

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

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению лабораторных работ
по дисциплине «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ»
для студентов специальности 30.05.01 Медицинская биохимия

Введение

Дисциплина «Аддитивные технологии в биологии и медицине» относится к вариативной части учебного плана и изучается студентами специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия».

Цель дисциплины – сформировать у студентов знания о сущности и значимости информатизации биологии и медицины в целом, современных информационных технологиях обеспечения лечебно-диагностического процесса, менеджмента в здравоохранении и биомедицинских исследованиях, дать сведения о типах и классификации современных технологий 3D-печати, изучить принципы создания прототипов 3D-изделий с помощью современных аддитивных технологий.

Задачами дисциплины является сформировать у студентов знания об аддитивных технологиях, оборудовании для 3D-печати, материалах для 3D-печати, этапах создания 3D-моделей, процессах печати и постобработки 3D-изделий.

Формы отчетности: зачет – семестр V.

Содержание дисциплины: История появления аддитивных технологий. Основные понятия 3D-печати. Классификация аддитивных технологий. Оборудование для 3D-печати. Материалы для 3D-печати. Преимущества и недостатки аддитивных технологий. Этапы аддитивного производства. Основные понятия 3D-моделирования. Способы создания цифровой 3D-модели. Техника безопасности при работе с 3D-принтерами. Процессы печати и постобработки распечатанных деталей. Перспективы дальнейшего развития аддитивных технологий.

Реализуемые компетенции:

ОПК-6. – «Способен обеспечивать информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения; применять средства информационно-коммуникационных технологий и ресурсы биоинформатики в профессиональной деятельности; выполнять требования информационной безопасности»

Результаты освоения дисциплины.

Студент изучит историю появления аддитивных технологий, основные понятия 3D-печати, классификацию аддитивных технологий, оборудование для 3D-печати, материалы для 3D-печати, преимущества и недостатки аддитивных технологий, этапы аддитивного производства, основные понятия 3D-моделирования, способы создания цифровой 3D-модели, технику безопасности при работе с 3D-принтерами, процессы печати и постобработки распечатанных деталей, перспективы дальнейшего развития аддитивных технологий.

Студент сможет на практике использовать современные аддитивные технологии для обработки медико-биологической информации

Рекомендуемое программное обеспечение:

1. Операционная система Windows (версия 8, 10, 11) или Linux Mint (версия не ниже 20.0)
2. Microsoft Office Standard 2013 или пакет офисных программ LibreOffice (Версия не ниже 7.0)
3. Браузер Интернет ресурсов (Firefox, Chrome)
4. Программа трехмерного моделирования Blender
5. Программа трехмерного моделирования Компас-3D
6. Программа преобразования 3D-моделей в G-код CURA

Рекомендуемое материально-техническое обеспечение: компьютерный класс (лаборатория, аудитория) с числом исправных ЭВМ по числу студентов группы плюс рабочее место преподавателя и производительностью, достаточной для освоения дисциплины. На всех ЭВМ класса (лаборатории, аудитории) программное обеспечение, выход в интернет для изучения интернет-источников дисциплины (со скоростью доступа, достаточной для комфортной работы).

Оборудование, материалы и программное обеспечение, используемые для организации и проведения лабораторных работ

Оборудование:

Компьютерный класс (лаборатория, аудитория) с числом исправных ЭВМ по числу студентов группы плюс рабочее место преподавателя и производительностью, достаточной для освоения дисциплины.

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows (версия 8, 10, 11) или Linux Mint (версия не ниже 20.0)
2. Microsoft Office Standard 2013 или пакет офисных программ LibreOffice (Версия не ниже 7.0)
3. Браузер Интернет ресурсов (Firefox, Chrome)
4. Программа трехмерного моделирования Blender
5. Программа трехмерного моделирования Компас-3D
6. Программа преобразования 3D-моделей в G-код CURA

Правила поведения в компьютерном классе (аудитории, лаборатории)

1. К работе в компьютерном классе допускаются лица, ознакомленные с инструкцией по технике безопасности и охране труда, с правилами поведения и размещения информационных ресурсов.

2. Работа студентов в компьютерном классе разрешается только в присутствии преподавателя (инженера, лаборанта).

3. Во время групповых занятий посторонние лица могут находиться в классе только с разрешения преподавателя.

