

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого
совета ННГУ
протокол от
«16» июня 2021г. № 8

**Рабочая программа дисциплины
Физика, медицинская физика**

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
31.05.03 Стоматология

Направленность образовательной программы
Стоматология

**Форма обучения
очная**

Нижний Новгород
2021 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика, медицинская физика» относится к основной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП по направлению

31.05.03 «Стоматология», является обязательной для освоения студентами на 1 курсе в 1 семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

- ознакомление с основными законами физики и возможностями их применения при решении профессиональных задач в области медицины,
- формирование у студентов системных знаний о физических свойствах биологических объектов и процессах, протекающих в них,
- Формирование готовности к использованию полученных в результате изучения дисциплины знаний и умений в профессиональной деятельности.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции или (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-8 Способен использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач	ОПК-8.1	ОПК-8.1. : Знать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы	Вопросы к зачету, контрольные вопросы и задания для текущего контроля, задачи, темы лабораторных работ.
	ОПК-8.2	ОПК-8.2. : Уметь использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач	
	ОПК-8.3	ОПК-8.3. : Владеть опытом	

		использования основных физико- химические, математических и естественнонаучн ых понятий и методов при решении профессиональных задач	
--	--	---	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа - (практические занятия/лабораторные работы)	98
самостоятельная работа	10
КСР	
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Лекционные занятия	Практические занятия	Занятия лабо- раторного типа	

<p>Модуль 1. Введение в курс медицинской физики.</p> <p>Механика.</p> <p>Тема 1. Введение. Кинематика поступательного движения.</p> <p>Тема 2. Кинематика и динамика вращательного движения.</p> <p>Тема 3. Механические колебательные и волновые процессы. Акустика</p> <p>Тема 4. Механические свойства биологических тканей</p>	20	8	7	4	19	1
<p>Модуль 2. Биореология. Физические основы гемодинамики.</p> <p>Тема 5. Основные понятия гидродинамики.</p> <p>Тема 6. Ламинарное и турбулентное течение. Особенности течения крови по крупным и мелким кровеносным сосудам. Поверхностное натяжение в жидкости. Капиллярные явления.</p>						
<p>Модуль 3. Электрические и магнитные явления в организме, электрические воздействия и методы исследования</p> <p>Тема 7. Основные характеристики электрического поля. Первичные механизмы воздействия электростатических полей на биологические объекты.</p> <p>Тема 8. Электропроводность биологических тканей и жидкостей для постоянного тока. Переменный ток. Различные виды электрических сопротивлений в цепи переменного тока. Импеданс. Основные характеристики магнитного поля.</p> <p>Тема 9. Магнитные свойства биологических тканей. Первичные механизмы воздействия магнитных полей на организм. Терапевтическое использование магнитных полей.</p> <p>Тема 9. Электростимуляция тканей и органов. Параметры импульсного сигнала и их физиологическое значение. Воздействие высокочастотных токов и полей на организм.</p>	14	8	2	4		

3

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (час)	В том числе				Самостоятельная работа
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них				
<p>Модуль 4. Оптика. Элементы физики атомов и молекул</p> <p>Тема 11. Электромагнитные волны, шкала электромагнитных волн. Интерференция и дифракция света. Поляризация света, Поляриметрия и спектрополяриметрия. Тема 12. Излучение и поглощение энергии атомами.</p> <p>Структура энергетических уровней атомов и молекул. Оптические спектры атомов и сложных молекул. Медицинское применение люминесцентных методов исследования, фотоколориметрия и спектрофотометрия. Тема 13, Рассеяние света. Нефелометрия. Оптические квантовые генераторы (лазеры). Характеристики лазерного излучения. Физические основы лазерной терапии и хирургии.</p> <p>Тема 14. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и магниторезонансная томография (МРТ). Принципы и диагностические возможности.</p>	19	8	4	7	19	

