

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных и практических работ  
по дисциплине «Разработка цифровых двойников  
систем и объектов химических производств» для  
студентов направления  
009.03.02 Информационные системы и технологии

Невинномысск

2025

## Содержание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	1
Тема 1. Введение в цифровые двойники химических производств	
Лабораторная работа № 1. Техническое задание на разработку .....	4
Тема 2. Основы моделирования химических процессов	
Лабораторная работа № 2. Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса смешивания химических компонентов в производстве красок .....	8
Тема 3. Технологии сбора данных в производственных процессах	
Лабораторная работа № 3. Использование цифрового двойника для оптимизации процесса дозирования химических реагентов в производстве удобрений .....	9
Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных	
Практическая работа № 1. Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса производства полимеров .....	10
Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных	
Практическая работа № 2. Использование цифрового двойника для оптимизации процесса очистки и обеззараживания воды на химических заводах .....	11
Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных	
Практическая работа № 3. Применение цифровых двойников для оптимизации производства химических реакций в промышленности.....	12
Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных	
Практическая работа № 4. Разработка цифрового двойника для прогнозирования и контроля за выходом продукции в процессе химического производства .....	13
Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных	
Практическая работа № 5. Разработка системы цифрового двойника для мониторинга и оптимизации энергопотребления на химическом производстве .....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Программирование мобильных устройств» является формирование представлений о современных технологиях программирования приложений для мобильных устройств, формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Задачи дисциплины:

- изучение базового устройства популярных мобильных платформ;
- изучение основных этапов жизненного цикла информационной системы для мобильных устройств;
- изучение технологии выбора современных операционных сред и информационно-коммуникационных технологий при проектировании, конструировании и отладке программных средств для мобильных устройств;
- овладение практическими навыками анализа рынка программно-технических средств, информационных продуктов и услуг для решения прикладных задач и создания информационных систем для мобильных устройств;
- получение практических навыков программирования, внедрения, адаптации и настройке мобильных гаджетов, пользовательских интерфейсов и сервисов под OS Android и Windows Phone.

# Тема 1. Введение в цифровые двойники химических производств

## Лабораторная работа № 1. Техническое задание на разработку

**Задание.** Составить техническое задание на разработку цифрового двойника изделия, направленного на оптимизацию качеств и характеристик данного изделия с целью запуска в производство. Выбор изделия осуществляется по усмотрению обучающегося.

**Цель** выполнения практического задания: развитие навыков проектирования технического задания на разработку цифрового двойника изделия.

**Задачи** выполнения практического задания:

- углубление знаний о цифровых двойниках;
- развитие навыков разработки технического задания;
- развитие творческих способностей, повышение научного потенциала.

**Методические указания по выполнению практического задания.** Цифровой двойник изделия - это высокоточная виртуальная модель изделия, являющаяся копией реального объекта, отражающая все изменения в течение жизненного цикла изделия, используемая для прогнозирования поведения изделия в реальных условиях. Для создания качественного цифрового двойника необходимо корректно определить требования к нему, которые формулируются в формате технического задания.

Основными структурными элементами технического задания в области цифровизации являются:

- 1) общие положения:
  - а) объект цифровизации - изделие, цифровой двойник которого планируется создать;
  - б) сроки проведения работ;
  - в) термины и условные обозначения.
- 2) проблемы и цели реализации:
  - а) предпосылки и актуальность создания цифрового двойника;
  - б) цель цифровизации - формулирование проблем, на решение которых направлено создание цифрового двойника;
- 3) функциональные требования (программный продукт, с помощью которого будет создан цифровой двойник; описание результата моделирования и др.);
- 4) этапы создания (например, обследование текущих показателей, имеющихся информационных систем, сбор и анализ данных с сенсоров и датчиков (какие данные, объем, период сбора данных) и др.; детализация требований к цифровым двойникам; математическое моделирование (нейронные сети, корреляционно-регрессионный анализ, проведение анализа «что- если» и др.); реализация пилота, тестирование работоспособности, корректировка требований к цифровым двойникам и др.);
- 5) ожидаемые конечные результаты (например, верифицированный цифровой двойник с полным соответствием реальному объекту; снижение затрат при сохранении или улучшении качества изделия; энергосбережение, ресурсосбережение и др.);
- б) требования к исполнителю (опыт создания цифровых двойников, успешный опыт внедрения подобных проектов на российских предприятиях и др.).

**Пример.**

## Техническое задание

Создание цифровых двойников оборудования с ЧПУ, оснастки и инструмента

### 1. Общие положения

#### а) Объект цифровизации

Объект: цифровые двойники оборудования с ЧПУ, цифровые двойники оснастки и цифровые двойники инструмента.

#### б) Сроки проведения работ

Общий срок выполнения работ - не более 12 месяцев с момента заключения Договора.

#### в) Термины и обозначения

Обозначение	Определение
ЧПУ	Числовое программное управление
Teamcenter	PDM-система АО «СМ»
PDM	Product Data Management - система управления данными о продукте
Teamcenter MRL	Manufacturing Resource Library - справочник оборудования, оснастки, инструмента
NX <sup>1</sup> CAM	Система автоматизированной разработки управляющих программ для станков с ЧПУ от компании Siemens

### 2. Проблемы и цели реализации

#### а) Предпосылки и актуальность создания цифрового двойника

В настоящее время АО «СМ» обладает парком из 524 единиц (170 моделей) оборудования, оснащённого ЧПУ. Из них 64 единицы оборудования являются критичными. Справочник используемого инструмента содержит более 4000 актуальных и используемых номенклатурных единиц 64 производителей. Для обработки на оборудовании с ЧПУ используется около 800 уникальных инструментальных сборок. Для формирования программ для оборудования с ЧПУ используется функциональность NX CAM, Техтран, Vericut, Taglio, BySoft и т.д. Используемое оборудование с ЧПУ не имеет трёхмерных моделей в информационных системах Общества. В станочном парке имеется модернизированное универсальное оборудование, оснащённое ЧПУ. Используется множество типов и производителей ПО для ЧПУ (Sinumerik 810, 840, 8 NCE, 8 SPRINT; NC-310; NC-210; Fanuc 30; 2C42; Charmilles Technologies и т.д.). Управляющие программы, разработанные для оборудования с ЧПУ, проходят операции отладки непосредственно перед обработкой. Операции отладки управляющих программ включены в техпроцесс изготовления и имеют трудоёмкость, сравнимую с трудоёмкостью обработки. При выполнении отладки программ выявляются ошибки, требующие корректировки силами рабочего или технолога-программиста. При разработке управляющих программ не проводится моделирование обработки с использованием трёхмерного окружения (оборудование и оснастка) и инструмента. Нормы времени на обработку с использованием управляющих программ формируются

---

<sup>1</sup> CAD/CAM/CAE-система производства компании Siemens PLM Software

расчётно, по аналогии с расчётом времени обработки на универсальном оборудовании.