4. Перед началом работы необходимо:

- убедиться в отсутствии видимых повреждений на рабочем месте;
- разместить на столе тетради, учебные пособия так, чтобы они не мешали работе на компьютере;
- принять правильную рабочую позу;
- если сеанс работы предыдущего пользователя не был завершен, завершить его;
- ввести регистрационную информацию (при необходимости).

5. При работе в компьютерном классе категорически запрещается:

- находиться в классе в верхней одежде;
- размещать одежду и сумки на рабочих местах;
- находиться в классе с едой и напитками;
- класть книги, тетради и т.п. на клавиатуру;
- располагаться сбоку или сзади от включенного монитора;
- присоединять или отсоединять кабели, трогать разъемы, провода и розетки;
- передвигать компьютеры;
- открывать системный блок;
- пытаться самостоятельно устранять неисправности в работе аппаратуры;
- перекрывать вентиляционные отверстия на системном блоке и мониторе;
- ударять по клавиатуре, нажимать бесцельно на клавиши;
- удалять или перемещать чужие файлы;
- устанавливать и запускать компьютерные игры;
- использовать Интернет-ресурсы неучебного назначения.

6. Находясь в компьютерном классе, необходимо:

- соблюдать тишину и порядок, выключать мобильные телефоны от громкой связи;
- выполнять все требования преподавателя, инженера и лаборанта;

- работать только под своим именем и паролем;
 - соблюдать режим работы (продолжительность непрерывной работы за компьютером не более двух часов с обязательным 10-минутным перерывом и гимнастикой для глаз; продолжительность интенсивной работы с клавиатурой не более 30 минут с последующей гимнастикой для рук; общая продолжительность работы не более 4 часов в день);
 - при появлении рези в глазах, резком ухудшении видимости, невозможности сфокусировать взгляд или навести его на резкость, появлении боли в пальцах и кистях рук, усилении сердцебиения немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем преподавателю и обратиться к врачу;
 - после окончания работы завершить все активные программы и корректно завершить сеанс;
 - оставить рабочее место чистым.
7. **Работая за компьютером, необходимо соблюдать правильную позу:**
- расстояние от экрана до глаз 70-80 см (расстояние вытянутой руки);
 - вертикально прямая спина;
 - плечи опущены и расслаблены;
 - ноги на полу и не скрещены;
 - локти, запястья и кисти рук на одном уровне;
 - локтевые, тазобедренные, коленные, голеностопные суставы под прямым углом.
8. При появлении программных ошибок или сбоех оборудования студент обязан немедленно обратиться к преподавателю (инженеру, лаборанту).
9. В случае порчи или выхода из строя оборудования компьютерного класса по вине пользователя ремонт или замена оборудования производится за счет пользователя.

Лабораторная работа 1. Понятие об аддитивных технологиях

Цель: изучить основные принципы аддитивных технологий и освоить процесс послойного создания объектов.

Оборудование: 3D-принтер (FDM), компьютер с ПО для 3D-моделирования и слайсинга.

Ход работы:

Изучить теоретический материал об аддитивных технологиях.

Создать простую 3D-модель куба в Tinkercad.

Экспортировать модель в формат STL.

Настроить параметры печати в слайсере (высота слоя 0,2 мм, заполнение 20%).

Запустить печать модели на 3D-принтере.

Проанализировать результат печати.

Контрольные вопросы:

В чём отличие аддитивных технологий от субтрактивных?

Какие этапы включает процесс создания изделия методом 3D-печати?

Что такое STL-формат и для чего он используется?

Лабораторная работа 2. Стереолитография (SLA)

Цель: освоить технологию стереолитографии и изучить её особенности.

Оборудование: SLA-принтер, фотополимерная смола, УФ-камера для постобработки.

Ход работы:

Ознакомиться с принципом работы SLA-принтера.

Выбрать тестовую модель (например, шестерню).

Подготовить модель к печати в специализированном ПО.

Залить фотополимер в ванну принтера.

Выполнить печать модели.

Провести постобработку: промыть в изопропиловом спирте, подвергнуть УФ-отверждению.

Оценить качество полученной детали.

Контрольные вопросы:

Каков принцип работы SLA-технологии?

Какие преимущества даёт высокая точность SLA-печати?

Какие материалы используются в SLA-печати?

Лабораторная работа 3. Лазерное спекание (SLS) и 3D-печать

Цель: изучить технологию SLS и сравнить её с другими методами 3D-печати.