Модуль 5. Ионизирующие излучения, основы дозиметрии. Тема 15. Рентгеновское излучение, его природа. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Физические принципы рентгенодиагностики и рентгенотерапии. Понятие о рентгеновской компьютерной томографии. Тема 16. Основные характеристики ядер атомов. Радиоактивный распад, Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Физические основы радионуклидных методов диагностики и лучевой терапии. Дозиметрия ионизирующего излучения.	9	6	2		8	
В т.ч. текущий контроль	2				2	
Промежуточная аттестация — экзамен	36 часов					
ИТОГО	108	48	32	16		10

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках лабораторных и практических занятий и индивидуальных консультаций. Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене. Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: решение прикладной ситуационной задачи.

На проведение практических занятий в форме практической подготовки отводится 20 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: ознакомление с основными законами физики и возможностями их применения при решении профессиональных задач в области медицины,

формирование у студентов системных знаний о физических свойствах биологических объектов и процессах, протекающих в них,

Формирование готовности к использованию полученных в результате изучения дисциплины знаний и умений в профессиональной деятельности

- компетенций:

ОПК-8. Способен использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает работу в библиотеке, в учебных аудиториях (лабораториях) кафедры и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет для подготовки к устному опросу и групповой дискуссии, проводимым в ходе практических занятий.

п/п	Темы практических занятий
1	Определение скорости свободного падения с помощью математического маятника
2	Определение вязкости жидкости. Исследование зависимости вязкости от концентрации, температуры или адвизента СКО ости.
3	Эффект Доплера для ультразвуковых волн
4	Первичные механизмы действия постоянного тока на живую ткань. Лечебный эффект электролиза и гальванизация.
5	Исследование задерживающих электромагнитных колебаний в замкнутом колебательном контуре.
6	Определение показателя преломления оптических материалов при помощи рефрактометра ИРФД54
7	Определение длины волны излучения гелий-неонового лазера с помощью дифракционной решетки. Определение размера эритроцита по дифракции на эритроците излучения гелий-неонового лазера.
8	Глаз как оптическая система. Коррекция зрения

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекций, практических и лабораторных занятий.

Проведение лекций направлено на теоретическую подготовку студентов и базируется на использовании иллюстративного материала в форме компьютерных презентаций, разбора конкретных ситуаций с применением наглядных пособий. На лекциях рассматриваются основные вопросы физики, представленные в содержании.

Проведение лабораторных занятий направлено на практическую подготовку студентов и базируется на самостоятельном изучении методического пособия, сдаче допуска к работе и последующем выполнении лабораторной работы. Студенты должны освоить основные приемы и методы физического эксперимента.

Практические работы направлены на теоретическую и практическую подготовку студентов для успешного усвоения компетенции в форме решения задач. По итогам прохождения практических занятий оценивается умение и владение материалом Физика, медицинская физика.

Формой контроля знаний студентов по дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1. Методические указания для обучающихся

Самостоятельная работа направлена на изучение всех тем, рассмотренных на занятиях лабораторного и практического типа (согласно таблице Содержание дисциплины) и включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет.

Цель самостоятельной работы - подготовка современного компетентного специалиста и формирование способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который способствует формированию диалектического мышления, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Изучение понятийного аппарата дисциплины

Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут учебники, монографии, справочники и интернет ресурсы, указанные в списке литературы.

Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. В ходе самостоятельной работы студенты разрабатывают конспект по изучаемому материалу, что способствует увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Работа над основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников, что может использоваться не только в рамках данного курса, но и в дальнейшей профессиональной деятельности.

Самоподготовка к практическим занятиям

При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина тесно связана с ранее изучаемыми основами математики и физики.

На практических занятиях студент должен уметь последовательно излагать свои мысли при решении задач. Для достижения этой цели необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) тщательно изучить лекционный материал;

3) выучить основные законы и формулы, необходимые для решения задач по данной теме практического занятия;

4) изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;

5) ознакомиться с вопросами очередного практического занятия;

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

Для успешного освоения курса студент должен регулярно выполнять домашние задания и предоставлять их для проверки преподавателю на каждом последующем практическом занятии.

Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену.

Промежуточной формой контроля успеваемости студентов является экзамен.

Для успешного прохождения промежуточной аттестации рекомендуется в начале семестра изучить перечень вопросов к экзамену по физике, а также использовать в процессе обучения материалы, разработанные в ходе подготовки к практическим занятиям. Это позволит в процессе изучения тем сформировать правильное и обобщенное понимание рассматриваемых вопросов.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований	Минимально допустимый уровень знаний.	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, превышающем программ

	кого материала. Невозможность оценить полностью знание вследствие отказа обучающегося от ответа	ий. Имели место грубые ошибки.	Допущено много негрубых ошибок.	программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	программе подготовки, без ошибок.	му подготовке.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

	отказа обучающегося от ответа						
--	-------------------------------	--	--	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примеры контрольных вопросов для текущего контроля:

- 1 Определения мгновенной скорости и средней скорости, мгновенного и среднего ускорения. Формулы равноускоренное движение
- 2 Определения мгновенной и средней угловой скорости, углового ускорения. Определения тангенциального и нормального ускорений.
- 3 Кинематика поступательного движения.
 - 4 Кинематика вращательного движения.
 - 5 Момент инерции твердого тела относительно неподвижной оси вращения. Основной закон динамики вращательного движения тела вокруг неподвижной оси.
 - 6 Кинетическая энергия материальной точки. Кинетическая и потенциальная энергия твердого тела при плоском и вращательном движениях.
 - 7 Закон сохранения и изменения механической энергии
 - 8 Закон Кулона. Определение напряженности электрического поля. Напряженность электрического поля точечного заряда.
 - 9 Определение потенциала электрического поля. Потенциал электрического поля точечного заряда.
 - 10 Определение емкости проводников и конденсаторов. Емкость плоского конденсатора.
 - 11 Закон Ома для однородной цепи. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
 - 12 Первое и второе правило Кирхгофа.
 - 13 Работа и мощность тока в цепи.
 - 14 Закон Био-Савара-Лапласа.
 - 15 Сила Лоренца. Сила Ампера.
 - 16 Электромагнитная индукция. Правило Ленца. Э. Д.С. индукции.
 - 17 Формула волнового движения. Амплитуда, частота, длина волны, фаза. Определение волнового фронта и волновой поверхности.
 - 18 Эффект Доплера. Дифракция и интерференция волн.
 - 19 Ультразвук, физические основы применения в медицине.
 - 20 Понятия стационарного потока, ламинарное и турбулентное течения. Линии, поверхности тока (слои). Вязкость. Формула Ньютона. Коэффициент вязкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости, примеры.
 - 21 Число Рейнольдса. Критическое значение числа Рейнольдса. Кинематический коэффициент вязкости.
 - 22 Закон Гука. Модуль упругости.

Для оценки сформированности умений компетенции ОПК-8 используется написание отчетов к лабораторным работам:

Наименование работ лабораторного практикума

1	Определение скорости свободного падения с помощью математического маятника
2	Определение вязкости жидкости. Исследование зависимости вязкости от концентрации, температуры или адвекции СКО скорости.
3	Эффект Доплера для ультразвуковых волн
4	Первичные механизмы действия постоянного тока на живую ткань. Лечебный электролиз и гальванизация.
5	Исследование затухающих электромагнитных колебаний в замкнутом колебательном

	контуре.
6	Определение показателя преломления оптических материалов при помощи рефрактоме а ИРФД54
7	Определение длины волны излучения гелий-неонового лазера с помощью дифракционной решетки. Определение размера эритроцита по дифракции на эритроците излучения гелий-неонового лазера.
8	Глаз как оптическая система. Коррекция зрения

Каждая лабораторная работа выполняется группой студентов не более 3 человек. Лабораторной работе предшествует «допуск», на котором проверяются теоретические знания по теме выполняемой работы. Функции в группе распределяются студентами самостоятельно. Время на выполнение работы ограничено 2 академическими часами. По итогам выполнения лабораторной работы оформляется отчет.