### **б) Цель цифровизации**

Целью создания цифровых двойников оборудования с ЧПУ, цифровых двойников оснастки и цифровых двойников инструмента является:

- повышение уровня автоматизации работ по созданию программ для оборудования с ЧПУ и соответствующее сокращение цикла технологической подготовки производства за счёт полноценного использования функционала NX CAM и автоматизации формирования структуры и текстов тех. процесса, как результата разработки программы для ЧПУ;
- сокращении цикла производства за счёт исключения операций отладки программ для ЧПУ из технологического процесса, уменьшение количества ошибок при формировании программ обработки на оборудовании с ЧПУ, повышение точности трудового нормирования за счёт формирования норм времени на обработку, как результат имитационного моделирования данной обработки с учётом окружения (оборудования, оснастки) и геометрии инструмента.

### **3. Функциональные требования**

Цифровые двойники оборудования, оснастки, инструмента и компонентов инструментальных сборок должны быть загружены в справочник Teamcenter MRL для использования в среде NX CAM. Цифровые двойники должны быть доступны для выбора из справочника Teamcenter при разработке управляющей программы в NX CAM, с учётом выбора конкретной модели оборудования.

Цифровые двойники оборудования, оснастки и инструмента должны позволять проводить виртуальную проверку управляющих программ на ошибки (зарезы, столкновения, риск поломки инструмента и т.д.) с использованием NX CAM. В результате виртуальной проверки должен формироваться детализированный отчет, включающий в себя: обрабатывающий инструмент, режимы резания, возникшие в результате проверки и предупреждения.

### **4. Этапы создания**

При реализации силами исполнителя должны быть реализованы следующие этапы:

1. Обследование существующего станочного парка, номенклатуры оснастки, инструмента
2. Обследование имеющихся информационных систем.
3. Детализация требований к цифровым двойникам оборудования, оснастки и инструмента.
4. Формирование, согласование и утверждение проектного решения.
5. Создание перечня оборудования, перечня оснастки, перечня инструмента и инструментальных сборок, для создания цифровых двойников.
6. Реализация пилота - разработка цифровых двойников 2 единиц оборудования, 6 ед. оснастки и 10 ед. инструмента. Загрузка цифровых двойников в Teamcenter MRL, проверка формирования инструментальных сборок. Тестирование работоспособности NX CAM с использованием оборудования и инструмента из справочника Teamcenter MRL. Проверка виртуальной симуляции обработки и корректности формирования результирующего отчета. Корректировка требований к цифровым двойникам по результатам пилота.
7. Тиражирование<sup>2</sup> - создание цифровых двойников оборудования, оснастки и инструмента на

---

<sup>2</sup> Тиражирование - это применение апробированной модели на других объектах.

остальной объем согласно ТЗ. Загрузка цифровых двойников в Teamcenter MRL и проверка формирования инструментальных сборок. Тестирование работоспособности NX CAM с использованием оборудования и инструмента из справочника Teamcenter MRL.

8. Обучение не менее 10 ключевых пользователей и 2 администраторов Teamcenter
9. Опытно-промышленная эксплуатация.
10. Запуск в промышленную эксплуатацию.

#### **5. Ожидаемые конечные результаты**

- верифицированный<sup>3</sup> цифровой двойник с полным соответствием реальному изделию;
- возможность контроля в реальном времени с оценкой возможных поломок;
- возможность оценки замены деталей и влияние на качество получаемых изделий;
- эффективное снижение затрат путем автоматической оптимизации процесса производства с целью сохранения качества со снижением затрат энергии.

#### **6. Требования к исполнителю**

Опыт создания цифровых двойников оборудования, оснастки и инструмента - от двух лет.

Успешный опыт внедрения подобных проектов на российских предприятиях - не менее 3-х проектов.

Опыт использования NX CAM.

---

<sup>3</sup> Верификация модели - это проверка ее истинности, адекватности реальному объекту или процессу.

## **Тема 2. Основы моделирования химических процессов**

### **Лабораторная работа № 2. Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса смешивания химических компонентов в производстве красок**

Тема практической работы: "Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса смешивания химических компонентов в производстве красок"

Цель работы: Создать цифровой двойник, который будет моделировать процесс смешивания химических компонентов при производстве красок с целью повышения качества продукции и снижения затрат на производство.

Ход работы:

Изучение процесса производства красок: Студенты изучают основные этапы производства красок, используемые химические компоненты и их влияние на качество продукции.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают данные о составе химических компонентов, требуемых пропорциях, характеристиках используемого оборудования и других факторах, влияющих на процесс смешивания.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель процесса смешивания химических компонентов, учитывающую различные параметры и условия.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и позволяет моделировать процесс смешивания химических компонентов.

Оптимизация производства: С использованием цифрового двойника студенты проводят оптимизацию параметров процесса смешивания с целью улучшения качества красок и снижения затрат.

Контрольные вопросы:

Какие химические компоненты используются при производстве красок, и какие свойства они придают продукции?

Какие факторы влияют на качество красок, произведенных в процессе смешивания химических компонентов?

Какие данные необходимо учитывать при разработке цифрового двойника для оптимизации процесса смешивания химических компонентов?

Какая роль математической модели в создании цифрового двойника для оптимизации процесса смешивания химических компонентов?

### **Тема 3. Технологии сбора данных в производственных процессах**

#### **Лабораторная работа № 3. Использование цифрового двойника для оптимизации процесса дозирования химических реагентов в производстве удобрений**

Тема практической работы: "Использование цифрового двойника для оптимизации процесса дозирования химических реагентов в производстве удобрений"

Цель работы: Разработать цифровой двойник, который будет моделировать процесс дозирования химических реагентов при производстве удобрений с целью улучшения точности дозирования и оптимизации расхода реагентов.

Ход работы:

Изучение процесса производства удобрений: Студенты изучают основные этапы производства удобрений, процесс дозирования реагентов и его значение для качества продукции.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают и анализируют данные о составе реагентов, требуемых дозах, характеристиках оборудования для дозирования и т. д.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель процесса дозирования химических реагентов, учитывающую различные параметры и условия.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и позволяет моделировать процесс дозирования химических реагентов.

