

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Ядерная релаксация в сложных молекулярных системах

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Иванов Д.С. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), f.ma.dima@mail.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- теорию ошибок и обработки эксперимента, принципы действия аналоговых и цифровых радиоизмерительных приборов;
- основные методы измерения релаксационных процессов в молекулярных системах различного агрегатного состояния
- основные приложения ядерной релаксация в биотехнических системах;

Должен уметь:

- организовывать комплекс проектно-исследовательских работ в молекулярных системах методами ядерной релаксации;
- разрабатывать проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оборудования на основе ядерного магнитного резонанса.

Должен владеть:

- основными современными способами и методами исследования сложных молекулярных систем;
- навыками работы на научно-исследовательском оборудовании, основанная на явлении ядерного магнитного резонанса;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская томография: физические принципы и приборостроение)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 61 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 11 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основы метода ядерной магнитного резонанса	5	4	0	0	0	4	0	2
2.	Тема 2. Молекулярные системы: основные закономерности, фазовое состояние, физические свойства	5	4	0	0	0	2	0	6
3.	Тема 3. Надмолекулярные и супрамолекулярные системы и их исследование методом ядерной магнитной релаксации	5	6	0	0	0	10	0	1
4.	Тема 4. Применение методов ядерной магнитной релаксации для исследования биологических, нефтяных систем	5	6	0	0	0	10	0	1
5.	Тема 5. Специальные импульсные методики для исследования пористых систем	5	4	0	0	0	10	0	1
	Итого		24	0	0	0	36	0	11

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основы метода ядерной магнитного резонанса

Условие наблюдения сигнала ядерного магнитного резонанса. Микроскопическая намагниченность в стационарной и возбужденном состоянии. Распределение Больцмана. Векторная модель. Поведение вектора макроскопической намагниченности в лабораторной и вращательной системе координат. Квантовомеханическое описание

Тема 2. Молекулярные системы: основные закономерности, фазовое состояние, физические свойства

Макроскопические параметры для описания молекулярной системы. Основные агрегатные состояния. Влияние температуры на термодинамическое равновесие и фазовое состояние молекулярной системы. Плавление и кристаллизация. Твердое тело: кристаллическое и аморфное состояние. Растворимость тел. Влияние примесей на температуру плавления и кристаллизации.

Тема 3. Надмолекулярные и супрамолекулярные системы и их исследование методом ядерной магнитной релаксации

Применение различных импульсных последовательностей для определения кристаллической и аморфной фазы в твердом теле, соотношения жидкой и твердой фазы сигнала ЯМР, определение обменных процессов в молекулярной системе. Спин-спиновая и спин-решеточная релаксация. Совместное исследование времен релаксации.

Тема 4. Применение методов ядерной магнитной релаксации для исследования биологических, нефтяных систем

Надмолекулярные образования в нефтях: асфальтеновые и парафиновые агрегаты. Структурно-динамические свойства данных агрегатов в зависимости от температуры. Дифракционные эффекты, проявляющиеся на релаксационном затухании в кристаллическом или частичнокристаллическом теле. Мультиэкспоненциальные релаксационные затухания в биологических системах и геополимерах.

Тема 5. Специальные импульсные методики для исследования пористых систем

Пористые системы. Основные физические параметры пористой структуры. Классификация пористых систем. Классические методы для измерения пористости: преимущества и ограничения. Метод ядерной магнитной релаксации для измерения пористости. Релаксивити. Использование импульсных последовательностей ССИ, Солид-эхо, КПМГ, DDIF. Внутренние градиенты магнитного поля в пористых системах.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Центр коллективного пользования научным оборудованием "Северо-Западный центр мониторинга и прогнозирования развития территорий" Вход в ЦКП - <https://ckp.spcras.ru/>

Ядерная магнитная релаксация в водных растворах - <https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/11731/1/Sokratilin.pdf>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Resources and analysis for electronics engineers - <http://www.radio-electronics.com/>