Оборудование: демонстрационные образцы SLS-печати, компьютер с ПО.

Ход работы:

Изучить принцип работы SLS-технологии.

Сравнить параметры печати SLS с FDM и SLA.

Проанализировать свойства образцов, напечатанных разными методами.

Составить таблицу сравнения технологий по критериям: точность, прочность, стоимость, материалы.

Контрольные вопросы:

В чём ключевое отличие SLS от других технологий 3D-печати?

Какие материалы можно использовать в SLS?

Каковы преимущества SLS для промышленного применения?

Лабораторная работа 4. Применение аддитивных технологий

Цель: исследовать области применения аддитивных технологий.

Оборудование: образцы изделий, напечатанных для медицины, биоинженерии и промышленности.

Ход работы:

Рассмотреть образцы медицинских имплантатов.

Изучить примеры биопринтинга (модели органов).

Проанализировать промышленные детали, созданные методом 3D- печати.

Подготовить доклад о перспективах применения аддитивных технологий в выбранной отрасли.

Контрольные вопросы:

Приведите три примера применения 3D- печати в медицине.

Как аддитивные технологии помогают в биоинженерии?

В каких отраслях промышленности 3D- печать наиболее востребована?

Лабораторная работа 5. Преимущества и ограничения аддитивного производства

Цель: сравнить аддитивные и традиционные методы производства.

Ход работы:

Выбрать деталь для сравнения (например, кронштейн).

Рассчитать время изготовления традиционным методом (фрезерование) и аддитивным (FDM).

Сравнить расход материала.

Оценить сложность изготовления деталей сложной формы.

Составить таблицу плюсов и минусов каждого метода.

Контрольные вопросы:

В каких случаях аддитивное производство выгоднее традиционного?

Какие ограничения есть у 3D- печати по сравнению с литьём?

Как влияет сложность формы детали на выбор технологии изготовления?

Лабораторная работа 6. Оборудование и материалы для 3D- печати

Цель: изучить виды оборудования и материалов для 3D- печати.

Оборудование: образцы материалов (PLA, ABS, PETG, фотополимер, металлический порошок), образцы напечатанных деталей.

Ход работы:

Изучить характеристики различных материалов.

Сравнить свойства напечатанных образцов.

Ознакомиться с устройством разных типов 3D- принтеров.

Заполнить таблицу: тип принтера — материалы — область применения.

Контрольные вопросы:

Какие материалы подходят для FDM- печати?

Чем отличаются фотополимеры для SLA?

Какие металлы используются в аддитивном производстве?

Лабораторная работа 7. FDM-, SLA- и SLS- принтеры

Цель: изучить конструктивные особенности и области применения разных типов 3D- принтеров.

Оборудование: FDM- принтер, образцы SLA- и SLS- печати, каталоги оборудования.

Ход работы:

Разобрать устройство FDM- принтера (экструдер, стол, кинематика).

Сравнить точность печати разных технологий.

Определить оптимальные области применения для каждого типа принтера.

Подготовить сравнительную характеристику в виде таблицы.

Контрольные вопросы:

Какой тип принтера подходит для быстрого прототипирования?

Для каких задач лучше использовать SLA- принтер?

В чём преимущество SLS для мелкосерийного производства?

Лабораторная работа 8. Термопласты для 3D- печати (PLA, ABS, PETG)

Цель: изучить свойства термопластов и их применение в 3D- печати.

Оборудование: образцы PLA, ABS, PETG, образцы напечатанных деталей, измерительные инструменты.

Ход работы:

- Измерить прочность образцов на разрыв.

- Оценить гибкость и ударную вязкость.

- Изучить температурные характеристики (температура стеклования).

- Сравнить качество поверхности деталей из разных материалов.

- Сделать выводы о сферах применения каждого материала.

Контрольные вопросы:

- Чем отличается PLA от ABS?

- Какой материал лучше для функциональных деталей?

- Каковы особенности печати PETG?

Лабораторная работа 9. Фотополимеры, металлы и биосовместимые материалы

Цель: изучить специальные материалы для аддитивного производства.

Оборудование: образцы фотополимеров, металлических порошков, биосовместимых материалов.

Ход работы:

- Изучить свойства фотополимерных смол.

- Ознакомиться с характеристиками металлических порошков.

- Рассмотреть примеры биосовместимых материалов.

- Подобрать материал для конкретной задачи (например, медицинский имплантат).