Оптимизация процесса: С использованием цифрового двойника студенты проводят оптимизацию параметров процесса дозирования с целью увеличения точности и эффективности процесса.

Контрольные вопросы:

Какие химические реагенты обычно используются при производстве удобрений?

Какие факторы влияют на точность дозирования химических реагентов?

Какие данные необходимо учитывать при разработке цифрового двойника для оптимизации процесса дозирования?

Какая роль математической модели в создании цифрового двойника для оптимизации процесса дозирования химических реагентов?

Какие методы оптимизации процесса дозирования могут быть применены с использованием цифрового двойника?

## **Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных**

### **Практическая работа № 1. Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса производства полимеров**

Цель работы: Создание цифрового двойника, который будет моделировать процесс производства полимеров с целью оптимизации производственных параметров и улучшения эффективности процесса.

Ход работы:

Изучение процесса производства полимеров: Студенты изучают основные этапы производства полимеров, используемые сырье, реакционные условия и факторы, влияющие на качество продукции.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают и анализируют данные о производственных параметрах, химических реакциях, условиях среды и других факторах, влияющих на процесс.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель процесса производства полимеров, которая будет использоваться в цифровом двойнике.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и позволяет моделировать процесс производства полимеров.

Оптимизация процесса: С использованием цифрового двойника студенты проводят оптимизацию производственных параметров с целью улучшения эффективности процесса и снижения затрат.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные этапы включает процесс производства полимеров?
2. Какие факторы могут влиять на качество и свойства произведенных полимеров?
3. Какие данные необходимо собрать для разработки цифрового двойника?
4. Какая роль математической модели в создании цифрового двойника для оптимизации производства полимеров?
5. Какие методы оптимизации процесса производства полимеров могут быть использованы с использованием цифрового двойника?

## **Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных**

### **Практическая работа № 2. Использование цифрового двойника для оптимизации процесса очистки и обеззараживания воды на химических заводах**

Цель работы: Разработать и применить цифровой двойник, который будет моделировать процесс очистки и обеззараживания воды на химических заводах с целью повышения эффективности процесса и снижения экологического воздействия.

Ход работы:

Изучение процесса очистки воды: Студенты изучают основные методы и технологии очистки и обеззараживания воды, используемые на химических заводах, и определяют ключевые параметры и факторы, влияющие на процесс.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают и анализируют данные о качестве воды, составе загрязнений, характеристиках используемых методов очистки и т. д.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель процесса очистки воды, которая будет использоваться в цифровом двойнике.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и позволяет моделировать процесс очистки и обеззараживания воды.

Оптимизация процесса: С использованием цифрового двойника студенты проводят оптимизацию параметров процесса очистки воды с целью повышения эффективности и снижения затрат.

Контрольные вопросы:

Какие методы очистки и обеззараживания воды используются на химических заводах?

Какие параметры влияют на качество очищенной воды и безопасность процесса очистки?

Какие данные необходимо учитывать при разработке цифрового двойника для оптимизации процесса очистки воды?

Какая роль математической модели в создании цифрового двойника для оптимизации процесса очистки воды?

Какие методы оптимизации процесса очистки воды могут быть применены с использованием цифрового двойника?

## **Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных**

### **Практическая работа № 3. Применение цифровых двойников для оптимизации производства химических реакций в промышленности**

Тема практической работы: "Применение цифровых двойников для оптимизации производства химических реакций в промышленности"

Цель работы: Создать и применить цифровой двойник, который будет моделировать процессы химических реакций в промышленности с целью оптимизации условий реакции, повышения выхода продукции и снижения затрат на производство.

Ход работы:

Изучение процессов химических реакций в промышленности: Студенты изучают основные химические реакции, применяемые в химической промышленности, и их технологические особенности.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают данные о параметрах химических реакций, используемых катализаторах, реагентах, условиях температуры и давления и т.д.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель химической реакции, учитывающую влияние различных факторов на процесс.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и позволяет моделировать процессы химических реакций.

Оптимизация производства: С использованием цифрового двойника студенты проводят оптимизацию условий химических реакций с целью увеличения выхода продукции и снижения затрат.

Контрольные вопросы:

Какие параметры оказывают влияние на скорость химической реакции?

Какие методы катализа могут быть применены для ускорения химических реакций в промышленности?

Какие основные виды реакторов используются для проведения химических реакций в промышленности?

Какие преимущества предоставляет использование цифровых двойников для оптимизации производства химических реакций?

Какие методы оптимизации условий реакции могут быть применены с использованием цифрового двойника?

## **Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных**

### **Практическая работа № 4. Разработка цифрового двойника для прогнозирования и контроля за выходом продукции в процессе химического производства**

Тема практической работы: "Разработка цифрового двойника для прогнозирования и контроля за выходом продукции в процессе химического производства"

Цель работы: Создать цифровой двойник, способный прогнозировать выход продукции в процессе химического производства и обеспечить контроль за его реализацией с целью повышения эффективности процесса.

Ход работы:

Изучение процесса химического производства: Студенты изучают основные этапы химического производства, факторы, влияющие на выход продукции, и методы его контроля.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают и анализируют данные о параметрах производства, характеристиках используемых реагентов, условиях окружающей среды и других факторах.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель, которая позволит прогнозировать выход продукции на различных этапах производства.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и обеспечивает функции прогнозирования и контроля за выходом продукции.

Тестирование и оптимизация: После создания цифрового двойника студенты проводят его тестирование и оптимизацию, чтобы убедиться в его эффективности и корректности работы.

Контрольные вопросы:

Какие факторы могут влиять на выход продукции в процессе химического производства?

Какие методы контроля за выходом продукции используются на химических предприятиях?

Какие данные необходимо учитывать при разработке цифрового двойника для прогнозирования выхода продукции?

Какая роль математической модели в создании цифрового двойника для прогнозирования и контроля за выходом продукции?

Какие методы оптимизации производства могут быть применены с использованием цифрового двойника?

## **Тема 4. Принципы оптимизации производства на основе данных**

### **Практическая работа № 5. Разработка системы цифрового двойника для мониторинга и оптимизации энергопотребления на химическом производстве**

Тема практической работы: "Разработка системы цифрового двойника для мониторинга и оптимизации энергопотребления на химическом производстве"

Цель работы: Создать систему цифрового двойника, которая будет непрерывно мониторить и анализировать энергопотребление на химическом производстве с целью выявления возможностей для оптимизации и снижения энергозатрат.

Ход работы:

Изучение процесса производства и энергопотребления: Студенты изучают основные процессы и технологии химического производства, а также методы измерения и учета энергопотребления.

