

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
А.М. Щипачёв**

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ

НЕФТЕГАЗОВОЙ ОБЛАСТИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	21.04.01 Нефтегазовое дело
Направленность (профиль):	Техническая диагностика газотранспортных систем
Квалификация выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Пшенин В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой области» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «21.04.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 97 от 09 февраля 2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по *направлению подготовки* «21.04.01 Нефтегазовое дело» направленность (профиль) «Техническая диагностика газотранспортных систем».

Составитель _____ к.т.н., доцент Пшенин В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры транспорта и хранения нефти и газа от 16.01.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор, д.т.н. Щипачев А.М

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» — формирование у студентов знаний и навыков математического моделирования в задачах нефтегазовой отрасли.

Основными задачами дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» являются:

- изучение базовых понятий и объектов математического моделирования;
- развитие логического мышления;
- освоение навыков математического моделирования в задачах нефтегазовой отрасли;
- решение поставленных задач с помощью математического моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело» и изучается в 1 семестре.

Дисциплина «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Методология проектирования в нефтегазовой отрасли и управление проектами», «Моделирование процессов транспорта углеводородов».

Особенностью дисциплины является способность создания математической модели, что позволит упростить ряд вопросов при решении задач и проектов в нефтегазовой отрасли.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4	ОПК-4.1. Демонстрирует умение самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее ОПК-4.2. Анализирует внутреннюю логику научного знания ОПК-4.3. Анализирует комплекс современных проблем человека, науки и техники, общества и культуры ОПК-4.4. Обосновывает свою мировоззренческую и социальную позицию и применяет приобретенные знания в областях, не связанных с профессиональной деятельностью ОПК-4.5. Определяет основные направления развития инновационных технологий в нефтегазовой отрасли ОПК-4.6. Оценивает инновационные риски ОПК-4.7. Владеет навыками разработки

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		инновационных подходов в конкретных технологиях с помощью АРМ ОПК-4.8. Обрабатывает результаты научно-исследовательской, практической технической деятельности, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование в задачах нефтегазовой области» составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	57	57
Выполнение курсовой работы	23	23
Подготовка к зачету / дифф. зачету	34	34
Промежуточная аттестация – зачет (ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	108	108
зач. ед.	3	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия 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, в том числе курсовая работа
Раздел № 1. «Основные принципы математического моделирования»	17	3	6	–	8
Раздел № 2. «Составление и решение дифференциальных уравнений»	13	2	4	–	7
Раздел № 3. «Теория графов»	13	2	4	–	7
Раздел № 4. «Теория алгоритмов»	13	2	4	–	7
Раздел № 5. «Элементы вариационного исчисления»	13	2	4	–	7
Раздел № 6. «Решение нефтегазовых задач методами мат. физики»	13	2	4	–	7
Раздел № 7. «Преобразование Лапласа»	13	2	4	–	7
Раздел № 8. «Методология конечно-элементного моделирования»	13	2	4	–	7
Итого:	104	17	34	–	57

