятности, математическая статистика и планирование экспериментов с целью сбора, обработки и интерпретации данных, планирования эффективных и информативных экспериментов, принятия решений в условиях неопределённости и осуществления прогнозирования при решении задач, связанных с практикой бурения скважин.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Математические методы анализа процессов бурения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2	<p>УК-2.1. Знать виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность</p> <p>УК-2.2. Уметь проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности</p> <p>УК-2.3. Владеть методиками разработки цели и задач проекта; - методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией</p>
Способность осуществлять оперативное сопровождение технологических процессов в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-4	<p>ПКС-4.1. Знать технологические процессы в области нефтегазового дела для организации работы коллектива исполнителей</p> <p>ПКС-4.2. Уметь принимать исполнительские решения при разбросе мнений и конфликте интересов, определить порядок выполнения работ</p> <p>ПКС-4.3. Владеть навыками оперативного сопровождения технологических процессов в области нефтегазового дела</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	4	4
Подготовка к практическим занятиям	4	4
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36 (Э)	36 (Э)
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак. час.	108
	зач. ед.	3

4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Первичный статистический анализ»	23	12	10	-	1
Раздел 2 «Проверка статистических гипотез»	12	6	6	-	-
Раздел 3 «Корреляционно-регрессионный анализ»	16	6	8	-	2
Раздел 4 «Методы планирования эксперимента»	21	10	10	-	1
Итого:	72	34	34	-	4

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1. Первичный статистический анализ	Понятие о случайной величине, генеральной совокупности и выборке. Оценка параметров распределения случайной величины. Законы распределений случайных величин. Статистический анализ больших и малых выборок. Отбраковка резко выделяющихся результатов. Определение необходимого числа замеров экспериментальных данных. Графическая обработка результатов исследований.	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Раздел 2. Проверка статистических гипотез	Основные понятия и общие принципы теории проверки гипотез. Проверка параметрических статистических гипотез. Непараметрические критерии для проверки статистических гипотез.	6
3	Раздел 3. Корреляционно-регрессионный анализ	Применение корреляционного анализа. Парная линейная и нелинейная однофакторная регрессия. Однофакторная корреляция. Метод наименьших квадратов. Множественная корреляция. Многофакторная регрессия.	6
4	Раздел 4. Методы планирования эксперимента	Планирование эксперимента для изучения механизма явлений. Полный факторный эксперимент. Проверка воспроизводимости опытов. Методика построения полного факторного эксперимента. Обработка результатов полного факторного эксперимента. Дробный факторный эксперимент. Многофакторные эксперименты с ограничениями на рандомизацию. Отсеивающие эксперименты. Дисперсионный анализ. Методы планирования экстремальных экспериментов. Метод градиента. Метод крутого восхождения Бокса-Уилсона. Метод эволюционного планирования. Симплексный метод.	10
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение основных статистических оценок выборки. Отбраковка грубых ошибок. Определение необходимого количества экспериментов. Проверка закона распределения случайной величины. Группировка данных. Графическое представление экспериментальных данных.	10
2	Раздел 2	Оценка значимости различия средних значений двух выборок с использованием критерия Стьюдента. Оценка значимости различия дисперсий двух выборок с использованием критерия Фишера.	6
3	Раздел 3	Парный регрессионный и корреляционный анализ. Применение метода наименьших квадратов. Множественный корреляционный анализ. Множественный нелинейный регрессионный анализ.	8
4	Раздел 4	Оценка влияния двух реагентов на предельное напряжение сдвига буровых растворов. Оценка качества эксперимента и уравнения регрессии. Транспортная задача. Выбор оптимального решения.	10
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Первичный статистический анализ.

1. Что такое генеральная совокупность?
2. Что называется выборкой?
3. Какое максимальное количество экспериментов возможно анализировать малой выборкой?
4. Какую величину называют случайной?
5. Для чего нужна оценочная серия измерений?

Раздел 2. Проверка статистических гипотез.

1. Что такое статистическая гипотеза?
2. Какая гипотеза называется параметрической?
3. Что такое статистический критерий?
4. С чем связана ошибка первого и второго рода?
5. На какие две группы подразделяются непараметрические критерий для проверки гипотез?

Раздел 3. Корреляционно-регрессионный анализ.

1. Назовите виды зависимостей, описывающих эмпирическую связь между двумя случайными величинами?
2. Что изучает корреляционный анализ?
3. В каких пределах изменяется значение коэффициента корреляции?
4. Что исследуется в регрессионном анализе?
5. Какова суть метода наименьших квадратов?