Контрольные вопросы:

- Какие требования предъявляются к биосовместимым материалам?

Какие металлы чаще всего используются в 3D-печати?

-
-

В чём преимущества фотополимеров перед термопластами?

-

Лабораторная работа 10. Критерии выбора оборудования и материалов

Цель: научиться выбирать оборудование и материалы под конкретные задачи.

Ход работы:

-

Получить техническое задание (например, изготовить корпус прибора).

-

-

Определить требования к детали (прочность, точность, термостойкость).

-

-

Выбрать подходящий материал.

-

-

Подобрать тип 3D-принтера.

-

-

Обосновать выбор.

-

Контрольные вопросы:

-

Как влияет требуемая точность на выбор технологии печати?

-

-

Какие факторы определяют выбор материала?

-

-

Когда оправдано использование промышленного 3D-принтера?

-

Лабораторная работа 11. Перспективы развития технологий 3D-печати

Цель: изучить тенденции развития аддитивных технологий.

Ход работы:

-

Найти информацию о новых материалах для 3D-печати.

-

-

Изучить разработки в области многокомпонентной печати.

-

-

Рассмотреть применение ИИ в аддитивном производстве.

-

-

Подготовить презентацию о перспективах 3D-печати в выбранной отрасли.

-

Контрольные вопросы:

-

Какие новые материалы появляются для 3D-печати?

-

- Как ИИ может улучшить аддитивное производство?
-
- Каковы перспективы 3D- печати в строительстве?
- **Лабораторная работа 12. Создание 3D- моделей**
Цель: освоить процесс создания 3D- моделей для печати.
Оборудование: компьютеры с ПО для 3D- моделирования.
Ход работы:
 - Разработать концепцию простой детали.
 -
 - Создать 3D- модель в Fusion 360.
 -
 - Проверить модель на ошибки (незамкнутые контуры, тонкие стенки).
 -
 - Экспортировать в STL- формат.
 -
 - Оптимизировать модель для печати (добавить поддержки, уменьшить количество полигонов).
 - **Контрольные вопросы:**
 - Какие этапы включает создание 3D- модели?
 -
 - Почему важно проверять модель перед печатью?
 -
 - Какие форматы файлов используются для 3D- печати?
 - **Лабораторная работа 13. Инструменты и ПО для 3D- моделирования**
Цель: освоить основные программы для 3D- моделирования и сравнить их возможности.
Оборудование: компьютеры с предустановленным ПО (Blender, Tinkercad, Fusion 360, SolidWorks).
Ход работы:
 - Создать простую модель (куб с отверстием) в Tinkercad:
 -
 - использовать базовые инструменты программы;
 -
 - экспортировать модель в STL- формат.
 -
 - Повторить создание той же модели в Blender:

-
- применить инструменты полигонального моделирования;
-
- проверить модель на ошибки (незамкнутые поверхности, пересекающиеся полигоны);
-
- экспортировать в STL.
-
- Создать модель в Fusion 360:
-
- использовать параметрическое моделирование;
-
- задать точные размеры и ограничения;
-
- экспортировать в STL и STEP.
-
- Создать модель в SolidWorks:
-
- построить эскиз, применить операции выдавливания и вырезания;
-
- добавить фаски и скругления;
-
- экспортировать в STL, STEP и IGES.
-
- Сравнить результаты:
-
- размер файлов в разных форматах;
-
- качество геометрии;
-
- удобство интерфейса и инструментов;
-
- время, затраченное на создание модели в каждой программе.
-
- Заполнить сравнительную таблицу:
-

Критерий	Tinkercad	Blender	Fusion 360	SolidW
Сложность освоения				
Точность моделирования				
Поддержка форматов				
Время создания модели				
Оптимальная область применения				

Контрольные вопросы:

- Для каких задач лучше всего подходит Tinkercad?
-
- В чём преимущества Blender для художественного моделирования?
-
- Почему Fusion 360 часто выбирают для инженерного проектирования?
-
- Какие преимущества SolidWorks даёт в промышленном дизайне?
-
- Какой формат файла лучше всего сохраняет параметрическую информацию?
-

Лабораторная работа 14. Принципы топологического моделирования и оптимизация геометрии

Цель: изучить методы топологической оптимизации и подготовить модель к 3D- печати.

Оборудование: компьютер с ПО для топологической оптимизации (Fusion 360 или ANSYS) и слайсером.