Сбор и анализ данных: Студенты собирают данные о энергопотреблении на различных участках производства, параметрах процессов и условиях эксплуатации оборудования.

Разработка математической модели: На основе собранных данных студенты разрабатывают математическую модель, которая позволит прогнозировать и оптимизировать энергопотребление на химическом производстве.

Создание цифрового двойника: Студенты создают программное обеспечение, которое реализует разработанную математическую модель и предоставляет возможности мониторинга, анализа и оптимизации энергопотребления.

Тестирование и оптимизация: После создания системы цифрового двойника студенты проводят ее тестирование на реальных данных и оптимизируют для достижения максимальной эффективности.

Контрольные вопросы:

Какие факторы могут влиять на энергопотребление на химическом производстве?

Какие методы измерения энергопотребления используются на предприятиях химической промышленности?

Какие данные необходимо учитывать при разработке цифрового двойника для мониторинга и оптимизации энергопотребления?



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# Разработка цифровых двойников систем и объектов химических производств

Методические указания к самостоятельным работам

Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) Цифровые технологии химических производств

Квалификация выпускника – бакалавр

(Электронный документ)

Невинномысск 2025

Методические указания предназначены для студентов направления 09.03.02 Информационные системы и технологии и других технических специальностей. Они содержат рекомендации по организации самостоятельных работ студента на направления 09.03.02 Информационные системы и технологии для дисциплины «Разработка цифровых двойников систем и объектов химических производств».

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО в части содержания и уровня подготовки выпускников направления 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Составитель

канд. техн. наук Кочеров Ю. Н.

Ответственный редактор

канд. техн. наук Д.В. Болдырев

## Содержание

1 Подготовка к лекциям .....	4
2 Подготовка к лабораторным занятиям .....	6
3 Подготовка к практическим занятиям .....	7
4 Самостоятельное изучение темы. Конспект.....	9
5 Подготовка к экзамену .....	12
6 Методические рекомендации по подготовке и прохождению тестирования .....	14

## 1 Подготовка к лекциям

Главное в период подготовки к лекционным занятиям – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Конспект лекций лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров

или ручек. Лучше если они будут собственными, чтобы не приходилось присить их у однокурсников и тем самым не отвлекать их во время лекции. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

## 2 Подготовка к лабораторным занятиям

Для того чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по рассмотренному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться студентом на лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

### 3 Подготовка к практическим занятиям

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с методическими указаниями, которые включают содержание работы. Тщательное продумывание и изучение вопросов основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованную к данной теме. На основе индивидуальных предпочтений студенту необходимо самостоятельно выбрать тему доклада по проблеме и по возможности подготовить по нему презентацию.

Если программой дисциплины предусмотрено выполнение практического задания, то его необходимо выполнить с учетом предложенной инструкции (устно или письменно). Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса. Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы семинара, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В зависимости от содержания и количества отведенного времени на изучение каждой темы практическое занятие может состоять из четырех-пяти частей:

1. Обсуждение теоретических вопросов, определенных программой дисциплины.
2. Доклад и/ или выступление с презентациями по выбранной проблеме.
3. Обсуждение выступлений по теме – дискуссия.
4. Выполнение практического задания с последующим разбором полученных результатов или обсуждение практического задания.
5. Подведение итогов занятия.

Первая часть – обсуждение теоретических вопросов – проводится в виде фронтальной беседы со всей группой и включает выборочную проверку преподавателем теоретических знаний студентов. Примерная продолжительность — до 15 минут. Вторая часть — выступление студентов с докладами, которые должны сопровождаться презентациями с целью усиления наглядности восприятия, по одному из вопросов практического занятия. Обязательный элемент доклада —

представление и анализ статистических данных, обоснование социальных последствий любого экономического факта, явления или процесса. Примерная продолжительность — 20-25 минут. После докладов следует их обсуждение – дискуссия. В ходе этого этапа практического занятия могут быть заданы уточняющие вопросы к докладчикам. Примерная продолжительность – до 15-20 минут. Если программой предусмотрено выполнение практического задания в рамках конкретной темы, то преподавателями определяется его содержание и дается время на его выполнение, а затем идет обсуждение результатов. Подведением итогов заканчивается практическое занятие.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем по каждой теме семинарского или практического занятия, что позволяет студентам проявить свою индивидуальность в рамках выступления на данных занятиях, выявить широкий спектр мнений по изучаемой проблеме.

#### 4 Самостоятельное изучение темы. Конспект

Конспект – наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspectus», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник – неременное правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстуальным или тематическим. В текстуальном конспекте сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстуальный конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект – это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из другими источниками.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчеркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками, репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению тематического конспекта предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (вплоть до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию приближается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

## 5 Подготовка к экзамену

Экзаменационная сессия – очень тяжелый период работы для студентов и ответственный труд для преподавателей. Главная задача экзаменов – проверка качества усвоения содержания дисциплины.

На основе такой проверки оценивается учебная работа не только студентов, но и преподавателей: по результатам экзаменов можно судить и о качестве всего учебного процесса. При подготовке к экзамену студенты повторяют материал курсов, которые они слушали и изучали в течение семестра, обобщают полученные знания, выделяют главное в предмете, воспроизводят общую картину для того, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программы курса и конспект, которые указывают, что в курсе наиболее важно. Основной материал должен прорабатываться по учебнику, поскольку конспекта недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть проработан в течение семестра, а перед экзаменом важно сосредоточить внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением в памяти его краткого содержания в логической последовательности.

До экзамена обычно проводится консультация, но она не может возместить отсутствия систематической работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает лишь ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы. Польза от консультации будет только в том случае, если студент до нее проработает весь материал. Надо учиться задавать вопросы, выработать привычку пользоваться справочниками, энциклопедиями, а не быть на иждивении у преподавателей, который не всегда может тут же, «с ходу» назвать какой-либо факт, имя, событие. На экзамене нужно показать не только знание предмета, но и умение логически связно построить устный ответ.

Получив билет, надо вдуматься в поставленные вопросы для того, чтобы правильно понять их. Нередко студент отвечает не на тот вопрос, который поставлен, или в простом вопросе ищет скрытого смысла. Не поняв вопроса и не обдумав план ответа, не следует начинать писать. Конспект своего ответа надо рассматривать как

план краткого сообщения на данную тему и составлять ответ нужно кратко. При этом необходимо показать умение выражать мысль четко и доходчиво.

