

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  
Проф. Д. А. Гаюровский  
01 » июня 2021 г.



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Принципы и системы адресной доставки лекарственных средств

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## 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. Халиуллина А.В. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Aliya.Khaliullina@kpfu.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	Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.
ПК-5	Способен методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями при реализации программ бакалавриата в области физики.

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные биофизические и биологические принципы функционирования биосистем;
- физические основы и принципы, лежащие в основе современных систем доставки лекарственных средств;
- современные направления по исследованию и разработке новых систем доставки лекарств.

Должен уметь:

- анализировать информацию, получаемую из различных источников в области разработки современных систем доставки лекарств в медицине;
- применять полученные знания для решения исследовательских и учебных задач в области разработка систем доставки лекарств.

Должен владеть:

- навыками анализировать информацию, получаемую из различных источников в области разработки современных систем доставки лекарств в медицине;
- методами обработки данных биофизического анализа процессов и явлений, изучаемых медицинской физикой.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 26 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 82 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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. Введение. Фармакокинетика. Роль транспортеров лекарственных средств в фармакокинетических процессах.	3	1	0	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Системы доставки лекарств. Общая характеристика. Классификация	3	1	0	1	0	0	0	6
3.	Тема 3. Физические взаимодействия, лежащие в основе функционирования систем доставки	3	2	0	2	0	0	0	12
4.	Тема 4. Системы доставки лекарств: принципы дизайна и функционирования	3	2	0	2	0	0	0	12
5.	Тема 5. Базовые искусственные и природные материалы, применяемые при создании СДЛ	3	1	0	1	0	0	0	6
6.	Тема 6. Наноразмерные объекты и нанотехнологии	3	2	0	1	0	0	0	12
7.	Тема 7. Биомедицинские и биофизические свойства СДЛ	3	1	0	1	0	0	0	6
8.	Тема 8. Физиологические и физические аспекты действия лекарств и биомолекул	3	1	0	1	0	0	0	6
9.	Тема 9. Пролонгированное действие: технологический, физиологический, химический и физические подходы	3	2	0	2	0	0	0	12
10.	Тема 10. Обзор современных направлений по исследованию и разработке новых СДЛ	3	1	0	1	0	0	0	10
	Итого		14	0	12	0	0	0	82

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Введение. Фармакокинетика. Роль транспортеров лекарственных средств в фармакокинетических процессах.

Общие вопросы фармакокинетики. Основные фармакокинетические параметры и их клиническое значение. Всасывание лекарственных средств и их выведение из организма. Роль транспортеров лекарственных средств в фармакокинетических процессах. Содержание понятие система доставки лекарств. Современное состояние области знаний. Обзор современных решений в области систем доставки лекарств. Понятие адресной доставки лекарств. Мотивация создания и разработки систем доставки лекарств.

###### Тема 2. Системы доставки лекарств. Общая характеристика. Классификация

Определения систем доставки лекарств. Классификация систем доставки лекарств по размеру, биологическому действию, конструкции (матричные, резервуарные), кинетики выделения лекарства (диффузионно-контролируемые, активируемые растворителем, химически-контролируемые, самопрограммируемые), способу введения, месту применения, способу доставки лекарства. Высвобождением ЛВ можно управлять следующими способами: магнитным полем, ультразвуком, температурой, с помощью pH среды, УФ-излучением и др.

###### Тема 3. Физические взаимодействия, лежащие в основе функционирования систем доставки

Процесс доставки лекарственного средства включает: ввод и распределение лекарственного средства; высвобождение активных веществ; последующую доставку лекарственного вещества через биологическую мембрану к месту действия. Различные типы взаимодействия в биомолекулярных системах и системах доставки лекарств: взаимодействия Ван-дер-Ваальса, водородная связь, заряд-дипольные взаимодействия, внутреннее вращение и поворотная изомерия.

#### **Тема 4. Системы доставки лекарств: принципы дизайна и функционирования**

К основным понятиям, используемым в драг-дизайне, относятся мишень и лекарство. Самый важный этап драг-дизайна - это выбор правильной мишени, воздействуя на которую можно специфическим образом регулировать одни биохимические процессы, по возможности, не затрагивая при этом другие. Наиболее часто встречающиеся мишени - это рецепторы и ферменты. Скрининг - главная процедура по выбору стартовых структур лекарств (прототипов) из библиотек доступных соединений. Требования, предъявляемые к системам доставки лекарств: биосовместимость материала, химическая структура и состав, размер, характер взаимодействия с переносимым лекарством, и т.д.