Ход работы:

- Выбрать базовую деталь (например, кронштейн или рычаг) с известными нагрузками.
-
- Создать начальную 3D- модель в Fusion 360.
-
- Задать граничные условия и нагрузки для топологической оптимизации:
 - точки крепления;
 -
 - направления и величины сил;
 -
 - допустимые зоны материала.
 -

- Провести топологическую оптимизацию:
 -
 - установить целевую массу (например, уменьшить на 30 %);
 -
 - запустить расчёт распределения материала;
 -
 - проанализировать результат оптимизации.
 -
- Реконструировать оптимизированную форму:
 -
 - сгладить поверхности;
 -
 - добавить технологические элементы (фаски, скругления).
 -
- Проверить модель на пригодность к 3D- печати:
 -
 - минимальная толщина стенок (не менее 1,2 мм для FDM);
 -
 - углы нависания (не более 45°);
 -
 - наличие поддержек для нависающих элементов.
 -
- Экспортировать модель в STL:
 -
 - выбрать разрешение сетки (среднее или высокое);
 -
 - проверить файл на ошибки в Meshmixer.
 -
- Подготовить модель к печати в слайсере:
 -
 - разместить на столе;
 -
 - настроить поддержки;
 -
 -

задать параметры печати (высота слоя, заполнение).

○

Контрольные вопросы:

•

Что такое топологическая оптимизация и зачем она нужна?

•

•

Как граничные условия влияют на результат оптимизации?

•

•

Почему важно проверять минимальную толщину стенок перед печатью?

•

•

Какие углы нависания требуют поддержек при FDM- печати?

•

•

В каких форматах лучше всего передавать параметрические модели?

•

Лабораторная работа 15. Печать и постобработка 3D- моделей

Цель: отработать полный цикл 3D- печати и изучить этапы постобработки.

Оборудование: FDM- принтер, материалы (PLA/ABS), инструменты для постобработки (кусачки, наждачная бумага, ацетон и т.д.).

Ход работы:

•

Подготовить модель к печати:

•

○

импортировать STL- файл в слайсер (Cura, PrusaSlicer);

○

○

расположить модель на платформе;

○

○

настроить параметры:

○

○

высота слоя: 0,2 мм;

○

○

заполнение: 20%;

○

○

скорость печати: 50 мм/с;

○

○

температура сопла: 200° С (для PLA);

○

○

температура стола: 60° С.

○

•

Запустить печать и наблюдать за процессом:

-
-
- первый слой (качество адгезии);
-
-
- формирование стенок и заполнения;
-
-
- работа системы поддержек.

•
Снять готовую модель с платформы.

•
Выполнить постобработку:

-
-
- удалить поддержки кусачками и ножом;
-
-
- зашлифовать поверхности наждачной бумагой (от крупной к мелкой зернистости);
-
-
- при необходимости обработать ацетоном (для ABS) для сглаживания слоёв;
-
-
- загрунтовать и покрасить модель (по желанию).

•
Оценить результат:

-
-
- точность размеров (измерить штангенциркулем);
-
-
- качество поверхности (шероховатость);
-
-
- прочность (на изгиб или разрыв).

Контрольные вопросы:

-
- Почему первый слой так важен для успешной печати?
-
-
- Как высота слоя влияет на качество и время печати?
-
-
- Зачем нужны поддержки и как их правильно удалять?
-
-

В чём разница постобработки PLA и ABS?

-
-

Как ацетон влияет на поверхность ABS- пластика?

-

Лабораторная работа 16. Методы постобработки: удаление поддержек, шлифовка, полировка

Цель: освоить различные методы постобработки 3D- напечатанных моделей.

Оборудование: напечатанные модели с поддержками, инструменты (кусачки, скальпели, наждачная бумага разной зернистости, полировочная паста, полировальный круг).

Ход работы:

-

Удалить поддержки:

-

-

срезать крупные поддержки кусачками;

-

-

аккуратно удалить остатки скальпелем;

-

-

обработать места крепления поддержек наждачной бумагой.

-

-

Отшлифовать поверхность:

-

-

начать с крупной наждачной бумаги (180 grit);

-

-

перейти к средней (400 grit);

-

-

закончить мелкой (800–1000 grit).

-

-

Отполировать модель:

-

-

нанести полировочную пасту на поверхность;

-

-

отполировать вручную или с помощью полировального круга;

-

-

добиться зеркального блеска (если требуется).