Раздел 4. Методы планирования эксперимента.

1. Какие методы планирования эксперимента используются для изучения механизма явлений?

2. С помощью какого критерия проводят проверку воспроизводимости опытов?
3. Составляющими чего являются вектор-строка и вектор-столбец?
4. Каким числом факторов ограничивается большинство экспериментальных исследований?
5. Каково максимальное количество опытов при ПФЭ?
6. Назовите основные методы поиска оптимальной области активного эксперимента?
7. Что такое область оптимума?
8. Какой метод(ы) позволяет определить условия новых опытов по результатам предыдущих опытов?
9. Возможно ли на основании результатов опытов, выполненных без предварительного плана, найти область оптимальных условий последующих опытов?
10. Дайте расшифровку понятия РЦКП?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Что такое случайная величина, генеральная совокупность и выборка?
2. Что нужно соблюдать при выделении выборки из генеральной совокупности?
3. Какие статистики относятся к мерам разброса случайной величины относительно её среднего значения?
4. Какие существуют методы отбраковки грубых ошибок?
5. В чём состоит сходство и различие между понятиями частота и вероятность?
6. Что такое закон распределения случайной величины?
7. Какие существуют законы распределения для дискретных и непрерывных случайных величин?
8. Что характеризуют коэффициенты асимметрии и эксцесса?
9. Какой интервал называют доверительным?
10. Каким образом осуществляется группировка экспериментальных данных и построение гистограммы?
11. Что такое квантили?
12. Какую гипотезу называют нулевой?
13. Какие гипотезы называют простыми и сложными?
14. Что характеризует уровень значимости?
15. Какова суть критической области и области допустимых значений?
16. Что такое мощность критерия?
17. Какие критерии называются критериями согласия?
18. Каким образом составляется вариационный ряд?
19. Какую связь между величинами называют корреляционной?
20. Что характеризует знак коэффициента корреляции?
21. Что такое аппроксимация?
22. В чём заключается главный принцип метода наименьших квадратов?
23. С помощью каких критериев проверяется адекватность уравнения регрессии и значимость коэффициентов регрессионной модели?
24. В чём состоит суть линеаризации регрессионной модели?
25. В чём состоит отличие выборочного коэффициента корреляции и выборочного корреляционного отношения?
26. В каком диапазоне находятся значения, принимаемые коэффициентов детерминации?
27. Что характеризует частный коэффициент корреляции?
28. Какова задача дисперсионного анализа?
29. Что позволяет выявить метод случайного баланса?

30. Для чего служат планы Плекетта-Бермана?
 31. Что такое функция отклика?
 32. Чем отличается ПФЭ от ДФЭ?
 33. Какова суть метода крутого восхождения Бокса-Уилсона для выхода в область оптимума?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену:

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Случайная величина – это	1. Дискретная величина 2. Непрерывная величина 3. Возможны оба варианта ответа 4. Нет верных вариантов ответа
2.	Среднее значение – это	1. Среднеарифметическое части выборки 2. Среднеарифметическое всех измеренных значений выборки 3. Возможны оба варианта ответа 4. Нет верных вариантов ответа
3.	Наиболее часто встречаемое значение случайной величины – это	1. Медиана 2. Дисперсия 3. Мода 4. Частость
4.	Степень распределения значений случайной величины относительно нормального закона распределения называется	1. Асимметрия 2. Экссесс 3. Доверительный интервал 4. Частость
5.	При исследовании процессов, связанных с бурением скважин, минимальная надёжность равна	1. 0,8 2. 0,9 3. 0,7 4. 1,0
6.	При помощи критерия надёжности оценивают достоверность	1. Доверительной вероятности 2. Коэффициента вариации 3. Доверительного интервала 4. Случайной величины
7.	В каких пределах может находиться корреляционное отношение	1. «-1» – «+1» 2. «0» – «∞» 3. 0 – 1 4. Более «1»
8.	При значении коэффициента корреляции, равном «0» случайные величины	1. Независимы 2. Слабо зависимы 3. Зависимы 4. Нет верного варианта ответа
9.	Для сравнения двух выборок используют	1. Параметрические критерии 2. Параметрические и непараметрические критерии 3. Непараметрические критерии 4. Нет верного варианта ответа
10.	Для параметрического типа критерия сравнения двух выборок применяют критерии	1. Стьюдента и Фишера 2. Фишера и Кохрена 3. Стьюдента, Фишера и Кохрена 4. Стьюдента и Кохрена