Отвечать нужно спокойно, четко, продуманно, без торопливости, придерживаясь записи своего ответа. На экзаменах студент показывает не только свои знания, но и учится владеть собой. После ответа на билет могут следовать вопросы, которые имеют целью выяснить понимание других разделов курса, не вошедших в билет. Как правило, на них можно ответить кратко, достаточно показать знание сути вопроса. Часто студенты при ответе на дополнительные вопросы проявляют поспешность: не поняв смысла того, что у них спрашивают, начинают отвечать и нередко говорят не по сути.

Следует помнить, что необходимым условием правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, поэтому подготовка к экзаменам не должна быть в ущерб сну. Установлено, что сильное эмоциональное напряжение во время экзаменов неблагоприятно отражается на нервной системе и многие студенты из-за волнений не спят ночи перед экзаменами. Обычно в сессию студенту не до болезни, так как весь организм озабочен одним - сдать экзамены. Но это еще не значит, что последствия неправильно организованного труда и чрезмерной занятости не скажутся потом. Поэтому каждый студент помнить о важности рационального распорядка рабочего дня и о своевременности снятия или уменьшения умственного напряжения.

## **6 Методические рекомендации по подготовке и прохождению тестирования**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся ответы.

При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) проработать информационный материал по дисциплине, предварительно проконсультироваться с ведущим преподавателем по вопросам выбора учебной литературы;

б) выяснить условия тестирования: количество тестовых заданий, количество времени на выполнение тестов, система оценки результатов;

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать возможных ошибок.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Разработка цифровых двойников систем и объектов химиче-  
ских производств»

Для студентов направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и  
технологии, направленность (профиль) Цифровые технологии химических произ-  
водств

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цель написания и структура курсового проекта .....	4
2	Рекомендуется следующая структура курсового проекта.....	5
3	Тематика курсовых проектов .....	7
4	Порядок выбора темы и сроки написания курсового проекта.....	12
5	Направления выбора тематики курсовых проектов.....	12
6	Общая характеристика процесса проектирования интернет-приложения .....	13
7	Задание на курсовой проект .....	14
8	Оформление курсовой проект .....	15
9	Оценка курсового проекта .....	16
10	Список рекомендуемой литературы .....	19

## 1 Цель написания и структура курсового проекта

Курсовой проект по дисциплине «Разработка цифровых двойников систем и объектов химических производств» является важным элементом процесса подготовки высококвалифицированного бакалавра. Его выполнение осуществляется на заключительном этапе изучения дисциплины «Разработка цифровых двойников систем и объектов химических производств» с целью приобщить студента к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Курсовой проект способствует формированию у студента следующих компетенций:

ПК-5 Способен выполнить проектирование и дизайн ИС

Курсовой проект должен продемонстрировать готовность студента к самостоятельной работе по исследованию, разработке, внедрению и сопровождению корпоративных мобильных приложений. Предметные области разрабатываемых приложений могут соответствовать предприятиям различного профиля и вида деятельности в условиях цифровой экономики.

Цели курсового проектирования по дисциплине "Цифровые двойники химических производств" включают в себя:

- Применение полученных знаний и навыков: Курсовой проект предоставляет студентам возможность применить теоретические знания о цифровых двойниках и их применении в химических производствах на практике.

- Исследование конкретных аспектов: Студентам предоставляется возможность глубоко исследовать конкретные аспекты цифровых двойников в химической промышленности, сфокусировавшись на конкретном производственном процессе или проблеме.

- Разработка компетенций по проектированию: Курсовой проект способствует развитию навыков проектирования, таких как создание цифровых моделей производственных процессов, сбор и анализ данных, а также разработка стратегий оптимизации.

- Практическое применение методов и инструментов: Студенты получают опыт работы с различными программными и аппаратными инструментами, используемыми для создания и использования цифровых двойников в химической промышленности.

– Анализ и оценка результатов: Курсовой проект предоставляет студентам возможность анализировать полученные результаты и оценивать эффективность применяемых методов и технологий в конкретной ситуации.

– Подготовка к профессиональной деятельности: Выполнение курсового проекта помогает студентам развивать навыки работы в команде, аналитического мышления и принятия решений, что является важным аспектом профессиональной подготовки в области химической технологии и инжиниринга.

– Подготовка к последующему исследованию: Курсовой проект может служить основой для дальнейшего исследования в области цифровых двойников химических производств, способствуя развитию научных интересов студентов и их углубленному изучению предметной области.

Перед студентами ставятся следующие задачи:

– применение приобретенных в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков при решении поставленных задач;

– самостоятельное изучение предметной области и методов решения задач, к которым относится индивидуальное задание бакалавра;

– развитие навыков описания всех этапов работы, используемых при

– выполнении поставленной задачи.

Выполнение курсовых проектов осуществляется, как правило, в вузе. В отдельных случаях они могут выполняться на предприятиях и в учреждениях соответствующих отраслей.

## **2 Рекомендуется следующая структура курсового проекта**

Основная часть курсового проекта включает обычно следующие разделы пояснительной записки.

Внешнее проектирование. Материалы этого подраздела должны содержать результаты предпроектного обследования, разработки и обоснования технического предложения и технического задания на проектирование. Материалы этих этапов проектирования могут быть расположены в пояснительной записке в следующих подразделах:

Постановка задачи проектирования.

Описание предметной области.

Анализ аналогов и прототипов.

Цель и задачи разработки.

Выбор и обоснование методик проектирования.

Техническое задание на проектирование.

Выбор инструментальных средств реализации приложения.

*Описание предметной области.* Этот подраздел может содержать:

- естественно-языковую модель предметной области (описание предметной области на русском языке);
- выделенные в процессе анализа предметной области сущности и отношения между ними;
- существующие технологии обработки информации и принятия управленческих решений;
- перечень функций, подлежащих автоматизации.

*Анализ аналогов и прототипов.* В подразделе приводятся описания аналогов и прототипов создаваемого приложения, выявленных при изучении литературных источников, сообщений, описаний и знаний по аналогичным разработкам, приводятся результаты анализа аналогов и тенденций развития.

*Цель и задачи разработки.* Цель формулируется в виде одного предложения, концентрированно отражающего сущность результата, который предполагается получить. Далее следует перечислить все задачи, стоящие перед проектировщиком, которые он должен решить в процессе разработки мобильной системы для достижения поставленной цели, включая проведение необходимых исследований и моделирование компонентов системы.

*Подбор инструментальных средств реализации.* Здесь необходимо представить обзор и сравнение инструментальных средств реализации проекта.