-

-

Сравнить качество обработки на разных участках:

-

-

вертикальные стенки;

-
-

горизонтальные поверхности;

-
-

зоны поддержек.

-

·

Зафиксировать результаты в таблице:

·

Метод обработки	Инструменты	Время обработки	Качество поверхности
Удаление поддержек	Кусачки, скальпель		Грубая
Шлифовка (180 grit)	Наждачная бумага		Средняя
Шлифовка (400 grit)	Наждачная бумага		Хорошая
Полировка	Паста, круг		Отличная

Контрольные вопросы:

•

Почему нельзя сразу использовать мелкую наждачную бумагу?

-
-

Как избежать царапин при шлифовке?

-
-

Какие участки модели сложнее всего полировать?

-
-

В каких случаях полировка не нужна?

Лабораторная работа 17. Химическая обработка и покраска 3D-моделей

Цель: освоить методы химической обработки и покраски для улучшения качества поверхности и прочностных характеристик моделей.

Оборудование: напечатанные модели (из PLA и ABS), ацетон, изопропиловый спирт, грунтовка, акриловые краски, кисти, аэрозольные краски, защитные средства (перчатки, очки, респиратор), ёмкости для обработки.

Ход работы:

·

Подготовить модель к обработке:

·

-

удалить поддержки;

-
-

зашлифовать грубые участки наждачной бумагой (400 grit).

-

·

Провести химическую обработку:

·

-

для ABS: поместить модель в ёмкость с парами ацетона (на расстоянии над жидкостью) на 5–10 минут;

для PLA: обработать поверхность изопропиловым спиртом с помощью кисти;

оценить изменение шероховатости и блеска поверхности.

Подготовить к покраске:

очистить поверхность от пыли и жира;

нанести слой грунтовки (аэрозольной или кистью);

дать высохнуть 30–60 минут;

при необходимости зашлифовать грунтовку (800 grit) для устранения неровностей.

Покрасить модель:

нанести базовый слой краски (аэрозольно или кистью);

после высыхания (1–2 часа) нанести второй слой;

добавить детали тонкой кистью (если требуется).

Защитное покрытие:

нанести прозрачный лак (матовый или глянцевый) для защиты краски;

дать полностью высохнуть.

Оценить результат:

сравнить качество поверхности до и после обработки;

☐ ☐ ☐

○

●

●

•

•

•

●

•

•

1

•

- SLA (фотополимер): полировка + УФ- отверждение;
-
- SLS (нейлон): пескоструйная обработка + покраска.
-
-
- Выполнить постобработку по выбранным методам:
-
-
- для FDM- моделей: удалить поддержки, зашлифовать, обработать химически (ABS) или за
грунтовать (PLA), покрасить;
-
-
- для SLA- модели: промыть в спирте, подвергнуть УФ- отверждению, отполировать мягкой
тканью с полировочной пастой;
-
-
- для SLS- модели: очистить от излишков порошка, обработать пескоструем, загрунтовать и
покрасить.
-
-
- Оценить результаты:
-
-
- сравнить гладкость поверхности (можно использовать микрометр для измерения перепадо
в);
-
-
- оценить прочность покрытия (царапание ногтем);
-
-
- зафиксировать время, затраченное на каждый метод;
-
-
- сделать фото до и после обработки.
-
-
- Заполнить таблицу сравнения:
-

Образец	Материал/Технология	Метод постобработки	Время обработки	К
1	PLA (FDM)	Шлифовка + грунтовка + краска		
2	ABS (FDM)	Ацетон + краска		
3	Фотополимер (SLA)	Полировка + УФ		
4	Нейлон (SLS)	Пескоструй + краска		

-
- Сделать выводы:

.
○ какой метод даёт наилучшую гладкость для каждого материала?

○
○ какой метод наиболее экономичен по времени?

○
○ какие методы подходят для серийного производства?

○
Контрольные вопросы:

• Почему для SLS-моделей не подходит химическая обработка ацетоном?

•
• Какой метод постобработки лучше всего сохраняет мелкие детали на поверхности?

•
• В каких случаях шлифовка предпочтительнее химической обработки?

•
• Как выбор метода постобработки влияет на итоговую стоимость изделия?

•
• Какие факторы (кроме материала) нужно учитывать при выборе метода постобработки?

