

**«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС»**

в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСИС»
от «26» июня 2026 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины
Методы построения цифровых двойников
технологических процессов

Закрепленная кафедра	<u>Кафедра горного дела</u>
Специальность/Направление подготовки	21.05.04 Горное дело
Квалификация	<u>Горный инженер (специалист)</u>
Форма обучения	<u>Очная</u>
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	<u>216</u>
в том числе:	
аудиторные занятия	108
самостоятельная работа	<u>72</u>
часов на контроль	<u>36</u>
Семестр(ы) изучения	<u>10</u>

Формы контроля в семестре:

Экзамен в семестре 10
курсовой проект в 10 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	10		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	54	54	54
Практические	54	54	54
Контактная работа	108	108	108
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36
Итого:	216	216	216

Год набора 2026

Программу составил:
Тараненко Максим Евгеньевич, к.т.н., доцент,
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью

подпись

Рабочая программа дисциплины
Методы построения цифровых двойников технологических процессов

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2026 года набора:
21.05.04 Горное дело, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 26.06.2026г., протокол №5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «18» июня 2026 г. № 8

Зав. кафедрой ГД

подпись

Д.В. Ермолаев
И.О. Фамилия

«18» июня 2026 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав. кафедрой ГД, к.э.н, доцент

подпись

Д.В. Ермолаев
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
Цель дисциплины – формирование у студентов системных знаний о концепции цифровых двойников (Digital Twin) технологических процессов, методах их построения, математическом и программном обеспечении, а также практических навыков создания и использования цифровых двойников для анализа, прогнозирования и оптимизации производственных процессов (в том числе в горной промышленности). Задачи дисциплины: 1. Изучение базовых понятий, архитектуры и жизненного цикла цифровых двойников. 2. Освоение методов математического, имитационного и 3D-моделирования технологических объектов. 3. Формирование навыков сбора, обработки и интеграции данных от реальных объектов (IoT, SCADA) в цифровую модель. 4. Развитие умений проводить верификацию, валидацию и калибровку цифровых двойников. 5. Ознакомление с современными программными средствами (AnyLogic, Simcenter, КОМПАС-3D, системы класса Digital Twin) и их применением в горной отрасли. 6. Приобретение компетенций для решения производственно-технологических задач на основе цифровых двойников.	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (обязательная, вариативная)	Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Математика
2.1.2	Информатика
2.1.3	Базы данных
2.1.4	Электротехника
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Научно-исследовательская работа
2.2.2	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.3	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-7: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, работать с программным обеспечением общего, специального назначения, а также моделировать горно-геологические объекты.	
Знать:	З-1 Принципы построения цифровых двойников, методы математического и 3D-моделирования, архитектуру сбора и обработки данных