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Метод случайного баланса применяется для	1. Выявления доминирующих факторов, влияющих на выходной параметр 2. Для проведения отсеивающего эксперимента 3. Для проведения дисперсионного анализа 4. Для построения гистограммы распределения случайной величины
12.	Функция отклика может быть представлена	1. Графически 2. Аналитически 3. Графически и аналитически 4. Нет верного варианта ответа
13.	Эффект взаимодействия двух факторов называется взаимодействием	1. Первого порядка 2. Второго порядка 3. Третьего порядка 4. Первого и второго порядка
14.	Число опытов полного факторного эксперимента для четырёх факторов равно	1. 4 2. 8 3. 16 4. 32
15.	Если расчётное значение критерия Стьюдента больше табличного, то коэффициенты уравнения регрессии	1. Значимы 2. Незначимы 3. Малозначимы 4. Все варианты ответов верны
16.	Какой метод позволяет определить направление дальнейшего поиска по результатам предыдущих опытов	1. Бокса-Уилсона 2. Метод эволюционного планирования и симплексный метод 3. Симплексный метод 4. Метод эволюционного планирования
17.	Адекватность модели планирования эксперимента оценивается критерием	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Все варианты ответов верны
18.	Статистической гипотезой называется	1. Нулевая гипотеза 2. Альтернативная гипотеза 3. Нулевая и альтернативная гипотеза 4. Нет верного варианта ответа
19.	Если сравнение двух выборок ведётся по их дисперсиям, применяется критерий	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Фишера и Кохрена 4. Кохрена
20.	Дисперсии двух выборок не отличаются, значит верна	1. Нулевая гипотеза 2. Альтернативная гипотеза 3. Нулевая и альтернативная гипотеза 4. Ни одна гипотеза не верна

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Выборка – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Часть генеральной совокупности 2. Полный набор всех возможных значений, принимаемых случайной величиной 3. Пропорция генеральной совокупности 4. Верны все варианты ответов
2.	Мерой отклонения случайной величины от средних значений называется	<ol style="list-style-type: none"> 1. Медиана 2. Среднеквадратическое отклонение 3. Математическое ожидание 4. Асимметрия
3.	Коэффициент вариации показывает	<ol style="list-style-type: none"> 1. Насколько велико рассеяние по сравнению со средним значением случайной величины 2. Отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию 3. Верны оба варианта ответа 4. Нет верного варианта ответа
4.	Какое максимальное количество экспериментов можно анализировать малой выборкой	<ol style="list-style-type: none"> 1. До 10 2. До 20 3. До 30 4. До 40
5.	Критерий Стьюдента позволяет определить	<ol style="list-style-type: none"> 1. Форму корреляционного поля 2. Распределение случайных величин 3. Предельную ошибку выборки и доверительный интервал 4. Закон распределения случайной величины
6.	Что характеризует силу связи между двумя случайными величинами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корреляционное поле 2. Критерий надежности 3. Уравнение регрессии 4. Коэффициент корреляции
7.	При объёме выборки свыше 50 значений для отбраковки резко выделяющихся замеров применяют	<ol style="list-style-type: none"> 1. Правило трёх сигм 2. Метод Башинского 3. Метод Греббса-Смирнова 4. Верны все варианты ответов
8.	Вычисленный критерий надёжности корреляционного отношения равен 3,2, следовательно	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корреляционное отношение значимо 2. Корреляционное отношение незначимо 3. Корреляционное отношение малозначимо 4. Нет верного варианта ответа
9.	Корреляционное отношение измеряется в пределах	<ol style="list-style-type: none"> 1. От «0» до «1» 2. От «-1» до «+1» 3. От одного и выше 4. От «-1» до «0»
10.	Для непараметрического типа критериев сравнения двух выборок применяют критерии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Знаков, Колмагорова 2. Шапиро-Уилка, серий, χ^2 3. Знаков, серий, Вилкоксона-Манна-Уитни 4. Нет верного варианта ответа
11.	Число опытов полного факторного эксперимента для трёх факторов равно	<ol style="list-style-type: none"> 1. 4 2. 8 3. 16 4. 32