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	«Основные принципы математического моделирования»	Выбор модели. Упрощение модели. Формализация. Калибровка параметров модели. Верификация модели. Интерпретация результатов	3
2	«Составление и решение дифференциальных уравнений»	Общая характеристика дифференциальных уравнений. Порядок и степень дифференциальных уравнений. Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения. Обыкновенные и частные дифференциальные уравнения. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Начальные и краевые условия	2
3	«Теория графов»	Определение графа и его элементов. Применение теории графов. Основные понятия и термины теории графов. Типы графов. Матричное представление графов. Графовые алгоритмы.	2
4	«Теория алгоритмов»	Определение алгоритма и его роль в информатике. Основные понятия и характеристики алгоритмов. Построение и анализ алгоритмов. Теоретические модели вычислений. Классы сложности	2
5	«Элементы	Определение вариационного исчисления. Уравнение	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	вариационного исчисления»	Эйлера-Лагранжа. Вариационный метод Ритца. Принцип Гамильтона.	
6	«Решение нефтегазовых задач методами мат. физики»	Применение уравнений Навье-Стокса для моделирования потоков жидкости и газа. Моделирование переноса массы и тепла. Моделирование фильтрации в нефтегазовых пластах. Моделирование многокомпонентных потоков.	2
7	«Преобразование Лапласа»	Цель и значение преобразования Лапласа. Преобразование Лапласа для элементарных функций. Свойства преобразования Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.	2
8	«Методология конечно-элементного моделирования»	Метод конечных элементов. Элементы, узлы и сетки конечных элементов. Математические основы метода конечных элементов. Процесс построения конечно-элементной модели. Решение конечно-элементных уравнений.	2
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	«Основные принципы математического моделирования»	Ознакомление с процессом создания математических моделей, составом домашних задач, порядком их оформления для проверки, сроками их представления на проверку и порядком проведения аудиторных занятий.	6
2	«Составление и решение дифференциальных уравнений»	Решение частных дифференциальных уравнений первого порядка	4
3	«Теория графов»	Решение задачи о кратчайшем пути	4
4	«Теория алгоритмов»	Решение задачи о разделении ресурсов в иерархической структуре	4
5	«Элементы вариационного исчисления»	Решение задачи с помощью уравнение Эйлера-Лагранжа	4
6	«Решение нефтегазовых задач методами мат. физики»	Решение нефтегазовых задач с помощью частных дифференциальных уравнений первого порядка	4
7	«Преобразование Лапласа»	Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	4
8	«Методология конечно-элементного моделирования»	Решение задач методом конечных элементов	4
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Построение реологических моделей нефти и их статистическая оценка
2	Оптимизация режимов работы газопроводов с использованием методов теории графов и алгоритмов оптимизации
3	Моделирование распределения давления и температуры в газопроводной сети с применением методологии конечно-элементного моделирования
4	Оптимизация системы контроля и управления газопроводной сетью с использованием методов вариационного исчисления и преобразования Лапласа

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

5.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля

успеваемости

Раздел 1. «Основные принципы математического моделирования»

1. Упрощение модели;
2. Формализация модели;
3. Калибровка параметров модели;
4. Верификация модели;
5. Интерпретация результатов.

Раздел 2. «Составление и решение дифференциальных уравнений»

1. Общая характеристика дифференциальных уравнений;
2. Порядок и степень дифференциальных уравнений;
3. Линейные дифференциальные уравнения;
4. Нелинейные дифференциальные уравнения;
5. Обыкновенные дифференциальные уравнения;
6. Дифференциальные уравнения в частных производных;
7. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
8. Методы решения частных дифференциальных уравнений;
9. Начальные условия;
10. Краевые условия.

Раздел 3. «Теория графов»

1. Определение графа и его элементов;
2. Применение теории графов;
3. Основные понятия и термины теории графов;
4. Типы графов;
5. Матричное представление графов;
6. Графовые алгоритмы.

Раздел 4. «Теория алгоритмов»

1. Характеристики алгоритмов;
2. Построение алгоритмов;
3. Анализ алгоритмов;
4. Теоретические модели вычислений;
5. Классы сложности.

Раздел 5. «Элементы вариационного исчисления»

1. Определение вариационного исчисления
2. Принцип минимума Лагранжа

3. Уравнение Эйлера-Лагранжа.
4. Вариационный метод Ритца.
5. Принцип Гамильтона

Раздел 6. «Решение нефтегазовых задач методами мат. физики»

1. Применение уравнений Навье-Стокса для моделирования потоков жидкости и газа;
2. Моделирование переноса массы и тепла;
3. Моделирование фильтрации в нефтегазовых пластах;
4. Моделирование многокомпонентных потоков;
5. Решение нефтегазовых задач с помощью дифференциальных уравнений.

Раздел 7. «Преобразование Лапласа»

1. Цель и значение преобразования Лапласа;
2. Преобразование Лапласа для элементарных функций;
3. Свойства преобразования Лапласа;
4. Решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа;
5. Обратное преобразование Лапласа.

Раздел 8. «Методология конечно-элементного моделирования»

1. Метод конечных элементов;
2. Элементы, узлы и сетки конечных элементов;
3. Математические основы метода конечных элементов;
4. Процесс построения конечно-элементной модели;
5. Решение конечно-элементных уравнений.