Уметь:	У-1 Разрабатывать имитационные модели технологических процессов, подключать источники данных, интерпретировать результаты моделирования.
Владеть навыком:	Н-1 Навыками работы в специализированном ПО для создания цифровых двойников (AnyLogic, Simcenter, MATLAB/Simulink, 3D-пакеты)
ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности	
Знать:	З-1 Методы анализа и оптимизации производственных процессов с использованием цифровых двойников, способы их верификации.
Уметь:	У-1 Применять цифровые двойники для прогнозирования аварийных ситуаций, оптимизации загрузки оборудования, снижения издержек.
Владеть навыком:	Н-1 Навыками интеграции цифровых двойников с корпоративными информационными системами (MES, ERP) и SCADA.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	Раздел 1. Теоретические основы цифровых двойников	10	54			
1.1	Введение в концепцию Digital Twin. Определения, история, уровни зрелости. /лекция/	10	4	ОПК-7: 3-1; ПК-3: 3-1	Л1.1, Л1.2	
1.2	Архитектура цифрового двойника: физический объект, модель, данные, соединение. /лекция/	10	6	ОПК-7: 3-1	Л1.1, Л2.1	
1.3	Методы математического моделирования для цифровых двойников (ODE, DAE, клеточные автоматы, агентное моделирование). /лекция/	10	8	ОПК-7: 3-1	Л1.3, Л2.2	
1.4	Сбор и обработка данных: IoT-датчики, SCADA, промышленные протоколы. Предобработка и очистка данных. /лекция/	10	8	ОПК-7: 3-1; ПК-3: 3-1	Л1.2, Л2.3	
1.5	Технологии 3D-моделирования и визуализации. Связь с BIM / GIS. /лекция/	10	6	ОПК-7: 3-1	Л1.4, Л2.4	
1.6	Верификация, валидация и калибровка цифровых двойников. Методы оценки точности. /лекция/	10	6	ОПК-7: 3-1; ПК-3: 3-1	Л1.1, Л2.1	
1.7	Интеграция цифровых двойников с MES/ERP, применение в задачах предиктивной аналитики. /лекция/	10	8	ПК-3: 3-1	Л1.3, Л2.5	
1.8	Примеры цифровых двойников в горной промышленности (карьеры, обогатительные фабрики, конвейерный транспорт). /лекция/	10	8	ПК-3: 3-1	Л1.2	
2	Раздел 2. Практическая разработка цифровых двойников	10	54			
2.1	Работа в среде имитационного моделирования AnyLogic: создание агентной модели технологического конвейера. /лабораторная работа/	10	12	ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1	Л2.1, Л2.2	
2.2	Подключение к модели данных из SCADA-системы (эмуляция OPC-сервера). /лабораторная работа/	10	10	ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1	Л2.3, Л2.5	
2.3	Построение 3D-цифрового двойника участка горных работ в среде КОМПАС-3D / Unity. /практическое занятие/	10	12	ОПК-7: У-1, Н-1	Л1.4, Л2.4	
2.4	Валидация модели по реальным данным: расчёт критериев точности. /практическое занятие/	10	8	ПК-3: У-1, Н-1	Л1.3, Л2.1	
2.5	Построение цифрового двойника обогатительной фабрики (имитация процесса измельчения). /лабораторная работа/	10	12	ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1	Л2.2, Л2.3	
3	Самостоятельная работа студента	10	72			
3.1	Проработка лекционного материала, изучение литературы по цифровым двойникам.	10	15	ОПК-7: 3-1; ПК-3: 3-1	Л1.1-Л1.4	
3.2	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчётов.	10	24	ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1	Л2.1-Л2.5	
3.3	Выполнение индивидуального домашнего задания: разработка концептуального цифрового двойника заданного технологического узла.	10	18	ОПК-7: Н-1; ПК-3: Н-1	Л2.1, Л2.3, интернет-ресурсы	
3.4	Выполнение курсового проекта	10	15	ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1, Н-1	Л2.1-Л2.5, интернет-ресурсы	
4	Контроль	10	36	–	–	зачет с оценкой