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Суммарная величина всех ошибок называется	1. Ошибкой опыта 2. Ошибкой воспроизводимости 3. Верны оба варианта ответа 4. Нет верного варианта ответа
13.	Если табличное значение критерия Кохрена больше расчётного, то опыты считаются	1. Воспроизводимыми 2. Неспроизводимыми 3. Незначимыми 4. Верны 1 и 3 варианты ответа
14.	Адекватность уравнения регрессии можно оценить критерием	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Стьюдента и Фишера
15.	Эффект взаимодействия трёх факторов называется взаимодействием	1. Первого порядка 2. Второго порядка 3. Третьего порядка 4. Четвёртого порядка
16.	Значимость коэффициентов регрессии оценивается критерием	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Фишера и Кохрена
17.	Дисперсии двух выборок отличаются, значит верна	1. Нулевая гипотеза 2. Альтернативная гипотеза 3. Нулевая и альтернативная гипотеза 4. Все гипотезы неверны
18.	Доверительная вероятность при уровне значимости 0,1 равна	1. 0,9 2. 1,0 3. 0,1 4. Верны 2 и 3 варианты ответов
19.	Если корреляционное отношение равно «-0,7», то связь между двумя факторами	1. Отсутствует 2. Обратна пропорциональна 3. Прямо пропорциональна 4. Нет верного варианта ответа
20.	Если число факторов два и уровней каждого фактора два, то мы имеем полный факторный эксперимент типа	1. 2^2 2. 2^3 3. 2^4 4. Нет верного варианта ответа

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Генеральная совокупность – это	1. Значение случайной величины 2. Частичный набор значений случайной величины 3. Полный набор значений случайной величины 4. Верны 1 и 2 варианты ответов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Среднеквадратичное отклонение – это	1. Число, равное квадратному корню из дисперсии 2. Средний член упорядоченного ряда значений 3. Число, равное среднему квадрату отклонений случайной величины от её среднего значения 4. Верны 1 и 2 варианта ответов
3.	Для чего нужна оценочная серия измерений	1. Расчёта точечных оценок серии измерений 2. Определения минимально необходимого и достоверного объёма выборки 3. Верны оба варианта ответа 4. Нет верного ответа
4.	Значение коэффициента корреляции изменяется в пределах	1. От «0» до «+1» 2. От «-1» до «+1» 3. От «-1» до «0» 4. Более «1»
5.	Если теснота связи между двумя случайными величинами равна 0,5, то её считают	1. Хорошей 2. Удовлетворительной 3. Плохой 4. Связь отсутствует
6.	Воспроизводимость опытов проверяется при помощи критерия	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Стьюдента и Кохрена
7.	Связь между двумя случайными величинами может быть	1. Линейной и нелинейной 2. Прямой и обратной 3. Линейной, нелинейной, прямой и обратной 4. Линейной и прямой
8.	Значение коэффициента корреляции равно «1», следовательно связь между величинами	1. Положительная 2. Положительная линейная 3. Положительная нелинейная 4. Связь между величинами отсутствует
9.	Дисперсионный анализ применяют для	1. Оценки влияния каждого из факторов и их комбинаций на выходной параметр 2. Определения дисперсии 3. Оценки отклонения случайной величины от средних значений 4. Верны все варианты ответов
10.	Планы Плекетта-Бермана применяются для	1. Определения объёма выборки 2. Отсеивания несущественных факторов 3. Определения фиктивных факторов 4. Верны все варианты ответов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Основными методами планирования эксперимента являются	1. Полный факторный эксперимент и дробный факторный эксперимент 2. Полный факторный эксперимент, дробный факторный эксперимент, латинские, греко-латинские гипергреко-латинские и комбинационные квадраты 3. Полный факторный эксперимент, латинские, греко-латинские гипергреко-латинские и комбинационные квадраты 4. Дробный факторный эксперимент, латинские, греко-латинские гипергреко-латинские и комбинационные квадраты
12.	Число опытов полного факторного эксперимента для двух факторов равно	1. 4 2. 8 3. 16 4. 32
13.	Если расчётное значение критерия Фишера меньше табличного, то уравнение регрессии считается	1. Воспроизводимым 2. Неадекватным 3. Адекватным 4. Нет верного варианта ответа
14.	К большим выборкам относятся выборки с объёмом	1. От 20 2. От 10 3. От 30 4. От 40
15.	Значимость коэффициента множественной корреляции проверяют по критерию	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Фишера и Стьюдента
16.	Средние арифметические значения двух выборок не отличаются, значит верна	1. Нулевая гипотеза 2. Альтернативная гипотеза 3. Нулевая и альтернативная гипотеза 4. Все гипотезы не верны
17.	Если величина уровня значимости равна 0,05, то надёжность составляет	1. 90 % 2. 50 % 3. 95 % 4. 99 %
18.	Эффект взаимодействия четырёх факторов называется взаимодействием	1. Первого порядка 2. Второго порядка 3. Третьего порядка 4. Четвёртого порядка
19.	Коэффициент корреляции характеризует	1. Тесноту линейной связи между двумя факторами 2. Значимость корреляции 3. Случайную погрешность 4. Нет верного варианта ответа
20.	t -критерием называют критерий	1. Стьюдента 2. Фишера 3. Кохрена 4. Нет верного варианта ответа

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Нескоромных В.В. Оптимизация в геологоразведочном производстве : учебное пособие / В.В. Нескоромных. – Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. – 199 с. – ISBN 978-5-16-010097-5. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009306>.