#### **Тема 5. Базовые искусственные и природные материалы, применяемые при создании СДЛ**

1) Полимеры для СДЛС: недеградируемые (матричные и резервуарные), лекарственно-конъюгированные, деградируемые. Полимеры для недеградируемых имплантатов: поливинилалкоголь (ПВА), винилацетат, этиленвинилацетат (ЭВА) и полисульфон (ПСФ) и др. Состав лекарственно-конъюгированных СДЛС: биологически-активное вещество (лекарство), лиофилизирующая группа (обеспечивает растворимость), "Вектор" (обеспечивает направленную доставку ЛВ). 2) Системы доставки лекарств на основе коллагена (гидрогели и матрицы) 3) Моноклональные антитела; 4) модифицированные эритроциты; 5) микросферы и липосомы

#### **Тема 6. Наноразмерные объекты и нанотехнологии**

Классификация наночастиц: 1) биологические и биогенные наночастицы (ферменты, белки, рибосомы, вирусы); 2) полимерные наночастицы (полиэтиленгликоль, полигликолиевая и полимолочная кислоты); 3) дендримеры; углеродные наночастицы; неорганические наночастицы (наночастицы металлов: золото, серебро, платина, титан, цинк и др.); квантовые точки (полупроводниковые нанокристаллы); полимерные мицеллы; липосомы.

#### **Тема 7. Биомедицинские и биофизические свойства СДЛ**

Биологические ткани и жидкости. Реакции живой материи на искусственные материалы. Значение физико-химических свойств поверхности материалов для взаимодействия с биологическими тканями. Биотолерантные, биоинертные, биоактивные, биосовместимые материалы. На высвобождение лекарств из частиц-транспортеров оказывают влияние следующие факторы: физико-химические свойства лекарства, положение в частице, а также характер его взаимодействия с ней. □ макроскопические параметры частиц; свойства окружающей среды: температура, наличие ферментов, ионная сила раствора, концентрация ионов водорода, внешние воздействия и др.

#### **Тема 8. Физиологические и физические аспекты действия лекарств и биомолекул**

Биомолекулы: протеины, липиды, аминокислоты, полисахариды и т.д. Физические, химические и биохимические аспекты взаимодействия лекарств и биомолекул. Взаимодействие фармакологических агентов и их мишеней. Типы транспорта в клетке: пассивный, активный, облегченная диффузия и т.д. Фильтрация и осмос - проникновение ЛС через поры в клеточной мембране в результате разности гидростатического или осмотического давления по обе её стороны.

#### **Тема 9. Пролонгированное действие: технологический, физиологический, химический и физические подходы**

Системы доставки лекарственных средств, как правило, представляют собой лекарственные формы, обеспечивающие пролонгированное высвобождение лекарства, в которых лекарственное вещество растворено или диспергировано в массе полимера или защищено полимерной оболочкой. Принципы, примеры, преимущества и недостатки подходов

#### **Тема 10. Обзор современных направлений по исследованию и разработке новых СДЛ**

Спектр проблем биомедицины, решаемый при помощи систем доставки лекарств - диагностика и лечение. Уровень научных разработок и их стадия в создании современных средств доставки.

Одним из современных направлений развития систем доставки является разработка интеллектуальных систем ("умных" капсул) для персонализированной медицины.

### **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

Принципы и системы адресной доставки лекарственных средств - <https://kpfu.ru/physics/elektronnye-materialy>

## **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 планируемому результату 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)**

Lecture "Drug Delivery: Controlled Release" -

<http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-051j-materials-for-biomedical-applications-spring-2006/lecture-notes/lect>

Molecular biophysics and biotechnology - <https://sites.google.com/site/biophysicisbiomembranes/home>

Nanomedicine Book Site - <http://www.nanomedicine.com>

Nanotechnology Initiative - <http://www.nano.gov/>

Unated State Pharmacopia - [www.usp.org](http://www.usp.org)

Информационный портал по вопросам биомедицинской инженерии - [ilab.xmedtest.net](http://ilab.xmedtest.net)