Spicy schematics - <https://www.ischematics.com/>

Электроника для всех - <http://easyelectronics.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>ель лекции: организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины. Важным критерием в работе с лекционным материалом является подготовка студентов к сознательному восприятию преподаваемого материала. При подготовке студента к лекции необходимо, накануне лекции просматривание записей предыдущей лекции для восстановления в памяти ранее изученного материала; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбор литературы. Внимательно слушающий студент напряженно работает - анализирует излагаемый материал, выделяет главное, обобщает с ранее полученной информацией и кратко записывает. Конспект лекции позволяет ему обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем он смог восстановить в памяти основные, содержательные моменты. В конспекте лекции обязательно записываются название темы лекции, основные вопросы плана, рекомендованная литература. Текст лекции должен быть разделен в соответствии с планом. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п., с тем чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к семинарам, практическим занятиям, зачету для дальнейшего изучения тем.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>1. Изучение теоретической части, работа с литературой. К изучению теоретической части необходимо приступать после индивидуальной беседы с преподавателем. Преподаватель указывает положения теории, на которые надо обратить повышенное внимание. В ряде случаев (в зависимости от подготовки обучающегося) преподаватель может порекомендовать к изучению разделы смежных тем.</p> <p>2. Знакомство с радиоизмерительными приборами. Знакомство с радиоизмерительными приборами следует начинать с плана работы, который должен содержать следующие минимальные позиции:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Назначение - Основные технические характеристики - Принцип действия по блок-схеме - Работа с прибором. <p>Перед тем как приступить к изучению прибора, следует проконсультироваться с преподавателем, который укажет на индивидуальные особенности прибора, что поможет сэкономить время и силы. Изучение технического описания прибора лучше проводить, находясь непосредственно перед изучаемым прибором. После консультаций с инженером лаборатории, включить изучаемый прибор и внимательно проследить за его реакцией на манипуляции с каждым из органов управления. Следуя указанной методике изучить весь комплект радиоизмерительных приборов к данной лабораторной работе.</p> <p>3. Проведение измерений. После знакомства с комплектом измерительных приборов, внимательно прочитать в методическом пособии весь раздел с указаниями по проведению измерений. Строго следуя этим указаниям, по пунктам, произвести измерения и занести полученные результаты в соответствующие таблицы рабочей тетради. Оценить реальность полученных результатов (правильность считывания показаний).</p> <p>4. Обработка экспериментальных данных. А) При обработке экспериментальных данных с помощью компьютера можно воспользоваться пакетами 'MathCad', 'MatLab' или 'Origin'. Массив данных, введенный для построения графика, следует усреднить, используя фитинг. Б) При обработке экспериментальных данных вручную для построения графиков следует воспользоваться миллиметровой бумагой. Массив дискретных точек на графике необходимо подвергнуть графическому усреднению.</p> <p>5. Анализ полученных результатов. Окончив обработку данных, необходимо провести анализ полученных результатов. Анализ заключается в соотношении их качественным и количественным теоретическим оценкам и определении элементарных абсолютных и приведенных погрешностей, которые должны находиться в пределах 10%. При обнаружении несоответствия полученных результатов выводам теории, повторить измерения и найти допущенную ошибку.</p> <p>6. Оформление отчета. А) При оформлении отчета по лабораторной работе с помощью компьютера необходимо придерживаться рекомендаций к оформлению отчетов по научно-исследовательской работе. Отчет должен включать титульный лист с указанием</p> <ul style="list-style-type: none"> - Организации, в которой выполнялась лабораторная работа - Названия лабораторной работы - Фамилии и номера группы исполнителя - Фамилии преподавателя. <p>Далее следует изложение конечных результатов в виде графиков и, при необходимости, таблиц. Весь материал должен быть расположен строго по пунктам задания. Каждый график должен иметь номер и подпись к рисунку. Каждый раздел должен заканчиваться очень кратким выводом. В конце отчета необходимо поместить раздел 'Заключение' с общим выводом по всем результатам работы.</p>
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы - закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы: изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным работам; подготовка к зачету (экзамену).</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	Цель зачета - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Зачет проводится путем собеседования основываясь на количестве и качестве сданных в течении семестра лабораторных работ. Если студент в течении семестра сдал необходимое количество лабораторных работ на отлично и хорошо, то он получает зачет, если же количество сданных работ меньше необходимого, то проводится собеседование в соответствии с разработанными заданиями. В качестве задания может выступать подробное рассмотрение теоретического вопроса, решение практическое задачи. Для подготовки к зачету на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к зачету обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Медицинская томография: физические принципы и приборостроение".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.02 Ядерная релаксация в сложных молекулярных
системах

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Бельская, Н. П. Ядерный магнитный резонанс. Теория и практика : учебное пособие : в 3 частях. Часть 2 / Н. П. Бельская, О. С. Ельцов , - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2018. - 124 с. - ISBN 978-5-9765-3557-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/966424> (дата обращения: 23.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
2. Гайсин, Н. К. Ядерная магнитная релаксация и молекулярное движение в органических кристаллах : монография / Н. К. Гайсин. - Казань : КНИТУ, 2016. - 112 с. - ISBN 978-5-7882-2050-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/102039> (дата обращения: 23.02.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Полулях, С. Н. Введение в ядерный магнитный резонанс и магнитную релаксацию : учебное пособие / С.Н. Полулях. - Москва : ИНФРА-М, 2026. - 163 с. - (Высшее образование). - DOI 10.12737/textbook_5c9263a272ad45.98037474. - ISBN 978-5-16-021526-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2145444> (дата обращения: 23.02.2026). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

- Основы ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков [и др.]. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2022. - 247 с. - ISBN 978-5-9558-0414-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858556> (дата обращения: 23.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
- Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - Москва : Логос, 2020. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/163084> (дата обращения: 23.02.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.02 Ядерная релаксация в сложных молекулярных
системах

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.