

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Укрупненная группа направлений подготовки	28.00.00 Нанотехнологии и наноматериалы
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы
Направленность (профиль) образовательной программы	Наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Биологические наноматериалы»** для обучающихся по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 968 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
д-р. физ.-мат. наук, проф.

А. Г. Милославский

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы, д-р физ.-мат. наук, проф.
10.04.2025 г.

А. Г. Петренко

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Химия твердого тела, Электронная микроскопия, Материаловедение наноструктурированных материалов

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Материалы и методы нанотехнологий, Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	28.03.03 Наноматериалы (Профиль: Наноматериалы)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ОД.4 Биологические наноматериалы
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор вуза
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	4	7	26	-	26	56	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение студентами современных представлений об основных критериях для разработки биоконструкций, которые сориентированы на решение инженерных задач.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен предлагать рациональное расходование основных, вспомогательных и расходных материалов в производственном процессе	ПК-2.1. Анализирует расходование основных, вспомогательных и расходных материалов в производственном процессе	ПК-2.1.1. Знает способы рационализации расходования материалов ПК-2.1.2. Умеет оптимизировать расходование материалов ПК-2.1.3. Владеет навыками анализа расходования основных, вспомогательных и расходных материалов в производственном процессе
	ПК-2.2. Дает предложения по разработке и выбору материалов в производственном процессе	ПК-2.2.1. Знает необходимые формы нормативно-технических документов ПК-2.2.2. Умеет обосновывать вносимые предложения по разработке и выбору материалов в производственном процессе ПК-2.2.3. Владеет навыками анализа процесса разработки продукции

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине	
Биоконструкции и наноматериалы в медицине.	Обзор дисциплины. Структуры на основе наноматериалов, физико-химические свойства, применение в наномедицине. Классификация материалов для решения тканеинженерных задач. Свойства биосовместимых биорастворимых материалов как наиболее оптимальных для применения в медицине.
Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов	Свойства и характеристика наноматериалов: химические, механические, электрические, магнитные, термические, оптические. Характеристика наноматериалов: физико-химическая; молекулярно-биологическая; характер взаимодействия наноматериалов с клетками и внутриклеточными структурами; различные аспекты цитотоксичности.
Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы	Новые высокотехнологичные материалы: полифункциональные, гибридные, наноматериалы, биоматериалы, мезопористые материалы с заданной плотностью и пористостью, величина соотношения поверхности к объему, функционализация пористой поверхности. Нанопористая проницаемость. Способы получения новых композитных наноматериалов. Методы получения пористых материалов на основе биорастворимых полимеров. Области применения.

<p>Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов</p>	<p>Нанофармакология. Функционализированные поверхности бионаноматериалов, нанобиоинтерфейс. Микро- и наноинкапсулирование. Контролируемая и пролонгированная доставка лекарств при помощи бионаноконструкций. Наноконструкции на основе биорастворимых материалов. Микросферы для пролонгированного высвобождения лекарств. Исследования полимерных систем для пролонгированного высвобождения биологически активных веществ.</p>
<p>Раздел 2. Нанотехнологии для клеточных и тканеинженерных задач</p>	
<p>Бионаноматериалы для клеточных технологий</p>	<p>Нанотехнологии стволовых клеток (СК): создание адекватного микроокружения (матрикса) для СК; трансфекция, выделение и сортировка СК; выявление молекул в СК; визуализация, отслеживание путей миграции и судьбы СК in vivo; решение тканеинженерных задач. Примеры применения наноматериалов для поддержания дифференцировки и пролиферации СК. Матрикс на основе наноструктурированных минерализованных коллагеновых волокон для регенерации кости. Перспективы трансплантации клеток в носителях на основе биodeградируемых наноматериалов. Наномагнетики для клеточных технологий.</p>
<p>Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений</p>	<p>Нанотехнологии для решения тканеинженерных задач, нановолокна для регенерации нерва, трансплантации сосудов, реконструкции костной ткани и т.д.; наногель и микро/наноструктурированный матрикс; магнитные наночастицы; нанокомпозитные материалы для костной ткани; самособирающиеся пептидные системы; микро/наноинкапсулирование для клеточной терапии. Самособирающиеся наносистемы для реконструкции матрикса биологической ткани. Области применения бионаноматериалов в медицине. Применение новых биосовместимых и биорастворимых материалов в хирургии. Биоконструкции на основе наноматериалов в кардиологии, онкологии, неврологии и регенеративной медицине.</p>
<p>Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний</p>	<p>Нанотехнологии в диагностике. Принципы детекции, лежащие в основе биосенсорных систем. Распознавание молекул и специфические взаимодействия как основные принципы работы биосенсоров. Флюоресцентные биосенсоры для</p>