2. Берикашвили, В.Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы: учебное пособие / В.Ш. Берикашвили, С.П. Оськин. – М. : Издательство Юрайт, 2019. – 164 с.

3. Хуснутдинов, Р.Ш. Математическая статистика: Учебное пособие / Хуснутдинов Р.Ш. – М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 205 с. – ISBN 978-5-16-009520-2. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002159>.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Богачев, А.А. Графики, которые всех убеждают / А.А. Богачев. – Москва: издательство АСТ, 2020. – 240 с.

2. Коган, Е.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / Е.А. Коган, А. А. Юрченко. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 250 с. – ISBN 978-5-16-014235-7. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1052969>.

3. Келлехер, Д. Наука о данных: базовый курс / Джон Келлехер, Брендан Тирни ; пер. с англ.. – Москва : Альпина Паблишер, 2020. – 222 с. – ISBN 978-5-9614-3170-4. – Текст : электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1221800>.

4. Коул, Н.Н. Данные: визуализируй, расскажи, используй. Сторителлинг в аналитике / Н.Н. Коул. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 288 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Математические методы анализа процессов бурения: методические указания к лабораторным работам / сост. М.Ю. Мерзляков, А.Н. Дмитриев. – СПб : СПГУ, 2017. – 48 с. – http://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1544127779.pdf.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

– Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>;

– Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>;

– Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>;

– Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>;

– Электронная библиотека учебников : <http://student.net/>;

– Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>;

– Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки

(РГБ): <http://www.rsl.ru/>;

– КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.

– Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

– Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

– Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

<https://e.lanbook.com/books>.

– Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.

– Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

– Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Учебная аудитория: 44 посадочных места, стол аудиторный для студентов (тип 1, 2) Canvaro ASSMANN – 22 шт., стул – 40, компьютерное кресло 7875 A2S – 4 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт, системный блок – 1 шт. с возможностью доступа к сети «Интернет», монитор ЖК 17" – 2 шт., документ-камера ELMO HV-5600XG – 1 шт., коммутатор Kramer VP201XL1 – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi LVP XD490U – 1 шт, подвес для проектора SMS AERO – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт, экран с пультом настенный выдвижной Dreper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 – 1 шт.

Аудитории для проведения лабораторных работ

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ с общим количеством 18 мест для обучения студентов. Оснащённость: стол компьютерный для студентов, тип 5 – 2 шт., стул – 11 шт., кресло руководителя (натуральная кожа, цвет коричневый) – 1 шт., полукресло с подлокотниками 600×650×950 – 25 шт., компьютерное кресло 7875 A2S –

11 шт., системный блок Ramec Storm – 12 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор ЖК Acer 19" – 12 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014); Microsoft Office Std 2010 RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ с общим количеством 27 мест для обучения студентов. Оснащённость: тренажер-учебный класс АМТ-231П – 17 шт., компьютер CompuMir – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор ЖК 17" Dell – 2 шт., источник бесперебойного питания Poverwave 5115 750i – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST – 1 шт., крепление SMSProjector WLW – 1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S – 1 шт., доска интерактивная Polyvision eno 2610A – 1 шт., доска аудиторная для маркера – 1 шт., рекордер DVD LG HDR899 – 1 шт., масштабатор Kramer VP-720xl – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln – 1 шт., коммутатор Kramer VP-201xl – 1 шт., коммутатор сетевой HP 3100-24 EI – 1 шт., акустическая система Electro-Voice EVID 4.2T – 2 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 – 1 шт., стол – 3 шт., стол компьютерный – 17 шт., шкаф преподавателя ArtM – 1 шт., стол – 2 шт., стул – 27 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014); Microsoft Office Std 2010 RUS (контракт № 0372100009514000092-0003177-01 от 02.09.2014).

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №1, учебно-лабораторный корпус 5): 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №2): 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы (Учебный центр №3): 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS.
2. Microsoft Office Std 2010 RUS.
3. Microsoft Office 2007 Standard.