

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.