	<p>количественного анализа фаз клеточного цикла и дифференцировки клеток. Значение для онкодиагностики. Биосенсоры на основе ДНК для выявления генотоксических веществ. Биосенсоры для выявления повреждений ДНК. Полупроводниковый биосенсор на основе оксида металла для мультиплексной электрохимической детекции ДНК в реальном времени. Технологии биосенсоров для выявления патогенов в ткани и оценки противомикробной активности лекарственных средств. Биосенсоры на основе фотонных кристаллов для выявления ингибиторов взаимодействия в системе белок-ДНК.</p>
--	--

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Биоконструкции и наноматериалы в медицине	14		14	32	60
Биоконструкции и наноматериалы в медицине.	4		4	8	16
Полимерные, биологические и углеродные наноматериалы. Токсичность и совместимость бионаноматериалов	4		4	8	16
Новые высокотехнологичные материалы в биомедицине: мезопористые, полифункциональные, композитные материалы	3		3	8	14
Бионаноконструкции для доставки лекарств, биоактивных молекул и терапевтических генов	3		3	8	14
Раздел 2. Нанотехнологии для клеточных и тканеинженерных задач	12		12	24	48
Бионаноматериалы для клеточных технологий	4		4	8	16
Тканеинженерные конструкции на основе природных и синтетических материалов, сферы приложений	4		4	8	16
Биосенсоры на основе наноматериалов для детекции молекулярных маркеров в диагностике заболеваний	4		4	8	16
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	26	–	26	56	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Структуры на основе наноматериалов
2. Физико-химические свойства наноматериалов и применение в наномедицине.
3. Классификация материалов для решения тканеинженерных задач.
4. Свойства биосовместимых биорастворимых материалов как наиболее оптимальных для применения в медицине.
5. Свойства и характеристика наноматериалов: химические, механические, электрические, магнитные, термические, оптические.
6. Характеристика наноматериалов: физико-химическая; молекулярно-биологическая.
7. Характер взаимодействия наноматериалов с клетками и внутриклеточными структурами.

Раздел 2

8. Цитотоксичность наноматериалов.
9. Новые высокотехнологичные материалы: полифункциональные, гибридные, наноматериалы, биоматериалы.
10. Мезопористые материалы с заданной плотностью и пористостью
11. Величина соотношения поверхности к объему у мезопористых наноматериалов, функционализация пористой поверхности.

7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Бактерии как нанобиомашинны.
2. Полимерные наночастицы.
3. Дендримеры.
4. Фуллерены и нанотрубки.
5. Платформенные технологии (микрокапсулирование).
6. Термотерапия наночастицами.
7. Наноантитела.

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

- Структуры на основе наноматериалов, физико-химические свойства, применение для решения медицинских задач. Биосовместимые и биорастворимые материалы.
- Токсичность наноконструкций. Наномедицина и нанобиобезопасность
- Методы получения пористых материалов на основе биорастворимых полимеров.
- Электроспиннинг: применение в медицине.
- Функционализированные поверхности бинанооматериалов, нанобиоинтерфейс.
- Биоконструкции на основе биосовместимых и биорастворимых наноматериалов для регенеративной медицины.
- Методика создания тканеинженерной тубулированной конструкции кондуита периферического нерва для стимулирования нейрорегенерации

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 7

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий(ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Варюхин, В. Н. Наноматериалы [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / В. Н. Варюхин, С. В. Терехов ; Донецкий нац. ун-т ; Донецкий физ.-техн. ин-т им. А. А. Галкина. - Донецк : ДонНУ, 2016. - Электронные данные (1 файл).

2. Гусев, А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. - Изд. 2-е. - Москва : Физматлит, 2009. - 414 с.

3. Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. – 246 с.

4. Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.

10.2. Дополнительная литература

1. Гаврусейко, Н. П. Справочник по химии : кн. для учащихся / Н. П. Гаврусейко. - Минск : Нар. асвета, 1989. - 79,[1] с.

2. Хенней, Н. Химия твердого тела / Н. Хенней ; пер. с англ. Ю. И. Михайлова, Э. Ф. Хайретдинова ; под ред. В. В. Болдырева. - Москва : Мир, 1971. - 223 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «**КиберЛенинка**»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «**Лань**»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).