*Внутреннее проектирование.* Материалы этого подраздела содержат результаты работ, выполняемых в принятой терминологии на этапах эскизного, технического и рабочего проектирования.

Результаты проектирования могут быть расположены в пояснительной записке в следующих подразделах.

Описание структуры инновационной модели предприятия и места разрабатываемого проекта.

Разработка алгоритмов обработки информации.

Разработка технологии создания имитационной модели.

Разработка интерфейса взаимодействия пользователя с системой.

Разработка и оформление графических схем, диаграмм и спецификаций моделей баз данных может быть выполнено с помощью существующих пакетов и

средств проектирования баз данных (СУБД MS Access, Erwin, Oracle-Designer и др.).

Объем пояснительной записки к курсовой работе не должен превышать 40 страниц без приложений. При необходимости вспомогательные материалы могут быть помещены в приложение.

Пояснительная записка является текстовым документом и ее следует оформлять согласно ГОСТ 7.32 «Отчет о научно-исследовательской работе». К отдельным структурным частям пояснительной записки, нумерации страниц, использованию сокращений, оформлению иллюстраций, таблиц, формул, примечаний и ссылок на используемые источники предъявляются требования из нормативных документов ГОСТ 7.32, ГОСТ 2.301, ГОСТ 2.104, ГОСТ 7.12, ГОСТ 7.1, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Описание программного продукта оформляется в соответствии с Единой системой программной документации (ЕСПД).

Порядок назначения руководителей, выдачи индивидуальных заданий является общепринятым. Предусматривается проведение очных консультаций и контроль промежуточных результатов через систему управления проектами (Trello или др.)

При написании курсового проекта студент обязан использовать не только учебники и учебные пособия, но и первоисточники, монографии, справочники, а также статьи и иные материалы, публикуемые в журналах, газетах. Рекомендуется использовать примерно 15-20 литературных источников.

### **3 Тематика курсовых проектов**

Общее направление для выполнения курсовых проектов по дисциплине «Разработка цифровых двойников систем и объектов химических производств» – разработка имитационных моделей, цифровых двойников предприятий и определение их места в управленческом блоке предприятия.

Студенту может предоставляться право выбора темы работы вплоть до предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки. Тема также может формулироваться исходя из направления учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы бакалавра. Темы могут предлагаться научно-исследовательскими и проектными организациями, промышленными и иными предприятиями с профильными подразделениями. Темы могут быть как индивидуальными, так и комплексными.

### "Разработка цифрового двойника процесса синтеза органических соединений"

Описание: Студенты будут исследовать процесс синтеза определенного органического соединения и разработают цифровой двойник этого процесса для оптимизации параметров синтеза.

Вопросы для раскрытия: Какие основные этапы включает процесс синтеза органических соединений? Какие факторы влияют на эффективность синтеза? Какие методы и инструменты можно использовать для создания цифрового двойника этого процесса?

### "Использование цифровых двойников для моделирования дистилляционных процессов"

Описание: Студенты будут исследовать дистилляционные процессы и создадут цифровой двойник для оптимизации работы дистилляционной установки.

Вопросы для раскрытия: Как работает дистилляционный процесс? Какие факторы влияют на эффективность дистилляции? Каким образом цифровой двойник может помочь в оптимизации дистилляционных процессов?

### "Оптимизация производства удобрений с использованием цифровых двойников"

Описание: Студенты исследуют производственный процесс удобрений и разработают цифровой двойник для улучшения качества и эффективности производства.

Вопросы для раскрытия: Какие этапы включает процесс производства удобрений? Какие параметры важны для качества продукции? Каким образом цифровой двойник может помочь в оптимизации производства удобрений?

### "Применение цифровых двойников для моделирования процессов реакции в химических реакторах"

Описание: Студенты изучат процессы химических реакций и создадут цифровой двойник для моделирования работы химических реакторов.

Вопросы для раскрытия: Какие типы химических реакторов существуют? Какие факторы влияют на скорость реакции в реакторе? Каким образом цифровой двойник может помочь в оптимизации процессов реакции?

Еще темы:

Создание цифрового двойника для моделирования процесса синтеза органических соединений

- Описание процесса синтеза органических соединений
- Разработка математической модели процесса
- Сбор и анализ данных о процессе

Вопросы: Какие параметры процесса необходимо учесть при моделировании? Какие данные нужны для построения достоверной цифровой модели? Какими методами можно оптимизировать процесс синтеза?

Использование цифрового двойника для прогнозирования качества продукции в химическом производстве

- Определение факторов, влияющих на качество продукции
- Разработка модели прогнозирования качества продукции на основе данных
- Оценка точности и эффективности модели

Вопросы: Какие химические и физические параметры влияют на качество продукции? Какие методы прогнозирования можно использовать? Как оценить точность и надежность прогноза?

Анализ энергопотребления и оптимизация процессов с использованием цифровых двойников

- Сбор данных о энергопотреблении в производственных процессах
- Моделирование энергопотребления с помощью цифрового двойника
- Идентификация возможностей для оптимизации энергетических затрат

Вопросы: Какие процессы в производстве требуют наибольшего энергопотребления? Как можно снизить энергозатраты без ущерба для производственной эффективности? Как оценить экономическую выгоду от оптимизации энергопотребления?

Интеграция цифровых двойников в системы управления качеством на химических предприятиях

- Разработка архитектуры интеграции цифровых двойников и систем управления качеством
- Мониторинг процессов и контроль качества с использованием цифровых моделей
- Автоматизация процессов принятия решений на основе данных из цифровых двойников

Вопросы: Какие аспекты качества продукции можно мониторить с помощью цифровых двойников? Как интегрировать цифровые двойники в существующие системы управления качеством? Как обеспечить безопасность и защиту данных при интеграции цифровых двойников?

"Разработка цифрового двойника для моделирования процесса синтеза органических соединений"

- Описание процесса синтеза органических соединений в химическом производстве.
- Создание математической модели процесса.
- Анализ параметров и условий, влияющих на эффективность процесса.

"Применение цифровых двойников для оптимизации производства пластиковых материалов"

- Описание технологического процесса производства пластиков.
- Разработка цифрового двойника для оптимизации процесса.
- Анализ возможных путей оптимизации, включая выбор сырья и реакционных условий.

"Использование цифровых двойников для мониторинга качества продукции на химических заводах"

- Описание методов контроля качества продукции в химической промышленности.
- Разработка цифрового двойника для мониторинга процесса и выявления аномалий.

- Анализ преимуществ внедрения цифровых двойников в системы контроля качества.