Наглядная биохимия. Я. Кольман, К.-Г. Рем, Ю.Вирт - <https://xumuk.ru/biochem/>

Наука из первых уст - <https://scfh.ru/>

НОЦ по нанотехнологиям МГУ - <http://nano.msu.ru/research/directions/medicine>

Сайт кафедры наноструктурных биоконпозитов ИФПМ -

[http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev\\_2013/pdf/5\\_4.pdf](http://www.ispms.ru/files/Publications/sharkeev_2013/pdf/5_4.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий студенты должны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конспектировать учебный материал; обращая внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации;</li> <li>- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</li> </ul> <p>Работа над конспектом лекции начинается в процессе написания конспекта. Для улучшения конспекта можно использовать сигнальные знаки, способствующие усилению информативности. Также на помощь конспектирующему приходит система сокращенных слов и словосочетаний. Просматривать конспект лекции лучше сразу после занятий, отмечая материал, который вызывает затруднения для понимания. Для нахождения ответов на затруднительные вопросы нужно использовать предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, нужно сформулировать вопрос и обратиться к преподавателю на ближайшей лекции или консультации.</p> <p>Особенности конспекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конспект требует быстрой записи.</li> <li>2. Конспект должен легко читаться и хорошо запоминаться.</li> <li>3. В конспекте допускаются такие формы, которые понятны только автору.</li> <li>4. Конспект - это запись смысла лекции.</li> </ol>
практические занятия	<p>В ходе подготовки к практическим занятиям студентам следует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательно и детально изучать основную литературу;</li> <li>- ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, Интернет-ресурсах и т.д. При этом необходимо учитывать все рекомендации преподавателя и требования учебной программы;</li> <li>- дорабатывать свой конспект лекций, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой;</li> <li>- подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие;</li> <li>- готовясь к устному опросу или выполнению задания на практических занятиях, обращаться за методической помощью к преподавателю; и обязательно иметь при себе план-конспект своего выступления.</li> </ul> <p>В ходе практического занятия студенты должны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия;</li> <li>- внимательно слушать выступления своих однокурсников, при необходимости задавать им уточняющие вопросы или дополнять их выступление новой и актуальной информацией;</li> <li>- с целью разъяснения наиболее сложных проблем изучаемого материала задавать вопросы преподавателю.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа проводится под контролем преподавателя в форме плановых консультаций и форм отчетности. Студент обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении заданий в рамках самостоятельной работы. Прорабатывая материал лекций во время самостоятельной работы, необходимо отметить в конспекте утверждения, определения, выводы, смысл или обоснованность положений, которые неясны, и обратиться к рекомендуемой литературе за разъяснениями. В случае, если знакомство с рекомендуемой литературой не сняло этих трудностей, необходимо обратиться к преподавателю с вопросом на практическом занятии или в интервал времени, который выделен для индивидуальных консультаций.</p> <p>1. Повторите изученный материал по теме самостоятельной работы. 2. При затруднении, обращайтесь к рекомендованным преподавателем источникам: учебникам, пособиям, электронным ресурсам. 3. Начинать выполнять работу с наиболее легких, по Вашему мнению, заданий. 4. Выполняйте работу самостоятельно, не допускайте списывания. 5. Внимательно проверяйте выполненные задания, своевременно корректируйте ошибки.</p>
зачет	<p>Зачет как форма промежуточного контроля и организации обучения служит приемом проверки степени усвоения учебного материала и лекционных занятий, качества усвоения обучающимися отдельных разделов учебной программы, сформированных умений и навыков.</p> <p>Зачет проводится в объеме учебной программы. Преподаватель вправе задать дополнительные вопросы, помогающие выяснить степень знаний обучающегося в пределах учебного материала, вынесенного на зачет.</p> <p>Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа в течение процесса обучения;</li> <li>- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;</li> <li>- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах (при письменной форме проведения зачета).</li> </ul> <p>Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем.</p>

**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.

**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 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Медицинская физика".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Принципы и системы адресной доставки  
лекарственных средств

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

**Основная литература:**

1. Аляутдин Р.Н., Фармакология: учебник / Р. Н. Аляутдин, Н. Г. Преферанский, Н. Г. Преферанская; под ред. Р. Н. Аляутдина. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 704 с. - ISBN 978-5-9704-3174-0. - Текст: электронный // ЭБС 'Консультант студента': [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431740.html> (дата обращения: 15.04.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Наноструктуры в биомедицине / под редакцией К. Гонсалвес [и др.] ; перевод с английского С. А. Бусева [и др.]. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 538 с. - ISBN 978-5-00101-729-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/135509> (дата обращения: 15.04.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Поляков, В. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие / Поляков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 129 с. - ISBN 978-5-9275-2864-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528646.html> (дата обращения: 15.04.2021). - Режим доступа : по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с.: ил. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4623-2. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446232.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Петров, В. Е. Фармакология : рабочая тетрадь к практическим занятиям : учебное пособие для студентов учреждений высш. проф. образования, обучающихся по специальности 'Фармация' / В. Е. Петров, В. Ю. Балабаньян; Под ред. Р. Н. Аляутдина. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 292 с. - ISBN 978-5-9704-2673-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970426739.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.
3. Смирнов, О. Ю. Медицинская биология : энциклопедический справочник / О.Ю. Смирнов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 607 с. - (Справочники ИНФРА-М). - ISBN 978-5-16-016122-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1082419> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.07.02 Принципы и системы адресной доставки  
лекарственных средств*

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

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.