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого печатного документа. В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, используемое оборудование и материалы, подробно изложен ход работы. Отчет при необходимости должен быть проиллюстрирован рисунками, таблицами, подписи и разъяснения к иллюстрациям должны быть подробными и понятными без привязки к тексту отчета. Отчеты, включающие какие-либо вычисления, должны включать расчетные формулы, первичные данные, расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Результаты измерений должны быть представлены с учетом погрешностей. Вывод должен быть развернутым и содержать объяснение полученных результатов.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам:

Все отчеты должны быть оформлены в печатном виде в форме единого документа. В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, используемое оборудование и материалы, подробно изложен ход работы. По результатам выполнения каждого задания лабораторной работы должен быть сделан краткий вывод. Отчет при необходимости должен быть проиллюстрирован рисунками, таблицами, подписи и разъяснения к иллюстрациям должны быть подробными и понятными без привязки к тексту отчета. Отчеты, включающие какие-либо вычисления, должны включать расчетные формулы, первичные данные, расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод по всей лабораторной работе должен быть развернутым и содержать объяснение полученных результатов

Примеры типовых задач:

1. В кровеносном сосуде образовался пузырек воздуха. В результате течения крови пузырек воздуха деформировался, образовав поверхности с радиусами кривизны 0,1 и 0,5 мм. Определить дополнительное давление в сосуде, возникающее в результате деформации пузырька воздуха.
2. Какая сила необходима для разрушения при сжатии бедренной кости диаметром 30 мм с толщиной стенок 3 мм, если предел прочности кости $1,4 \cdot 10^8 \text{ н/м}^2$?
3. Определить абсолютное удлинение сухожилия длиной 4 см и диаметром 6 мм под действием силы 31,4 н. Модуль упругости сухожилия принять равным 10^9 н/м^2
4. Определить разность фаз в пульсовой волне между двумя точками артерии, расположенным на расстоянии $\Delta y = 20 \text{ см}$ друг от друга. Скорость пульсовой волны считать равной $v = 10 \text{ м/с}$, а колебаний сердца — гармоническими с частотой $\nu = 1,2 \text{ Гц}$.

5. Разность хода звуковых волн, приходящих в левое и правое ухо человека, составляет 1 см. Определить сдвиг фаз между обоими звуковыми ощущениями для тона с частотой $\nu = 1000$ Гц

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

Ремизов А.Н., Медицинская и биологическая физика [Электронный ресурс] : учебник

/ А.Н. Ремизов. - 4-е изд., испр. и перераб. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-3577-9 Режим доступа:

<http://www.studmedlib.ru/booldISBN9785970435779.html>

1. Физика и биофизика [Электронный ресурс]: учебник / Антонов В.Ф., Козлова Е.К.,

Черныш ХМ. м.. ГЭОТАР-Медиа, 2010.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970416440.html>

б) дополнительная литература:

1. Кудряшов Ю. Б. - Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Биофизика", "Физика атомного ядра и частиц", "Медицинская физика", "Биохимическая физика". - М.: Физматлит, 2004. - 448 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/booWISBN5922103881.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Справочно-информационная система «Консультант Плюс»: <http://www.consultant.ru>

Научная российская электронная библиотека elibrary.ru: <https://elibrary.ru/>

Периодика онлайн Elsevier: <https://www.elsevier.com/>

Периодика онлайн Springer: <http://link.springer.com>

Лицензионное ПО (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) и свободно распространяемое программное обеспечение.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование — проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для проведения лабораторных занятий оборудована специализированная лаборатория, с оснащением: вольтметр, монохроматор, оборудование по физике ОПТ, оптическая скамья, прибор для изменения удельного сопротивления, источник питания постоянного тока, стереоскопический микроскоп, набор Маятник Максвелла.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 24 февраля 2021 г., протокол № 4.