"Оптимизация процесса дистилляции с использованием цифровых двойников"

- Обзор процесса дистилляции в химической промышленности.
- Разработка цифрового двойника для оптимизации работы дистилляционной установки.

- Анализ возможных улучшений процесса и экономии ресурсов.

"Моделирование процесса сушки в химической промышленности с помощью цифровых двойников"

- Описание процесса сушки и его значимости в производстве.
- Создание цифровой модели для оптимизации процесса сушки.
- Анализ влияния различных параметров на эффективность процесса.

"Использование цифровых двойников для управления реакционными условиями в производстве удобрений"

- Обзор процесса производства удобрений и важности контроля реакционных условий.

- Разработка цифрового двойника для мониторинга и управления процессом.
- Анализ эффективности использования цифровых двойников для оптимизации реакционных условий.

"Автоматизация процесса упаковки химических продуктов с помощью цифровых двойников"

- Описание процесса упаковки и его важности в производстве химических продуктов.

- Разработка цифрового двойника для автоматизации процесса упаковки.
- Анализ возможных преимуществ внедрения автоматизированной системы упаковки.

#### **4 Порядок выбора темы и сроки написания курсового проекта**

Курсовой проект выполняется под руководством научного руководителя, с которым студент согласовывает тему работы, его план, обсуждает основные идеи работы.

Тема курсового проекта назначается руководителем. В отдельных случаях студент по согласованию с научным руководителем может выбрать собственную тему курсового проекта.

Курсовой проект выполняется в сроки, определенные учебным планом по направлению. Завершённый курсовой проект передаётся студентом на кафедру для рецензирования не позднее, чем за месяц до начала сессии.

Срок рецензирования работы – не более 10 дней.

#### **5 Направления выбора тематики курсовых проектов**

Темы курсовых проектов можно разбить на несколько групп:

Группа 1: Моделирование и оптимизация производственных процессов

Разработка цифрового двойника для моделирования процесса синтеза органических соединений.

Оптимизация процесса дистилляции с использованием цифровых двойников.

Моделирование процесса сушки в химической промышленности с помощью цифровых двойников.

Использование цифровых двойников для управления реакционными условиями в производстве удобрений.

Группа 2: Контроль и мониторинг производства

Применение цифровых двойников для мониторинга качества продукции на химических заводах.

Использование цифровых двойников для мониторинга и управления процессом дезинфекции воды на химических заводах.

Группа 3: Автоматизация и управление производственными процессами

Применение цифровых двойников для оптимизации производства пластиковых материалов.

Автоматизация процесса упаковки химических продуктов с помощью цифровых двойников.

Группа 4: Интеграция и безопасность данных

Использование цифровых двойников в системах управления производством.

Безопасность и защита данных в цифровых двойниках химических производств.

## **6 Общая характеристика процесса проектирования**

**Определение темы и целей:** Студент должен выбрать конкретную тему для исследования, определить цели и задачи проекта. Это может включать в себя выбор производственного процесса, который будет моделироваться, определение проблем, которые необходимо решить с помощью цифрового двойника, и постановку конкретных целей, которые должны быть достигнуты.

**Изучение литературы:** Студент должен провести обзор существующих исследований, публикаций, и практических примеров, связанных с выбранной темой. Это поможет понять текущее состояние области и определить ключевые аспекты, которые необходимо учесть при разработке цифрового двойника.

**Сбор данных:** В зависимости от выбранной темы, студенту может потребоваться собрать данные о производственном процессе, которые будут использоваться при разработке цифрового двойника. Это может включать в себя данные о параметрах процесса, результаты испытаний, исторические данные о производстве и т. д.

**Разработка математической модели:** На основе собранных данных и изученной литературы студент должен разработать математическую модель производственного процесса. Это может быть модель, описывающая физические и химические процессы, а также взаимодействие различных элементов системы.

**Создание программного обеспечения:** После разработки математической модели студент должен создать программное обеспечение для реализации цифрового двойника. Это может включать в себя написание кода для моделирования процесса, разработку пользовательского интерфейса для взаимодействия с цифровым двойником и т. д.

**Тестирование и оценка результатов:** После создания цифрового двойника студент должен провести его тестирование, чтобы убедиться в корректности работы модели. Затем необходимо оценить результаты моделирования и сравнить их с реальными данными, если это возможно.

Написание отчета: В конце процесса студент должен подготовить отчет, в котором представит результаты своей работы. Отчет должен включать в себя описание выбранной темы, методологию работы, результаты моделирования, их анализ и выводы.

## **7 Задание на курсовой проект**

Курсовая работа представляет собой самостоятельную разработку программной, аппаратной или технологической компоненты ИС.

Основные этапы выполнения курсового проекта являются контрольными заданиями, информирующими преподавателя о ходе выполнения работы студентом.

В курсовой работе, как правило, должны быть представлены результаты.

Задание на курсовую работу для студентов выдается, как правило, по тематике предприятия, на котором работает студент.

Тема курсового проекта утверждается в начале семестра на установочных консультациях.

По мере выполнения этапов курсового проекта, студенты в часы консультаций представляют материалы преподавателю, и в ходе диалога уточняют и формируют соответствующие разделы (консультации могут осуществляться через электронную почту).

Студент обязан выполнять этапы курсового проекта в соответствии со следующим графиком:

- постановка задачи, анализ решений и функциональная разработка системы – (4-5)-я недели;
- разработка информационного обеспечения, функциональных модулей, интерфейсов – (10-11)-я недели;
- отладочные работы, оформление пояснительной записки, графических материалов и подготовка к защите – (14-15) недели.

Защита курсового проекта проводится по утвержденному графику, консультации организуются по расписанию кафедры.

## 8 Оформление курсовой проект

Работа выполняется на одной стороне стандартного листа форматом А4 (210x297) с полями: левое – 20 мм, правое – 10 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 20 мм. Шрифт – TimesNewRoman, кегль 14. Междустрочный интервал – 1,5 строки.

Текст работы делится на абзацы, охватывающие законченные логические элементы работы. Абзацный отступ – 1,25 см.

Рекомендуемый объём курсового проекта составляет 25-30 страниц.

Страницы работы должны быть пронумерованы. Номера проставляются, начиная со второй страницы, внизу после текста с права. На титульном листе номер не проставляется.

Все части работы должны иметь заголовки в соответствии с планом работы. Заголовки структурных элементов работы печатаются полужирным шрифтом без точки в конце. Между заголовком и началом текста следует пропустить одну строку. Каждую часть работы следует начинать с нового листа.