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы :

1. Физика для инженеров : учебник для вузов / А. В. Благин, Т. С. Беликова, Т. П. Жданова [и др.] ; под редакцией А. В. Благин. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 544 с. — ISBN 978-5-507-51545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451841> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аганов, А. В. Медицинская физика. Часть 1. Механика. Молекулярная физика : учебное пособие для вузов / А. В. Аганов. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 220 с. — ISBN 978-5-507-48335-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380648> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Медицинская физика : учебник / В. А. Федоров, А. В. Яковлев, Т. Н. Плужникова [и др.]. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2023. — 221 с. — ISBN 978-5-00078-755-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451676> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

Перечень дополнительной литературы:

1. Купо, А. Н. Общая физика. Молекулярная физика: тестовые задания : учебное пособие / А. Н. Купо, С. А. Лукашевич, Е. Б. Шершнева. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2023. — 33 с. — ISBN 978-985-577-928-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360983> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Горяев, М. А. Атомная физика : учебно-методическое пособие / М. А. Горяев, И. О.

- Попова. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. — 36 с. — ISBN 978-5-8064-3334-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/355361> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дырдин, В. В. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие / В. В. Дырдин, С. А. Шепелева, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 246 с. — ISBN 978-5-00137-294-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257552> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Пауткина, А. В. Физика : учебно-методическое пособие / А. В. Пауткина ; под редакцией С. М. Кокина. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175886> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лячин, А. В. Физика : учебно-методическое пособие / А. В. Лячин ; под редакцией А. В. Лячина. — Москва : ТУСУР, 2023 — Часть 2 — 2023. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394283> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Шершнев, Е. Б. Общая физика. Физические основы механики, молекулярная физика и термодинамика, электростатика : учебное пособие / Е. Б. Шершнев, А. Н. Купо, С. А. Лукашевич. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2024. — 39 с. — ISBN 978-985-577-973-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/393983> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. Пользователей
7. Физика для инженеров : учебник для вузов / А. В. Благин, Т. С. Беликова, Т. П. Жданова [и др.] ; под редакцией А. В. Благин. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 544 с. — ISBN 978-5-507-51545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451841> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей

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

Методические указания

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ»
для студентов специальности 30.05.01 Медицинская биохимия

Введение

Для современного специалиста важно формирование системных фундаментальных знаний, умений и навыков по закономерностям, представляющих важность при подготовке студентов медиков к системному восприятию естественнонаучных и профессиональных дисциплин, формировании у них навыков анализа, необходимых для последующей практической деятельности.

Целью данного пособия является формирование общепрофессиональных компетенций будущего специалиста по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия. Знания, полученные в ходе освоения дисциплины, применяются при написании выпускной квалификационной работы, при прохождении преддипломной практики, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа проводится в виде самостоятельного изучения литературы и подготовки заданий. Основной целью этих видов самостоятельной работы является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование общеучебных умений и навыков, но и определяется рамками данной предметной области.

Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Самостоятельная работа проводится в виде самостоятельного изучения литературы и подготовки заданий. Основной целью этих видов самостоятельной работы является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование действенной системы фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков, которые они могли бы свободно и самостоятельно применять в практической деятельности.

В ходе постановки целей и задач необходимо учитывать, что их выполнение направлено не только на формирование общеучебных умений и навыков, но и определяется рамками данной предметной области.

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При выполнении самостоятельного изучения теоретического материала курса студент должен руководствоваться следующими правилами. За основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины в библиотеке СКФУ. Согласно плану-графику аудиторных занятий и самостоятельной работы, на изучение отдельных тем отводится разное количество часов. Значительная часть самостоятельной работы студента должна отводиться на усвоение полученного на лекции материала по пройденной теме, написании конспекта по заданным теоретическим блокам, поиску дополнительной литературы на базе библиотеки СКФУ и в системе интернет.

Весь охваченный теоретический материал должен быть осмыслен и переработан для более глубокого осмысления полученных данных. Все это поможет в решении задач, тестировании и подготовке к зачету.

Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется изучить контрольные вопросы по данному занятию, теоретический материал, изложенный в пособии, обратить внимание на технику безопасности и изучить методику проведения опытов. В протоколе должны быть отражены следующие разделы:

1. Номер занятия.
2. Название работы.
3. Цель работы.
4. Принцип метода и химический механизм реакций.
5. Расчеты.

6. Результаты.

7. Выводы.