5.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф.зачету (по дисциплине):

1. Как осуществляется выбор математической модели?
2. Какие упрощения используются при создании математической модели?
3. Что такое формализация модели?
4. Как осуществляется проверка математической модели?
5. Как производится калибровка математической модели?
6. Как с помощью модели возможно анализировать влияние факторов на систему?
7. Как осуществляется верификация математической модели?
8. Как осуществляется интерпретации результатов модели?
9. Что такое дифференциальное уравнение?
10. Как используются дифференциальные уравнения при создании математических моделей?
11. Что показывает степень дифференциальных уравнений?
12. Линейное дифференциальное уравнение это...
13. Нелинейное дифференциальное уравнение это...
14. В чем отличие линейных и нелинейных дифференциальных уравнений?
15. Обыкновенное дифференциальное уравнение это...
16. Частное дифференциальное уравнение это...
17. В чем отличие обыкновенных и частных дифференциальных уравнений?
18. Автономная система дифференциальных уравнений это...
19. Неавтономная система дифференциальных уравнений это...
20. В чем отличие автономных и неавтономных дифференциальных уравнений?
21. Какие существуют аналитические методы решения дифференциальных уравнений?
22. Метод интегрирующего множителя это...
23. Метод вариации постоянной это...
24. Какие существуют численные методы решения дифференциальных уравнений?
25. Метод Эйлера это...
26. Метод Рунге-Кутты это...
27. Краевая задача это...

28. Задача Коши это...
29. Как осуществляется метод разделения переменных для краевых задач?
30. Как осуществляется метод разностных схем для краевых задач?
31. Какие существуют примеры моделирования физических процессов с помощью дифференциальных уравнений?
32. Какое программное обеспечение и компьютерные программы используются для математического моделирования?
33. Теория графов это...
34. Вершина графа это...
35. Рёбра графа это...
36. Ориентированные графы это...
37. Неориентированные графы это...
38. В чем отличие ориентированных и неориентированных графов?
39. Какие виды графов существуют?
40. Как осуществляется матричное представление графов?
41. Графовые алгоритмы это...
42. Теория алгоритмов это...
43. К основным свойствам алгоритмов относятся...
44. Как осуществляется построение и анализ алгоритмов?
45. Вариационное исчисление это...
46. Уравнение Эйлера-Лагранжа это...
47. Принцип минимума Лагранжа это...
48. Вариационный метод Ритца это...
49. Зачем нужно вариационное исчисление (области применения)?
50. Какие существуют примеры решения с использованием уравнения Эйлера-Лагранжа?
51. Как используются уравнения уравнений Навье-Стокса для моделирования потоков?
52. Какие основные уравнения для моделирования переноса массы и тепла?
53. Как осуществляется моделирование многокомпонентных потоков?
54. Преобразование Лапласа это...
55. В каких случаях используется преобразование Лапласа?
56. Какие свойства у преобразования Лапласа?
57. Как используются преобразование Лапласа для решения дифференциальных уравнений?
58. Метод конечных элементов это...
59. Какие аспекты необходимо учитывать при построении сетки конечных элементов?
60. Как осуществляется конечно-элементная дискретизация уравнений?

5.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Что является основным критерием для выбора адекватной модели	1. Максимальное количество параметров в модели 2. Минимизация вычислительных затрат 3. Соответствие модели реальным данным и задаче 4. Уровень абстракции модели

2	Какое из следующих утверждений верно описывает упрощение модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Упрощение всегда уменьшает точность модели 2. Упрощение позволяет более эффективно решать задачи 3. Упрощение модели не имеет никакого влияния на результаты 4. Упрощение модели всегда приводит к улучшению прогнозов
3	Что представляет собой процесс формализации при создании модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание модели в естественных словах без математических уравнений 2. Преобразование модельных уравнений в словесное описание 3. Математическое описание модели в виде уравнений и параметров 4. Процесс обучения модели на основе данных
4	Что является целью проверки модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Доказать, что модель всегда дает абсолютно точные результаты 2. Убедиться в соответствии модели реальным данным и задаче 3. Максимально усложнить модель для улучшения точности 4. Подобрать максимальное количество параметров
5	Что представляет собой процесс калибровки модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведение модели к абсолютной идеальности 2. Уменьшение количества параметров в модели 3. Определение параметров модели на основе реальных данных 4. Оценка точности модели на основе статистических методов
6	Какое из следующих утверждений относится к анализу модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ модели всегда приводит к однозначным выводам 2. Анализ модели позволяет оценить ее адекватность и качество 3. Анализ модели идентичен ее калибровке 4. Анализ модели не имеет практической ценности
7	Верификация результатов модели это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подтверждение правильности результатов экспериментально 2. Анализ интерпретации модели 3. Оценка качества графического представления данных 4. Разработка математической модели
8	Что включает в себя интерпретация результатов модели?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверку корректности вычислений 2. Процесс уточнения начальных условий 3. Объяснение значимости и выводов, сделанных на основе модели 4. Поиск альтернативных моделей

9	Что такое дифференциальное уравнение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение с неизвестными числами 2. Уравнение с производными функций 3. Уравнение с целыми числами 4. Уравнение с корнями
10	Какая основная цель использования дифференциальных уравнений в науке?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предсказать будущее событий 2. Провести статистический анализ данных 3. Моделировать изменения величин в зависимости от времени или других переменных 4. Описать статические состояния системы
11	Что определяет степень дифференциального уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Количество производных в уравнении 2. Коэффициенты при производных 3. Количество переменных 4. Степень аппроксимации данных
12	Какой определяющий критерий линейного дифференциального уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Производные только первой степени 2. Все коэффициенты при производных постоянны 3. Есть сумма и разность производных 4. Всегда имеет одно решение
13	Какой определяющий критерий нелинейного дифференциального уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Все коэффициенты при производных постоянны 2. Все производные равны нулю 3. Производные только первой степени и есть произведение этих производных 4. Всегда имеет линейные решения
14	Чем отличаются линейные и нелинейные дифференциальные уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейные уравнения имеют только одно решение, а нелинейные — множество решений 2. Линейные уравнения всегда содержат только производные первой степени, а нелинейные могут содержать производные разных степеней 3. Линейные уравнения всегда имеют аналитические решения, а нелинейные — только численные 4. Линейные уравнения всегда описывают линейные системы, а нелинейные — нелинейные системы
15	Какое утверждение правильно описывает обыкновенное дифференциальное уравнение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обыкновенное дифференциальное уравнение всегда содержит производные первой степени 2. Это уравнение, описывающее зависимость функции от одной или нескольких переменных и ее производных 3. Обыкновенное дифференциальное уравнение всегда имеет аналитические решения 4. Это уравнение, применяемое только в физических науках

16	Как можно наилучшим образом охарактеризовать частное дифференциальное уравнение?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Это уравнение, которое описывает изменение функции относительно времени 2. Это уравнение, в котором производные берутся только по одной переменной 3. Частное дифференциальное уравнение всегда имеет аналитическое решение 4. Это уравнение, которое всегда имеет константные коэффициенты
17	Какое утверждение наиболее точно характеризует разницу между обыкновенными и частными дифференциальными уравнениями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения описывают обычные явления, а частные — необычные 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения зависят только от одной независимой переменной, в то время как частные зависят от нескольких 3. В обыкновенных дифференциальных уравнениях производные всегда берутся по разным переменным, а в частных — по одной и той же переменной 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения всегда имеют более сложные решения, чем частные
18	Какой метод является аналитическим методом решения дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод численного интегрирования 2. Метод разделения переменных 3. Метод Эйлера 4. Метод Рунге-Кутты
19	Какой аналитический метод решения дифференциальных уравнений использует представление функции как произведения функций отдельных переменных?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Эйлера 2. Метод интегрирующего множителя 3. Метод вариации постоянной 4. Метод разделения переменных
20	Какой из перечисленных методов аналитического решения дифференциальных уравнений позволяет учесть дополнительные множители для упрощения уравнения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Рунге-Кутты 2. Метод интегрирующего множителя. 3. Метод Эйлера 4. Метод вариации постоянной

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какой метод является численным методом решения дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Эйлера 2. Метод разделения переменных 3. Метод вариации постоянной 4. Метод интегрирующего множителя
2	Какой численный метод решения дифференциальных уравнений использует приближенное вычисление производных и интегралов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Рунге-Кутты 2. Метод конечных разностей 3. Метод Эйлера 4. Метод разделения переменных

3	Какой из представленных вариантов метод численного решения дифференциальных уравнений наиболее подходит для задач, где нужна высокая точность?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод конечных разностей 2. Метод Эйлера 3. Метод Рунге-Кутты 4. Метод вариации постоянной
4	Что представляет собой метод разделения переменных при решении дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором уравнение разделяется на несколько уравнений и каждое из них рассматривается отдельно 2. Метод, при котором переменные заменяются на числа 3. Метод, при котором уравнение интегрируется методом Эйлера 4. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных
5	Что представляет собой метод интегрирующего множителя при решении дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 2. Метод, при котором умножается обе стороны дифференциального уравнения на подходящую функцию, чтобы сделать уравнение точным 3. Метод, при котором уравнение разделяется на несколько уравнений и каждое из них рассматривается отдельно 4. Метод, при котором переменные заменяются на числа
6	Что представляет собой метод вариации постоянной при решении дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором уравнение разделяется на несколько уравнений и каждое из них рассматривается отдельно 2. Метод, при котором переменные заменяются на числа 3. Метод, при котором постоянные коэффициенты в решении заменяются на функции, содержащие независимую переменную 4. Метод, при котором уравнение интегрируется методом Эйлера
7	Что представляет собой метод Эйлера при решении дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 2. Метод, при котором умножается обе стороны дифференциального уравнения на подходящую функцию, чтобы сделать уравнение точным 3. Метод, при котором приближенное решение находится путем последовательных шагов, используя локальные приближения производных 4. Метод, при котором уравнение разделяется на несколько уравнений и каждое из них рассматривается отдельно

8	<p>Что представляет собой метод Рунге-Кутты при решении дифференциальных уравнений?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором приближенное решение находится путем последовательных шагов, используя локальные приближения производных 2. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 3. Метод, при котором умножается обе стороны дифференциального уравнения на подходящую функцию, чтобы сделать уравнение точным 4. Метод, при котором уравнение разделяется на несколько уравнений и каждое из них рассматривается отдельно
9	<p>Что представляет собой метод конечных разностей при решении дифференциальных уравнений?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором приближенное решение находится путем последовательных шагов, используя локальные приближения производных 2. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 3. Метод, при котором умножается обе стороны дифференциального уравнения на подходящую функцию, чтобы сделать уравнение точным 4. Метод, при котором дифференциальное уравнение заменяется разностным уравнением, описывающим изменение функции на сетке точек
10	<p>Что представляет собой краевая задача в математике и физике?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Задача, которая включает в себя постановку условий на границах области, в которой решается дифференциальное уравнение 2. Задача, которая требует найти решение, начальные условия для которого заданы на границах области 3. Задача, которая описывает изменение функции относительно времени 4. Задача, при которой переменные разделяются на две группы
11	<p>Что представляет собой задача Коши в математике и физике?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Задача, которая включает в себя постановку условий на границах области, в которой решается дифференциальное уравнение 2. Задача, которая требует найти решение, задав начальные условия в одной точке (начальный момент времени) 3. Задача, которая описывает изменение функции относительно времени 4. Задача, при которой переменные разделяются на две группы

12	Какой метод используется для решения краевых задач путем разделения переменных?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 2. Метод, при котором предполагается, что решение задачи может быть представлено как произведение функций, каждая из которых зависит только от одной из независимых переменных 3. Метод, при котором дифференциальное уравнение заменяется разностным уравнением 4. Метод, при котором решение находится путем последовательных шагов
13	Какой метод используется для численного решения краевых задач?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод, при котором дифференциальное уравнение заменяется разностным уравнением на сетке точек в области задачи 2. Метод, при котором уравнение рассматривается как произведение функций отдельных переменных 3. Метод, при котором предполагается, что решение задачи может быть представлено как произведение функций, каждая из которых зависит только от одной из независимых переменных 4. Метод, при котором решение находится путем последовательных шагов
14	Что представляет собой теория графов в математике и информатике?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Область математики, изучающая отношения между объектами, представленными вершинами, и их связи, представленные ребрами 2. Математическая теория, которая занимается изучением чисел 3. Направление в информатике, которое исключительно занимается рисованием графических изображений 4. Теория, изучающая геометрические фигуры
15	Что представляет собой вершина в теории графов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основной элемент графа, представляющий собой объект или точку, с которой связаны ребра 2. Основной элемент графа, представляющий собой линию, соединяющую две вершины 3. Точка на плоскости 4. Графическое изображение
16	Что представляет собой ребро в теории графов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Связь между вершинами, представляющая собой линию или соединительный элемент 2. Основной элемент графа, представляющий собой объект или точку 3. Часть вершины 4. Графическое изображение вершины

17	Что представляет собой ориентированный граф?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Граф, в котором все вершины имеют одинаковую ориентацию 2. Граф, в котором отсутствуют рёбра 3. Граф, в котором каждое ребро имеет направление, указывающее от одной вершины к другой 4. Граф, который можно нарисовать только с помощью компьютерной программы
18	Что представляет собой неориентированный граф?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Граф, в котором рёбра не имеют направления и связывают вершины без указания порядка 2. Граф, в котором вершины равны нулю 3. Граф, в котором вершины имеют числа 4. Граф, который можно нарисовать с помощью компьютерной программы
19	В чем основное отличие между ориентированным и неориентированным графом?	<ol style="list-style-type: none"> 1. В ориентированном графе есть только вершины, а в неориентированном — только рёбра 2. В ориентированном графе каждое ребро имеет направление, а в неориентированном — нет 3. Ориентированный граф всегда больше по размеру, чем неориентированный 4. Неориентированный граф всегда имеет более сложную структуру, чем ориентированный
20	Как осуществляется матричное представление графов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С помощью графического изображения 2. С помощью текстового описания всех вершин и рёбер графа 3. С помощью матриц, где строки и столбцы представляют вершины, а элементы матрицы указывают на наличие или отсутствие рёбер между вершинами 4. С помощью рисунков и схем

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Какие виды графов существуют в теории графов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ориентированные и неориентированные 2. Правильные и неправильные 3. Круглые и острые 4. Полные и неполные
2	Что представляют собой графовые алгоритмы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритмы для работы с фотографиями и изображениями 2. Алгоритмы для решения математических уравнений 3. Алгоритмы, используемые для анализа и обработки графов, такие как поиск кратчайших путей и определение связности 4. Алгоритмы для создания графических изображений

3	Планарный граф это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Граф, который имеет только одну вершину 2. Граф, в котором отсутствуют рёбра 3. Граф, который может быть изображен на плоскости без пересечения рёбер 4. Граф, который имеет только две вершины
4	Теорема Куратовского в теории графов это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теорема, утверждающая, что каждый граф имеет хотя бы одну вершину 2. Теорема, утверждающая, что все графы планарны 3. Теорема, утверждающая, что граф является планарным тогда и только тогда, когда он не содержит подграф, гомеоморфный полному графу на 5 вершинах 4. Теорема, утверждающая, что графы всегда имеют циклы
5	Какие алгоритмы используются для поиска кратчайших путей в графах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алгоритм Дейкстры и алгоритм Флойда-Уоршелла 2. Алгоритмы для создания графических изображений 3. Алгоритмы для сортировки чисел 4. Алгоритмы для распознавания образов на изображениях
6	Что означают понятия "корректность" и "завершаемость" алгоритма?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Корректность — это скорость выполнения алгоритма, а завершаемость — это возможность алгоритма дать верный результат 2. Корректность — это возможность алгоритма завершить выполнение, а завершаемость — это правильность результата 3. Корректность — это правильность результата, а завершаемость — это способность алгоритма завершить выполнение за конечное время 4. Корректность — это количество шагов алгоритма, а завершаемость — это сложность алгоритма
7	Что представляет собой теория алгоритмов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Раздел математики, который изучает общие свойства и закономерности алгоритмов, и разнообразные формальные модели их представления 2. Методы создания графических изображений 3. Искусство создания компьютерных игр 4. Область математики, которая изучает только сложные математические уравнения

8	Что означает сложность алгоритма?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность — это количество шагов, выполняемых алгоритмом 2. Сложность — это мера количества ресурсов, таких как время и память, которые требуются для выполнения алгоритма, в зависимости от размера входных данных 3. Сложность — это степень абстракции алгоритма 4. Сложность — это возможность алгоритма дать верный результат
9	Какие методы используются при разработке алгоритмов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы, такие как декоративное оформление алгоритма и создание пользовательских интерфейсов 2. Методы для создания сложных математических формул 3. Методы для анализа данных 4. Методы для создания графических изображений
10	Что представляет собой Машина Тьюринга в теории алгоритмов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Машина для создания компьютерных игр 2. Математическая абстракция, представляющая собой устройство, способное выполнять последовательные вычисления на бесконечной ленте с ограниченным набором символов 3. Машина для создания графических изображений 4. Машина для автоматического создания текстовых документов
11	Вариационное исчисление это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод численного анализа 2. Метод оптимизации производства 3. Математическая теория, изучающая функционалы и их экстремумы, а также методы нахождения экстремумов функционалов 4. Метод анализа статистических данных
12	Что такое уравнение Эйлера-Лагранжа в контексте вариационного исчисления?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение, описывающее движение объектов в пространстве 2. Уравнение, определяющее необходимые условия экстремума для функционала в вариационной задаче 3. Уравнение, используемое для решения дифференциальных уравнений 4. Уравнение, описывающее изменение состояния вещества в химических реакциях
13	Минимум Лагранжа это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Самую маленькую единицу измерения длины в системе СИ 2. Наименьшее значение функционала в вариационной задаче, которое достигается при соблюдении уравнений Эйлера-Лагранжа 3. Минимальную единицу информации в теории информации 4. Определение момента относительно центра масс

14	Вариационный метод Ритца это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод для определения кратчайших путей в графах 2. Численный метод решения вариационных задач, при котором исходная функция аппроксимируется линейной комбинацией базисных функций, а затем находится минимум функционала по этим коэффициентам 3. Метод для вычисления интегралов с использованием численных методов 4. Метод для анализа временных рядов
15	Какое уравнение используется для моделирования потоков жидкости или газа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение Эйлера-Лагранжа 2. Уравнение Максвелла 3. Уравнение Навье-Стокса 4. Уравнение Шрёдингера
16	Преобразование Лапласа это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод численного интегрирования 2. Математическое преобразование, которое связывает функцию времени с функцией комплексной переменной 3. Преобразование, используемое в геометрии для построения фигур 4. Метод аппроксимации функций
17	Какие свойства характеризуют преобразование Лапласа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейность, смещение во времени, масштабирование по времени 2. Отсутствие свойств, преобразование Лапласа нельзя описать математически 3. Только линейность 4. Только масштабирование
18	Что представляет собой метод конечных элементов в инженерной практике?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод создания математических графов 2. Метод аппроксимации функций с помощью рядов Тейлора 3. Метод анализа сложных геометрических фигур 4. Численный метод для решения дифференциальных уравнений, основанный на дискретизации области на конечные элементы
19	Конечно-элементная дискретизация уравнений в методе конечных элементов это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разбиение области на конечные элементы и аппроксимация решения внутри каждого элемента 2. Анализ свойств элементарных частиц в физике элементарных частиц 3. Исследование геометрии элементов в математике 4. Анализ функций на бесконечных интервалах
20	Какая основная цель использования преобразования Лапласа при решении дифференциальных уравнений?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перевести дифференциальное уравнение в обыкновенное уравнение 2. Перейти из временной области в частотную область и решить уравнение в более удобной форме 3. Преобразовать уравнение в систему линейных уравнений 4. Аппроксимировать уравнение методом Монте-Карло

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

5.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (для дифференцированного зачета)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

1. Трухан А. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения и методы их решения. Ряды. Элементы вариационного исчисления: учебное пособие для вузов / А. А. Трухан, Т. В. Огородникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-6421-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/147233>
2. Горлач Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-46275-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/305219>
3. Нагаева И. А. Основы математического моделирования и численные методы: учебное пособие для вузов / И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-9462-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/233252>
4. Розен В. В. Логико-алгебраические основы дискретной математики / В. В. Розен, Ю. А. Бродская. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 428 с. — ISBN 978-5-507-44212-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/322673>
5. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости / Б. П. Демидович. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 480 с. — ISBN 978-5-507-46908-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/323612>
6. Павловский В. А. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы: учебное пособие для вузов / В. А. Павловский, Д. В. Никущенко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-7054-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/154392>

6.1.2. Дополнительная литература

1. Ганичева А. В. Основы теории функции комплексной переменной. Операционное исчисление: учебное пособие для вузов / А. В. Ганичева. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 148 с. — ISBN 978-5-8114-7271-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/173082>
2. Алпатов Ю. Н. Математическое моделирование производственных процессов / Ю. Н. Алпатов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-507-47126-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/330485>
3. Бычков Ю. А. Непрерывные и дискретные нелинейные модели динамических систем: монография / Ю. А. Бычков, Е. Б. Соловьева, С. В. Щербаков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 420 с. — ISBN 978-5-507-44919-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/249845>
4. Слабнов В. Д. Численные методы и программирование: учебное пособие для СПО / В. Д. Слабнов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 460 с. — ISBN 978-5-8114-9250-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/189402>
5. Гартман Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/126905>

6. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/179611>

6.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Коваленко А. В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 / А. В. Коваленко, А. М. Узденова, М. А. Уртенев, В. В. Никоненко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 228 с. — ISBN 978-5-507-46002-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/292982>

2. Токарева С. А. Прикладная газовая динамика. Численные методы решения гиперболических систем уравнений: учебное пособие / С. А. Токарева. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-3741-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118622>

3. Юдин М. Н. Прикладные методы гармонического анализа: учебное пособие для вузов / М. Н. Юдин, Н. А. Севостьянов, О. М. Юдин. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-8210-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/187583>

4. Круковская Т. Ю. Введение в итерационные методы / Т. Ю. Круковская. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 56 с. — ISBN 978-5-507-45859-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/288950>

5. Гашков С. Б. Теория алгоритмов и вычислений / С. Б. Гашков. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46897-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/352274>

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

1. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

4. Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

5. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

6. Отраслевые сетевые ресурсы:

— <http://www.ndt.ru/>

— <http://www.ndt-is.ru>

— <http://www.ronktd.ru/>

— <http://www.prometeyndt.ru/>

— <http://www.td-luch.ru>

— <http://www.npp-is.ru>

— <http://www.td.ru>

— <http://www.mirndt.ru/>

— http://www.tehnoprogress.ru/expert_ndi.html

— <http://www.mikroakustika.ru/>

— <http://www.avek.ru/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Стол аудиторный - 24 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул аудиторный - 48 шт., кресло преподавателя - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1шт., плакат – 5 шт., доска меловая – 1 шт.

Перекатная мультимедийная установка (ноутбук Acer Aspire7720 (Intel(R) Core (TM)2 Duo CPU T7700 2.40GHz 2 ГБ); мышь проводная GeniusLaser; проектор DLP TexasInstruments VLT-XD600LP; стойка передвижная металлическая многоярусная).

MicrosoftWindowsPro 7 RUS, MicrosoftOfficeStd 2007 RUS, Антивирусное программное обеспечение KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java 8 RuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU ImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager(свободно распространяемое ПО).

Аудитории для проведения практических занятий.

Специализированный компьютерный класс

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012.
- Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011.
- Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011.
- MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29. 11..
- 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 от28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования».
- ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции».
- Открытый конкурс №4(09) от 27.03.2009.
- Открытый конкурс № 36-10(09) от 22.10.2009.
- Открытый аукцион № 38-114А(09) от 22.10.2009.

7.2. Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 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 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

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;
- 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).

7.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)
- Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

7.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7 Professional (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, 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», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования».

2. Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.