Использованные в работе цитаты, цифровые данные, выводы, сделанные другими авторами, обязательно должны сопровождаться ссылкой на источник. При ссылке на книгу (статью, документ) в тексте сноски указываются её полные библиографические данные и номер соответствующей страницы. Если текст цитируется не по первоисточнику (берётся из «вторых рук»), то ссылку следует начинать словами: «Цит. по: ». Из всех возможных вариантов оформления сносок наиболее предпочтительным является вариант постраничных сносок со сквозной нумерацией. При оформлении сносок следует использовать шрифт NewRoman, кегль 12. Интервал между строками сносок – 1 (одинарный).

Все иллюстративные материалы: таблицы, графики, рисунки, и иные графические объекты должны иметь название и номер.

При описании таблицы следует руководствоваться следующими требованиями. Слово "Таблица" (с соответствующим номером) и её название помещают непосредственно над таблицей. Сразу после таблицы необходимо указать источник данных для этой таблицы. Если таблица составлена автором, то указывается «Источник: составлено (рассчитано) автором на основе... (далее приводится ссылка на источник статистических или иных данных)». Таблица и сопровождающие её подписи должны иметь по одной пустой строке от основного текста до и после таблицы. В тексте работы обязательно должно быть указание на таблицу. Например: «... (см.: таблицу 1) ...».

При описании графика, рисунка, и иного графического объекта следует руководствоваться следующими требованиями. Слово "График" и т.п. (с соответствующим номером) и его название помещают непосредственно под графиком. Графический объект и сопровождающие его подписи должны иметь по одной пустой строке от основного текста до и после объекта. Сразу после графического объекта необходимо указать источник данных этого объекта. Если объект составлен автором, то указывается «Источник: составлено (рассчитано, построено) автором на основе... (далее приводится ссылка на источник статистических или иных данных)». В тексте работы обязательно должно быть указание на объект этого типа. Например: «... (см.: график 1) ...».

Курсовой проект должен быть сброшюрован, иметь титульный лист, оформленный, второй лист «СОДЕРЖАНИЕ», список использованных источников, оформленный в соответствии ГОСТ.

## **9 Оценка курсового проекта**

По каждому курсовому проекту пишется письменный отзыв (рецензия). Студент получает его вместе с работой для ознакомления.

Общим итогом рецензии являются записи: допускается к защите или не допускается к защите.

На защите студент должен уметь: раскрыть основное содержание работы, обосновать свою точку зрения по излагаемым проблемам, ответить на вопросы, поставленные в рецензии.

Окончательная оценка работы определяется после её защиты. Она складывается из оценки содержания и оформления работы, а также ответов студента на вопросы при её защите. Защищённая работа может быть оценена на «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». Защищенная курсовая работа студенту не возвращается и хранится на кафедре.

К курсовому проекту не допускается к защите тогда, когда его содержание не соответствует указанной теме; когда основные вопросы темы не раскрыты; когда работа не носит самостоятельного характера, т.е. списана из литературных или иных источников; когда в ней отсутствует современный фактический, статистический материал; когда она неправильно оформлена.

Не допущенная к защите работа должна быть переработана с учётом замечаний, сделанных в рецензии. Повторная работа представляется на проверку вместе с её первоначальным вариантом и рецензией.

Тему курсового проекта менять не разрешается.

Студент, не представивший в установленный срок курсового проекта или не защитивший ее, к экзамену не допускается.

Регламент защиты выполненной работы является общепринятым.

**В процессе защиты студенту могут быть заданы следующие типовые вопросы по профилю дисциплины:**

1. В какой мере была изучена предметная область по тематике курсового проекта?
2. Как предметная область повлияла на архитектуру технологического решения?
3. Как соотносятся требования сохранения конфиденциальности и обеспечения открытости информации?
4. Какие угрозы информационной безопасности парирует разработанная система?
5. На какие предприятия рассчитано разработанное приложение?
6. Какие СУБД рассматривались при выборе программных решений для проекта информационной системы?
7. Какой стек технологий использовался в ходе разработки системы?
8. На какие мобильные платформы ориентировано разработанное приложение?
9. Данные каких интернет-ресурсов использует информационная система?
10. Сколько сущностей хранится в спроектированной базе данных и каковы реляционные отношения между ними?
11. Как отличаются структуры запросов по поиску разных сущностей предметной области?
12. Какие роли пользователей предусмотрены в системе?
13. Как организован механизм разграничения доступа и прав мобильных пользователей?
14. Как реализовано логирование для сбора системной информации о работе компонентов системы и информации о действиях пользователей?
15. Как организована поддержка геолокации в разработанном приложении?

16. Серверная часть приложения работает в синхронном или асинхронном режиме? Обоснуйте свой выбор.
17. Пользователями системы используется веб-интерфейс для мобильных устройств или же мобильное приложение?
18. Как разработанная система взаимодействует с системой учета предприятия?
19. Разработаны ли интеграционные механизмы для взаимодействия спроектированной информационной системы с установленными на предприятии продуктами 1С?
20. Как реализован механизм онлайн оплаты товаров или услуг?
21. Какие печатные формы и отчеты формируются для удобства выполнения аналитической работы пользователями?
22. В чем состоит эффективность выбранных программных решений?
23. По какому критерию оценивается юзабилити пользовательского интерфейса?

## 10 Список рекомендуемой литературы

### Перечень основной литературы:

1. 1 Пенский О.Г. Математические модели цифровых двойников : учебное пособие / Пенский О.Г.. — Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-7944-3267-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118930.html>
2. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем : учебное пособие / Черняева С.Н., Денисенко В.В.. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 96 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50630.html>

### Перечень дополнительной литературы:

1. 1. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления / Б. И. Решмин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 74 с. — ISBN 978-5-9729-0120-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/51719.html>
2. Гусев С.А. Цифровые двойники в области автомобильного транспорта : учебное пособие / Гусев С.А., Куверин И.Ю., Гусева И.А.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-7433-3555-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131673.html>

### Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. 1 Методические указания для обучающихся по организации и проведению лабораторных и практических работ: для студентов направления

09.03.02 Информационные системы и технологии / Сост. Э.Е. Тихонов, 2024 г.

2. М.В. Должикова, А.А. Евдокимов и др. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся при подготовке к занятиям по направлениям подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, 18.03.01 Химическая технология, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (магистратура), 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии /сост.: М.В. Должикова, А.А. Евдокимов, Е.Н. Павленко, А.И. Колдаев, А.В. Пашковский, Т.С. Чередниченко. – Невинномысск: НТИ(филиал) СКФУ, 2024. – 45 с.