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации (ОПК-7: 3-1; ПК-3: 3-1)

1. Дайте определение цифрового двойника. Назовите основные компоненты архитектуры цифрового двойника.
2. Опишите уровни зрелости цифровых двойников (Digital Twin, Digital Shadow, Digital Model).
3. Какие существуют методы математического моделирования для построения цифровых двойников? Приведите примеры.
4. Какие источники данных используются для наполнения цифрового двойника? Охарактеризуйте протоколы OPC UA, MQTT.
5. Что такое верификация и валидация цифрового двойника? Назовите метрики оценки точности.
6. Какие программные продукты применяются для создания цифровых двойников в промышленности?
7. Приведите примеры использования цифровых двойников в горной промышленности (открытые и подземные работы, обогащение).
8. Каким образом цифровой двойник интегрируется с системами MES/ERP?
9. Что такое предиктивная аналитика на основе цифрового двойника? Как она реализуется?
10. Опишите жизненный цикл цифрового двойника от создания до вывода из эксплуатации. Дайте определение цифрового двойника (Digital Twin). Чем цифровой двойник отличается от обычной имитационной модели и от «цифровой тени» (Digital Shadow)?
11. Опишите типовую архитектуру цифрового двойника технологического процесса. Назовите основные компоненты: физический объект, сенсоры, сеть передачи данных, модель, интерфейс обратной связи.
12. Какие существуют методы математического моделирования для построения цифровых двойников? Приведите примеры использования дифференциальных уравнений, дискретно-событийного, агентного и гибридного подходов.
13. Какие источники и протоколы используются для сбора данных в реальном времени? Охарактеризуйте роль OPC UA, MQTT, Modbus, а также SCADA-систем и промышленных IoT-платформ.
14. Что такое верификация и валидация цифрового двойника? Назовите основные метрики оценки точности (среднеквадратичная ошибка, максимальная абсолютная ошибка, коэффициент детерминации).
15. Опишите процесс калибровки цифрового двойника по реальным данным. Для чего нужны методы оптимизации (например, градиентный спуск, генетический алгоритм) при калибровке?
16. Как цифровой двойник интегрируется с корпоративными системами MES и ERP? Приведите примеры решений: прогнозирование выхода из строя оборудования, оптимизация ремонтов, управление запасами.
17. Приведите конкретные примеры применения цифровых двойников в горной промышленности. Опишите задачи для открытых горных работ (планирование карьера, движение самосвалов) и для обогащательных фабрик (оптимизация режимов измельчения, флотации).
18. Какое программное обеспечение используется для создания цифровых двойников? Сравните возможности AnyLogic, MATLAB/Simulink, Simcenter, PTC ThingWorx, КОМПАС-3D + модули цифровых двойников.
19. Опишите жизненный цикл цифрового двойника от создания до вывода из эксплуатации.
20. Назовите этапы: проектирование, разработка, верификация, эксплуатация (онлайн-режим), обновление модели, вывод.

Тесты (примеры):

1. Какие данные в первую очередь необходимы для калибровки (настройки) имитационной модели цифрового двойника по реальному объекту?
 - a) Техническая документация на оборудование
 - b) Архивные данные работы объекта (входные и выходные переменные за период времени)
 - c) Трёхмерная CAD-модель объекта
 - d) Регламент технического обслуживания
2. Какой подход используется для связи цифрового двойника с реальным оборудованием в режиме, близком к реальному времени?
 - a) Ручной ввод данных через CSV-файл
 - b) Периодическое копирование данных с флеш-накопителя
 - c) Интеграция через OPC UA-сервер, к которому подключены датчики и контроллеры
 - d) Передача данных по электронной почте
3. В среде имитационного моделирования AnyLogic необходимо создать модель, в которой объекты перемещаются по конвейеру, обрабатываются на станциях и покидают систему. Какой тип моделирования наиболее подходит для этой задачи?
 - a) Системная динамика
 - b) Агентное моделирование

- c) Дискретно-событийное моделирование
- d) Сплошное (гидродинамическое) моделирование

4. При верификации цифрового двойника технологического процесса проверяется:

- a) Соответствие модели техническому заданию и отсутствие логических ошибок
- b) Соответствие поведения модели реальному объекту на тестовых данных
- c) Экономическая эффективность внедрения
- d) Удобство интерфейса для пользователя

5. Что из перечисленного является примером предиктивной аналитики на основе цифрового двойника?

- a) Построение трёхмерной визуализации действующего карьера
- b) Расчёт оптимальной загрузки экскаватора на основе прогноза поступления автосамосвалов
- c) Архивирование данных о температуре подшипников за прошлый месяц
- d) Вывод на экран текущего положения конвейерной ленты

6. Какой тип математической модели чаще всего используется для описания динамики уровня пульпы в зумпфе обогатительной фабрики в цифровом двойнике?

- a) Клеточный автомат
- b) Дифференциальное уравнение первого порядка (апериодическое звено)
- c) Конечный автомат на основе правил «если – то»
- d) Статическая регрессия

7. В какой последовательности выполняются типовые шаги создания цифрового двойника?

- a) Калибровка → верификация → сбор данных → создание модели
- b) Сбор данных → создание модели → верификация → калибровка
- c) Создание модели → сбор данных → калибровка → верификация
- d) Сбор данных → верификация → калибровка → создание модели

8. Для чего в цифровых двойниках используется технология 3D-сканирования и обработки облака точек?

- a) Для создания реалистичной геометрической модели существующего оборудования или территории
- b) Для расчёта прочности конструкций
- c) Для автоматического написания программы для контроллера
- d) Для шифрования передаваемых данных

9. При проектировании цифрового двойника ленточного конвейера, какой датчик является критически важным для обнаружения риска обрыва ленты?

- a) Датчик вибрации опорного ролика
- b) Датчик натяжения ленты (тензометрический)
- c) Датчик температуры окружающей среды
- d) Датчик влажности материала

10. Какая метрика точности используется при валидации цифрового двойника, если необходимо оценить максимальное расхождение между моделью и реальным объектом во времени?

- a) Среднеквадратичная ошибка (RMSE)
- b) Коэффициент детерминации (R^2)
- c) Максимальная абсолютная ошибка (MAX E)
- d) Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)

11. Что понимается под «цифровым двойником» (Digital Twin)?

- a) 3D-модель объекта.
- b) Интегрированная динамическая модель физического объекта, обменивающаяся с ним данными в реальном времени.
- c) Статический чертеж в CAD-системе.
- d) Любая компьютерная симуляция.

12. Какой протокол чаще всего используется для промышленного сбора данных в реальном времени?

- a) HTTP
- b) OPC UA
- c) FTP
- d) SMTP

13. Какой метод моделирования позволяет описывать поведение множества независимых активных объектов (агентов) и их взаимодействие?

- a) Конечно-элементный анализ
- b) Агентное моделирование
- c) Дифференциальные уравнения в частных производных
- d) Метод Монте-Карло

Практические задания (ОПК-7: У-1, Н-1; ПК-3: У-1, Н-1)

Задание. Разработать прототип цифрового двойника участка ленточного конвейера на платформе AnyLogic или MATLAB/Simulink.

Исходные данные: геометрия конвейера, скорость ленты, датчики натяжения, электродвигатель (передаточная функция).

Цель: смоделировать изменение натяжения ленты при изменении загрузки; предложить алгоритм предиктивного предупреждения обрыва.

Порядок выполнения:

- Построение структурной схемы.
- Создание имитационной модели.
- Подключение источника данных (файл с историей или эмуляция датчиков).
- Валидация модели.
- Формирование отчета и презентация.

Темы докладов (с презентацией):

1. История развития цифровых двойников: от NASA до современных решений.
2. Сравнение платформ для построения цифровых двойников (AnyLogic, Simcenter, PTC ThingWorx, Microsoft Azure Digital Twins).
3. Методы машинного обучения для калибровки цифровых двойников.
4. Цифровые двойники обогатительных фабрик: опыт внедрения.
5. Безопасность киберфизических систем при использовании цифровых двойников.

Формирование умений и навыков проверяется так же при защите курсового проекта.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Курсовой проект на тему «Разработка комплекса технических средств, функциональных схем автоматизации и визуализации для технологического процесса (дробление / измельчение / флотация / конвейерный транспорт) с заданными параметрами оборудования и уровнем диспетчеризации» (по вариантам). Для выполнения графической части и оформления пояснительной записки рекомендуется использовать программное обеспечение Microsoft Office (П2). Объем пояснительной записки - 20-25 листов формата А4 (10 семестр).
2. Выполнение практических и лабораторных работ из перечня в разделе 4.
3. Доклад с презентацией по заданной теме (по вариантам). Для выполнения работы рекомендуется использовать программное обеспечение Power Point (П1). Структура презентации характеризуется последовательностью, с использованием переходов между слайдами и гипертекстовыми ссылками на отдельные структурные элементы.
4. Тестирование 1,2,3 по Разделам 1,2,3. Тестирование осуществляется в целях текущего контроля студентов в рамках занятий с ограничением по времени не более 45 минут.

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса и 1 практическую задачу. Билеты утверждены заведующим кафедрой.

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

Посещение лекций – 0,5 балла за занятие (макс. 27 баллов)

Выполнение лабораторных работ (3 работы) – по 10 баллов (30 баллов)

Выполнение практических заданий (2 задания) – по 10 баллов (20 баллов)

Индивидуальное домашнее задание – 15 баллов

Тестирование (2 теста) – по 5 баллов (10 баллов)

Итого за семестр – до 100 баллов

Условие допуска к экзамену – наличие не менее 40 баллов семестровой работы.

Методика расчета оценки на экзамене:

- Не менее 60 баллов суммарно (с учётом семестровых) – «удовлетворительно».
- 75–89 баллов – «хорошо».
- 90–100 баллов – «отлично».

Условие допуска к защите курсового проекта – наличие законченной курсовой работы – 60 баллов.

Оценка за защиту курсовой работы.

Ответы на вопросы при защите курсового проекта оцениваются в 40 баллов. Задается не менее 4 вопросов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Г.Н. Просветов, М.М. Смирнов	Цифровые двойники в промышленности: теория и практика	IPR SMART	М.: Юрайт, 2024
Л 1.2	А.В. Бородин, В.С. Ткаченко	Моделирование технологических процессов: от схем к цифровым двойникам	IPR SMART	Лань, 2023
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	К.Ю. Богатырев	Имитационное моделирование в AnyLogic	IPR SMART	М.: Солон-Пресс, 2022
Л 2.2	Е.В. Лякин, А.Н. Трофимов	Цифровые технологии в горном деле: BIM, GIS, Digital Twin	Горная книга, 2024	
Л 2.3	Ф. Тао и др.	Digital Twin Driven Smart Manufacturing	Academic Press, 2021	на англ.
Л 2.4	А.А. Степанов	3D-моделирование и визуализация в задачах автоматизации	ДМК Пресс, 2023	
Л 2.5	Руководство пользователя AnyLogic	–	свободный доступ: www.anylogic.ru	–
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www.google.ru			
Э 2	lms.misis.ru – LMS Moodle НИТУ «МИСИС»			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	Office Professional Plus 2016			
П 2	WINHOME 10 RUS			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» Договор № P97-2025/499 от 18.11.2025г. (НЭБ (ООО))			
И 2	Электронно-библиотечная система «IPRSMART» Лицензионный договор № 13053/25П/86 от 19.09.2025г. (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)			
И 3	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Договор № P97-2025/471 от 06.11.2025г. (ООО «Современные цифровые технологии»)			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)				
7.1	Ауд. 410. Лекционная аудитория. 1. Мультимедийная доска ACTIVboard 387Pro			
7.2	Ауд. 212. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий. 1. Персональный компьютер в сборе FOX MIMO-65090: – системный блок iRu Home412 – 13 шт.; – монитор АОС – 13 шт. 2. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Panasonic PT- LB30NTE; – экран на штативе Projecta Pro View.			
7.3	Ауд. 219. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий. 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Mitsubishi Ex200u; – экран;			

	2. Системный блок Intel – 13 шт.; 3. Монитор LG – 13 шт
7.4	Ауд. 217 Кабинет для самостоятельной работы и курсового проектирования 1. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет": – системный блок Intel Core2Duo E7500 (2,93 GHz, 3072Kb, 1066MHz, LGA775) – 11 шт.; – монитор 20" LED LCD AOS e2043Fs – 11 шт. 2. Плоттер HP DesignJet500;

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная работа студентов по изучению дисциплины базируется на аудиторных и внеаудиторных занятиях. Аудиторные занятия состоят из лекций и практических занятий, которые проводятся по расписанию. Внеаудиторная (самостоятельная) работа предусматривает изучение теоретических основ дисциплины по учебникам и научно-технической литературе.

В программе дисциплины приведено наименование и содержание тем, подлежащих изучению. Темы дисциплины, которые студенты должны изучить самостоятельно, указаны в разделе «Самостоятельная работа». Для самостоятельной работы студентам предоставляются компьютерные классы ГФ НИТУ «МИСИС», также студент может использовать личный ноутбук. В процессе самостоятельной работы студенты используют электронную обучающую систему Moodle, в которую помещены лекции, вопросы для самоподготовки, списки тем для контрольных мероприятий, а также рекомендации и методические руководства.

Знания, умения и навыки, приобретенные студентами на лекциях, практических занятиях и самостоятельно, преподаватель контролирует на экзамене и при защите домашнего задания, отчетов по выполнению практических работ, презентации и тестового контроля.