Методические рекомендации по подготовке к индивидуальным заданиям

При выполнении самостоятельного изучения теоретического материала курса студент должен руководствоваться следующими правилами. За основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины в библиотеке СКФУ. Согласно плану-графику аудиторных занятий и самостоятельной работы, на изучение отдельных тем отводится разное количество часов. Значительная часть самостоятельной работы студента должна отводиться на усвоение полученного на лекции материала по пройденной теме, написании конспекта по заданным теоретическим блокам, поиску дополнительной литературы на базе библиотеки СКФУ и в системе интернет.

Весь охваченный теоретический материал должен быть осмыслен и переработан для более глубокого осмысления полученных данных. Все это поможет в решении задач, тестировании и подготовке к контрольным точкам.

Методические рекомендации при подготовке к докладам

Изучение основных разделов заканчивается разработкой творческих заданий, на которых обобщается весь материал по данной части учебной программы.

Творческие задания представляет собой не только одну из форм текущего контроля, но и одну из активных форм учебных занятий, проводимых как в виде беседы преподавателя со студентами, так и в виде занятия, посвященного обсуждению определенной темы.

Целями творческих заданий являются: выяснение у студентов знаний, их углубление (повышение) и закрепление по той или иной теме курса; формирование у студентов навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

Основная задача творческих заданий – пробудить у студента стремление к чтению и использованию дополнительной литературы. На занятия могут выносятся как проблемные (нередко спорные теоретические вопросы), так и вопросы, требующие самостоятельного изучения, а также более глубокой проработки.

На самостоятельную подготовку к творческому заданию студенту отводится 1-2 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и составление конспекта.

Методические указания к тестам

Самостоятельные ответы на вопросы, как и решение задач существенно дополняют лекции и самостоятельно пройденный материал по дисциплине. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к явлениям.

На занятиях используются:

- 1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твёрдые навыки расчёта и вычислений;
- 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов;
- 3) задачи для закрепления и контроля знаний;
- 4) познавательные задачи.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану, который надо продиктовать студентам:

1. прочесть условие задачи; посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
2. написать схему реакции, если это необходимо;
3. установить, какие законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
4. составить уравнения, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;
5. решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы :

1. Физика для инженеров : учебник для вузов / А. В. Благин, Т. С. Беликова, Т. П. Жданова [и др.] ; под редакцией А. В. Благин. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 544 с. — ISBN 978-5-507-51545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451841> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Аганов, А. В. Медицинская физика. Часть 1. Механика. Молекулярная физика : учебное пособие для вузов / А. В. Аганов. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 220 с. — ISBN 978-5-507-48335-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/380648> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Медицинская физика : учебник / В. А. Федоров, А. В. Яковлев, Т. Н. Плужникова [и др.]. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2023. — 221 с. — ISBN 978-5-00078-755-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451676> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

Перечень дополнительной литературы:

1. Купо, А. Н. Общая физика. Молекулярная физика: тестовые задания : учебное пособие / А. Н. Купо, С. А. Лукашевич, Е. Б. Шершнеv. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2023. — 33 с. — ISBN 978-985-577-928-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/360983> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Горяев, М. А. Атомная физика : учебно-методическое пособие / М. А. Горяев, И. О. Попова. — Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. — 36 с. — ISBN 978-5-8064-3334-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/355361> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дырдин, В. В. Физика. Механика. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие / В. В. Дырдин, С. А. Шепелева, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 246 с. — ISBN 978-5-00137-294-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257552> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Пауткина, А. В. Физика : учебно-методическое пособие / А. В. Пауткина ; под редакцией С. М. Кокина. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 61 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175886> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Лячин, А. В. Физика : учебно-методическое пособие / А. В. Лячин ; под редакцией А. В. Лячина. — Москва : ТУСУР, 2023 — Часть 2 — 2023. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394283> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для

авториз. пользователей.

6. Шершнева, Е. Б. Общая физика. Физические основы механики, молекулярная физика и термодинамика, электростатика : учебное пособие / Е. Б. Шершнева, А. Н. Купо, С. А. Лукашевич. — Гомель : ГГУ имени Ф. Скорины, 2024. — 39 с. — ISBN 978-985-577-973-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/393983> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. Пользователей
7. Физика для инженеров : учебник для вузов / А. В. Благин, Т. С. Беликова, Т. П. Жданова [и др.] ; под редакцией А. В. Благин. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 544 с. — ISBN 978-5-507-51545-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451841> (дата обращения: 31.01.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей