

|  |  |        |
|--|--|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор | МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное<br>учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») |        |
| Дата подписания: 08.07.2024 05:01:41<br>Уникальный программный ключ:<br>891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e8771a1f5                 | Рабочая программа дисциплины "Лазерная медицина" по направлению подготовки (специальности)<br>"Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»    | стр. 1 |

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Лазерная медицина

Направление подготовки (специальность)

30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль)

Медицинская биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2024

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2024 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Лазерная медицина» состоит в формировании у студентов единой, стройной, логически непротиворечивой физической картины окружающего нас мира природы, приобретение навыков решения и исследования конкретных физических задач.

Основные задачи дисциплины: изучение основных понятий волновой и квантовой оптики; изучение основных методов исследования в оптике; знакомство с некоторыми приложениями оптики; лазерная физика.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-3.1. Демонстрирует знания и умения использовать в клинической и экспериментальной работе специализированное диагностическое и лечебное оборудование.

ОПК-3.2. Владеет алгоритмом применения специализированного оборудования, медицинских изделий, биомедицинских технологий при решении профессиональных задач.

ПК-1.1. Обладает навыками проведения функциональной диагностики органов и систем человеческого организма, описания и интерпретации полученных данных, в том числе с использованием программного обеспечения.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.04.09

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Основы атомной и ядерной физики

Радиофизические приборы для биофизических исследований

Оптика и лазерная физика

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Клиническая практика

Преддипломная практика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-3:** Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи

#### Знать:

Для достижения ОПК-3.1, ОПК-3,2: преимущества и ограничения использования лазеров в области медицинских технологий

#### Уметь:

Для достижения ОПК-3.2: использовать в клинической и экспериментальной работе специализированное диагностическое и лечебное оборудование

#### Владеть:

Для достижения ОПК-3.2: навыком использования в клинической и экспериментальной работе специализированное диагностическое и лечебное оборудование

**ПК-1:** Способен к проведению функциональной диагностики органов и систем человеческого организма

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1: основы лазерных технологий

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.1: использовать лазерные технологии в профессиональной деятельности

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.1: навыками проведения функциональной диагностики органов и систем человеческого организма, в том числе с использованием лазерных технологий



**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |  |
|------------|--|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1      | преимущества и ограничения использования лазеров в области медицинских технологий; основы лазерных технологий  |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1      | использовать в клинической и экспериментальной работе специализированное диагностическое и лечебное оборудование; использовать лазерные технологии в профессиональной деятельности   |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>  |
| 3.3.1      | навыком использования в клинической и экспериментальной работе специализированное диагностическое и лечебное оборудование; навыками проведения функциональной диагностики органов и систем человеческого организма, в том числе с использованием лазерных технологий |

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Общая трудоемкость  | З ЗЕТ                                      |
|---|--|
| Часов по учебному плану : 108<br>в том числе :<br>аудиторные занятия : 44<br>самостоятельная работа : 59,5<br><br>контактная работа: 48,5<br>ИКР: 4,5 | Виды контроля в семестрах:<br><br>зачеты 8 |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Литература  |
|-------------|---|----------------|-------|---|
|             | <b>Раздел 1. Низкоинтенсивные лазеры в диагностике заболеваний</b>  |                |       |   |
| 1.1         | Оптические свойства тканей организма. Хромофоры биотканей. Лазерная спектральная диагностика. Диодный газоанализатор в биоанализе. Томография, как метод диагностики заболеваний. Лазерная оптическая томография. Рассеяние излучения микроструктурами ткани. Анизотропия рассеяния. Лазерное детектирование объекта в мутной среде.<br>Оптическая когерентная томография (ОСТ). Широкополосная интерферометрия. Ограничения аксиального разрешения. Оптический когерентный томограф высокого разрешения. Спектроскопическая оптическая когерентная томография. Диффузная оптическая томография (DOT). Алгоритмы восстановления изображения. Диффузная оптическая люминесцентная томография. Терагерцовая томография и возможности ее использования. Генерация и детектирование ТГц излучения. Предельное разрешение. Медицинский ТГц томограф. /Лек/ | 8              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |



|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 1.2   | Оптические свойства тканей организма. Хромофоры биотканей. Лазерная спектральная диагностика. Диодный газоанализатор в биоанализе. Томография, как метод диагностики заболеваний. Лазерная оптическая томография. Рассеяние излучения микроструктурами ткани. Анизотропия рассеяния. Лазерное детектирование объекта в мутной среде.<br>Оптическая когерентная томография (ОСТ). Широкополосная интерферометрия. Ограничения аксиального разрешения. Оптический когерентный томограф высокого разрешения. Спектроскопическая оптическая когерентная томография. Диффузная оптическая томография (DOT). Алгоритмы восстановления изображения. Диффузная оптическая люминесцентная томография. Терагерцовая томография и возможности ее использования. Генерация и детектирование ТГц излучения. Предельное разрешение. Медицинский ТГц томограф. /Пр/ | 8 | 6 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 1.3   | Оптические свойства тканей организма. Хромофоры биотканей. Лазерная спектральная диагностика. Диодный газоанализатор в биоанализе. Томография, как метод диагностики заболеваний. Лазерная оптическая томография. Рассеяние излучения микроструктурами ткани. Анизотропия рассеяния. Лазерное детектирование объекта в мутной среде.<br>Оптическая когерентная томография (ОСТ). Широкополосная интерферометрия. Ограничения аксиального разрешения. Оптический когерентный томограф высокого разрешения. Спектроскопическая оптическая когерентная томография. Диффузная оптическая томография (DOT). Алгоритмы восстановления изображения. Диффузная оптическая люминесцентная томография. Терагерцовая томография и возможности ее использования. Генерация и детектирование ТГц излучения. Предельное разрешение. Медицинский ТГц томограф. /Ср/ | 8 | 7 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 2. Лазеротерапия</b>  |  |   |   |   |
| 2.1   | Физико-биологические основы лазерной терапии. Механизмы фотоактивации. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения. Лазерное облучение крови. Фотодинамическая терапия. ФДТ – неинвазивный метод лечения рака. Порфилин как фотосенсибилизатор. Процесс ФДТ и механизмы деструкции раковой клетки. ФДТ кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в ФДТ. /Лек/   | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 2.2   | Физико-биологические основы лазерной терапии. Механизмы фотоактивации. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения. Лазерное облучение крови. Фотодинамическая терапия. ФДТ – неинвазивный метод лечения рака. Порфилин как фотосенсибилизатор. Процесс ФДТ и механизмы деструкции раковой клетки. ФДТ кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в ФДТ. /Пр/  | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 2.3   | Физико-биологические основы лазерной терапии. Механизмы фотоактивации. Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения. Лазерное облучение крови. Фотодинамическая терапия. ФДТ – неинвазивный метод лечения рака. Порфилин как фотосенсибилизатор. Процесс ФДТ и механизмы деструкции раковой клетки. ФДТ кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике. Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в ФДТ. /Ср/  | 8 | 7 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 3. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани</b> |  |   |   |   |



|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| 3.1  | Лазерная термотерапия. Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер. Лазерная фотоабляция. Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани. "Тепловые" и "нетепловые" воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей. /Лек/                             | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 3.2  | Лазерная термотерапия. Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер. Лазерная фотоабляция. Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани. "Тепловые" и "нетепловые" воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей. /Пр/                              | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 3.3  | Лазерная термотерапия. Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком. Лазерная гипертермия. Лазерная термотерапия. Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией. Внутритканевая лазерная фотокоагуляция. Кардиологический лазерный катетер. Лазерная фотоабляция. Импульсная лазерная абляция биологических тканей. Динамика абляционного факела. УФ и ИК абляция. Кинетика декомпозиции ткани. Условия прецизионного удаления ткани. "Тепловые" и "нетепловые" воздействия на ткань. Лазерный разрез мягких тканей. Разрез твердой ткани лазерным излучением. Фото- и термоабляция костных тканей. /Ср/                              | 8 | 8 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 4. Селективный лазерный фототермолиз</b> |   |   |   |   |
| 4.1  | Чрезкожный (cutaneous) термолиз кровеносных сосудов. Селективное поглощение излучения компонентами кожи. Время облучения. Энергия облучения. Эпидермальное (поверхностное) охлаждение. Васкулярные (vascular) лазеры. "Подтяжка" кожи лица. Фотоэпиляция. Селективный фототермолиз в лазерной эпиляции. Лазеры и световые источники для селективного удаления волос. Удаление волос комбинированной свето-тепловой системой фотоэпиляции (LHE). Игольчатая лазерная эпиляция. Лазеры удаляют татуировку (Tattoo Lasers). Селективное лазерное разрушение татуировочного пигмента. Неблагоприятные эффекты при лазерном удалении татуировок. /Лек/ | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 4.2  | Чрезкожный (cutaneous) термолиз кровеносных сосудов. Селективное поглощение излучения компонентами кожи. Время облучения. Энергия облучения. Эпидермальное (поверхностное) охлаждение. Васкулярные (vascular) лазеры. "Подтяжка" кожи лица. Фотоэпиляция. Селективный фототермолиз в лазерной эпиляции. Лазеры и световые источники для селективного удаления волос. Удаление волос комбинированной свето-тепловой системой фотоэпиляции (LHE). Игольчатая лазерная эпиляция. Лазеры удаляют татуировку (Tattoo Lasers). Селективное лазерное разрушение татуировочного пигмента. Неблагоприятные эффекты при лазерном удалении татуировок. /Пр/  | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |



|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| 4.3   | Чрезкожный (cutaneous) термолит кровеносных сосудов. Селективное поглощение излучения компонентами кожи. Время облучения. Энергия облучения. Эпидермальное (поверхностное) охлаждение. Вазкулярные (vascular) лазеры.<br>"Подтяжка" кожи лица.<br>Фотоэпиляция. Селективный фототермолит в лазерной эпиляции. Лазеры и световые источники для селективного удаления волос. Удаление волос комбинированной свето-тепловой системой фотоэпиляции (LHE). Игло-волоконная лазерная эпиляция.<br>Лазеры удаляют татуировку (Tattoo Lasers). Селективное лазерное разрушение татуировочного пигмента. Неблагоприятные эффекты при лазерном удалении татуировок. /Ср/   | 8 | 7 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 5. Лазерная абляция в жидкой среде Ангиопластика</b>                                  |  |   |   |   |
| 5.1   | Динамика пузыря. Эффективность контактной и неконтактной абляции. Особенности абляции в лазерном тромболитисе. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики. Лазерная технология изготовления коронарных стентов. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики<br>Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция).<br>Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне. /Лек/  | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 5.2   | Динамика пузыря. Эффективность контактной и неконтактной абляции. Особенности абляции в лазерном тромболитисе. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики. Лазерная технология изготовления коронарных стентов. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики<br>Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция).<br>Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне. /Пр/   | 8 | 4 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 5.3   | Динамика пузыря. Эффективность контактной и неконтактной абляции. Особенности абляции в лазерном тромболитисе. Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики. Лазерная технология изготовления коронарных стентов. Импульсные лазеры в ангиопластике. Ограничения лазерной ангиопластики<br>Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция).<br>Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне. /Ср/   | 8 | 7 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 6. Лазерная абляция мягких тканей. Офтальмология. Лазерная абляция твердых тканей</b> |  |   |   |   |
| 6.1   | Глаукома, лазеры снижают внутриглазное давление.<br>Лазерное лечение заболеваний сетчатки.<br>Хирургическая коррекция ошибок рефракции. Эффективность лазерной абляции роговицы. LASIK. Коррекция ошибок рефракции. Оптический пробой. Фемтосекундный лазерный "нож" в рефракционной хирургии.<br>Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней. Импульсный лазер на кумариновом красителе. Гольмиевый лазер в урологии.<br>Эффективность абляции мочевого камня. Ретропульсия. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером. Перспективные лазеры для литотрипсии.<br>Лазеры в стоматологии. Строение зуба. Взаимодействие УФ и ИК лазерного излучения с тканями зуба. Световоды для ИК лазеров.<br>Перспективы УКИ лазерных импульсов в лечении зубов. /Лек/ | 8 | 2 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |



|  |  |   |     |   |
|--|--|---|-----|---|
| 6.2  | Глаукома, лазеры снижают внутриглазное давление.<br>Лазерное лечение заболеваний сетчатки.<br>Хирургическая коррекция ошибок рефракции. Эффективность лазерной абляции роговицы. LASIK. Коррекция ошибок рефракции. Оптический пробой. Фемтосекундный лазерный "нож" в рефракционной хирургии.<br>/Пр/   | 8 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 6.3  | Глаукома, лазеры снижают внутриглазное давление.<br>Лазерное лечение заболеваний сетчатки.<br>Хирургическая коррекция ошибок рефракции. Эффективность лазерной абляции роговицы. LASIK. Коррекция ошибок рефракции. Оптический пробой. Фемтосекундный лазерный "нож" в рефракционной хирургии.<br>/Ср/   | 8 | 8   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 6.4  | Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней. Импульсный лазер на кумариновом красителе. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевого камня. Ретропульсия. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером. Перспективные лазеры для литотрипсии. Лазеры в стоматологии. Строение зуба. Взаимодействие УФ и ИК лазерного излучения с тканями зуба. Световоды для ИК лазеров. Перспективы УКИ лазерных импульсов в лечении зубов. /Пр/ | 8 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 6.5  | Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней. Импульсный лазер на кумариновом красителе. Гольмиевый лазер в урологии. Эффективность абляции мочевого камня. Ретропульсия. Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней. Резекция простаты гольмиевым лазером. Перспективные лазеры для литотрипсии. Лазеры в стоматологии. Строение зуба. Взаимодействие УФ и ИК лазерного излучения с тканями зуба. Световоды для ИК лазеров. Перспективы УКИ лазерных импульсов в лечении зубов. /Ср/ | 8 | 7,5 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 7. Медицинские применения лазеров среднего ИК диапазона спектра. Проблемы и перспективы.</b> |  |   |     |   |
| 7.1  | Механизм абляции на 6.1 и 6.45 мкм.<br>FEL 6 мкм - прецизионный хирургический скальпель. Хирургия глаза. Нейрохирургия. Абляция твердых тканей. Ангиопластика /Лек/  | 8 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 7.2  | Механизм абляции на 6.1 и 6.45 мкм.<br>FEL 6 мкм - прецизионный хирургический скальпель. Хирургия глаза. Нейрохирургия. Абляция твердых тканей. Ангиопластика /Пр/   | 8 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| 7.3  | Механизм абляции на 6.1 и 6.45 мкм.<br>FEL 6 мкм - прецизионный хирургический скальпель. Хирургия глаза. Нейрохирургия. Абляция твердых тканей. Ангиопластика /Ср/   | 8 | 8   | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |
| <b>Раздел 8. Иная контактная работа</b>  |  |   |     |   |
| 8.1  | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/  | 8 | 4,5 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4 Л2.5<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6<br>Э7 |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчет по практическим заданиям (решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1- 2 задач из темы).

Реферат.



Доклад.  
Контрольные вопросы.

## 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Контрольные вопросы по темам:

1. Низкоинтенсивные лазеры в диагностике заболеваний
  - 1.1 Оптические свойства тканей организма. Хромофоры биотканей
  - 1.2 Лазерная спектральная диагностика
    - 1.2.1 Диодный газоанализатор в биоанализе.
  - 1.3 Томография, как метод диагностики заболеваний
    - 1.3.1 Лазерная оптическая томография.
      - 1.3.1.1 Рассеяние излучения микроструктурами ткани. Анизотропия рассеяния
      - 1.3.1.2 Лазерное детектирование объекта в мутной среде
      - 1.3.2 Оптическая когерентная томография (ОСТ)
        - 1.3.2.1 Широкополосная интерферометрия
        - 1.3.2.2 Ограничения аксиального разрешения
        - 1.3.2.3 Оптический когерентный томограф высокого разрешения
        - 1.3.2.4 Спектроскопическая оптическая когерентная томография
      - 1.3.3 Диффузная оптическая томография (DOT).
        - 1.3.3.1 Алгоритмы восстановления изображения
        - 1.3.3.2 Диффузная оптическая люминесцентная томография
      - 1.3.4 Терагерцовая томография и возможности ее использования
        - 1.3.4.1 Генерация и детектирование ТГц излучения. Предельное разрешение
        - 1.3.4.2 Медицинский ТГц томограф
  2. Лазеротерапия
    - 2.1 Физико-биологические основы лазерной терапии
      - 2.1.1 Механизмы фотоактивации
      - 2.1.2 Противовоспалительное и антирадикальное действие лазерного облучения
      - 2.1.3 Лазерное облучение крови
    - 2.2 Фотодинамическая терапия
      - 2.2.1 ФДТ – неинвазивный метод лечения рака
      - 2.2.2 Порфирин как фотосенсибилизатор
      - 2.2.3 Процесс ФДТ и механизмы деструкции раковой клетки
      - 2.2.4 ФДТ кровеносных сосудов при дегенерации макулы и ангиопластике
      - 2.2.5 Фотосенсибилизаторы второго поколения. Нанотехнологии в ФДТ
  3. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани
    - 3.1 Лазерная термотерапия
      - 3.1.1 Теплофизические свойства тканей. Отвод тепла кровотоком
      - 3.1.2 Лазерная гипертермия
        - 3.1.3 Лазерная термотерапия
          - 3.1.3.1 Коррекция формы хрящей наружной лазеротерапией
          - 3.1.3.2 Внутритканевая лазерная фотокоагуляция
            - 3.1.3.2.1 Кардиологический лазерный катетер
      - 3.2. Лазерная фотоабляция
        - 3.2.1 Импульсная лазерная абляция биологических тканей
        - 3.2.2 Динамика абляционного факела
          - 3.2.3 УФ и ИК абляция
            - 3.2.3.1 Кинетика декомпозиции ткани
            - 3.2.3.2 Условия прецизионного удаления ткани
          - 3.2.4 “Тепловые” и “нетепловые” воздействия на ткань
            - 3.2.4.1 Лазерный разрез мягких тканей
            - 3.2.4.2 Разрез твердой ткани лазерным излучением
              - 3.2.4.2.1 Фото- и термоабляция костных тканей.
    4. Селективный лазерный фототермолиз
      - 4.1 Чрезкожный (cutaneous) термолиз кровеносных сосудов
        - 4.1.1. Селективное поглощение излучения компонентами кожи



- 4.1.2. Время облучения
  - 4.1.3 Энергия облучения
  - 4.1.4 Эпидермальное (поверхностное) охлаждение
  - 4.1.5 Вазкулярные (vascular) лазеры
  - 4.2 "Подтяжка" кожи лица
  - 4.3 Фототрихотомия
    - 4.3.1. Селективный фототермолиз в лазерной трихотомии
    - 4.3.2 Лазеры и световые источники для селективного удаления волос
    - 4.3.3 Удаление волос комбинированной свето-тепловой системой фототрихотомии (LHE)
    - 4.3.4 Игольно-волоконная лазерная трихотомия
  - 4.4 Лазеры удаляют татуировку (Tattoo Lasers)
    - 4.4.1 Селективное лазерное разрушение татуировочного пигмента
    - 4.4.2 Неблагоприятные эффекты при лазерном удалении татуировок
  - 5. Лазерная абляция в жидкой среде Ангиопластика
    - 5.1 Динамика пузыря. Эффективность контактной и неконтактной абляции
    - 5.2 Особенности абляции в лазерном тромболитике
      - 5.2.1 Сердечно-сосудистые катетеры для коронарной ангиопластики
      - 5.2.2 Лазерная технология изготовления коронарных стентов
      - 5.2.3 Импульсные лазеры в ангиопластике
        - 5.2.3.1 Ограничения лазерной ангиопластики
    - 5.3 Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция)
    - 5.4 Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне
  - 6. Лазерная абляция мягких тканей. Офтальмология
    - 6.1 Глаукома, лазеры снижают внутриглазное давление
    - 6.2 Лазерное лечение заболеваний сетчатки
    - 6.3 Хирургическая коррекция ошибок рефракции
      - 6.3.1 Эффективность лазерной абляции роговицы
      - 6.3.2 LASIK. Коррекция ошибок рефракции
      - 6.3.3 Оптический пробой. Фемтосекундный лазерный "нож" в рефракционной хирургии
  - 7. Лазерная абляция твердых тканей.
    - 7.1 Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней
      - 7.1.1 Импульсный лазер на кумариновом красителе
      - 7.1.2 FREDDY – двухдлинноволновый Nd:YAG лазер в литотрипсии
      - 7.1.3 Гольмиевый лазер в урологии
        - 7.1.3.1 Эффективность абляции мочевых камней. Ретропульсия
        - 7.1.3.2 Гибкий уретроскоп и литотрипсия желчных камней
        - 7.1.3.3 Резекция простаты гольмиевым лазером
      - 7.1.4 Перспективные лазеры для литотрипсии. Er:YAG лазер
    - 7.2 Лазеры в стоматологии
      - 7.2.1 Строение зуба
      - 7.2.2 Взаимодействие УФ и ИК лазерного излучения с тканями зуб
        - 7.2.2.1 Er:YAG лазер
        - 7.2.2.2 Световоды для ИК лазеров
        - 7.2.2.3 Перспективы УКИ лазерных импульсов в лечении зубов
  - 8. Медицинские применения лазеров среднего ИК диапазона спектра. Проблемы и перспективы.
    - 8.1 Механизм абляции на 6.1 и 6.45 мкм
    - 8.2.1 Хирургия глаза
    - 8.2.2 Нейрохирургия
    - 8.2.3 Абляция твердых тканей
    - 8.2.4 Ангиопластика
- Темы рефератов / докладов:
- 1. Низкоинтенсивные лазеры в диагностике заболеваний
  - 2. Лазеротерапия
  - 3. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани
  - 4. Селективный лазерный фототермолиз
  - 5. Лазерная абляция в жидкой среде Ангиопластика



6. Лазерная абляция мягких тканей. Офтальмология  
7. Лазерная абляция твердых тканей.  
8. Медицинские применения лазеров среднего ИК диапазона спектра. Проблемы и перспективы.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

1. Низкоинтенсивные лазеры в диагностике заболеваний  
Примерный план ответа:  
а) Оптические свойства тканей организма. Хромофоры биотканей  
б) Лазерная спектральная диагностика, методы диагностики  
в) Томография, как метод диагностики заболеваний
2. Лазеротерапия  
Примерный план ответа:  
а) Физико-биологические основы лазерной терапии  
б) Механизмы фотоактивации  
в) Фотодинамическая терапия. Физико-биологические основы фотодинамической терапии.
3. Тепловые воздействия лазерного излучения на биоткани  
Примерный план ответа:  
а) Лазерная термотерапия. Основные определения, методы.  
б) Лазерная фотоабляция. Основные определения, методы.
4. Селективный лазерный фототермолиз  
Примерный план ответа:  
а) Чрезкожный (cutaneous) термолиз кровеносных сосудов. Физико-биологические основы. Время, энергия облучения.  
б) "Подтяжка" кожи лица. Основные методы. Физико-биологические основы.  
в) Фотозпиляция. Основные методы. Физико-биологические основы.  
г) Лазеры удаляют татуировку (Tattoo Lasers). Основные методы. Физико-биологические основы.
5. Лазерная абляция в жидкой среде Ангиопластика  
Примерный план ответа:  
а) Основные определения. Динамика пузыря. Эффективность контактной и неконтактной абляции  
б) Особенности абляции в лазерном тромболлизисе  
в) Обработка варикозных вен (лазерная внутривенная абляция). Физико-биологические основы.  
г) Лазерная ангиопластика в среднем ИК диапазоне. Физико-биологические основы.
6. Лазерная абляция мягких тканей. Офтальмология  
Примерный план ответа:  
а) Глаукома, лазеры снижают внутриглазное давление. Основные методы. Физико-биологические основы.  
б) Лазерное лечение заболеваний сетчатки. Основные методы. Физико-биологические основы.  
в) Хирургическая коррекция ошибок рефракции. Основные методы. Физико-биологические основы.
7. Лазерная абляция твердых тканей  
Примерный план ответа:  
а) Лазерная литотрипсия. Механизмы разрушения камней. Основные методы. Физико-биологические основы.  
б) Лазеры в стоматологии. Основные методы. Физико-биологические основы.
8. Медицинские применения лазеров среднего ИК диапазона спектра.  
Примерный план ответа:  
а) Механизм абляции на 6.1 и 6.45 мкм. Основные методы. Физико-биологические основы. Проблемы и перспективы.  
б) Хирургия глаза. Основные методы. Физико-биологические основы. Проблемы и перспективы.  
в) Нейрохирургия. Основные методы. Физико-биологические основы. Проблемы и перспективы.  
г) Абляция твердых тканей. Основные методы. Физико-биологические основы. Проблемы и перспективы.  
д) Ангиопластика. Основные методы. Физико-биологические основы. Проблемы и перспективы.

### 6.4. Критерии оценивания

"Зачтено" ставится на основании письменного и устного ответов на два теоретических вопроса.  
Допускаются выступления студентов на практических занятиях с докладом по одной теме из лекций рабочей



программы. В этом случае, студент сдает реферат по данной теме. Если реферат сдан успешно, то на зачете достаточно ответить на один вопрос из двух.

Реферат выполнен положительно, если:

- реферат соответствует всем требованиям к содержанию и оформлению (требования указаны далее);
- реферат содержит полное раскрытие темы, логически построен правильно.

Для получения оценки «зачтено» на экзамене студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, ответив на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения.

Оценка «незачтено» ставится, если не выполнены указанные выше требования.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Издательство, год            | Ресурс |
|------|---------------------|--|------------------------------|--------|
| Л1.1 | Савельев И. В.      | Волны. Оптика<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/187737">https://e.lanbook.com/book/187737</a> ) | Санкт-Петербург : Лань, 2022 | ЭБС    |
| Л1.2 | Бутиков Е. И.       | Оптика<br>( <a href="https://e.lanbook.com/book/210761">https://e.lanbook.com/book/210761</a> )        | Санкт-Петербург : Лань, 2022 | ЭБС    |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Издательство, год                   | Ресурс |
|------|---------------------|--|-------------------------------------|--------|
| Л2.1 | Давыдов В. Н.       | Физические основы оптоэлектроники: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480763">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480763</a> )  | Томск : ТУСУР, 2016                 | ЭБС    |
| Л2.2 | Игумнов В. Н.       | Физические основы микроэлектроники: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=271708</a> ) | Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2014 | ЭБС    |
| Л2.3 | Ландсберг Г. С.     | Оптика: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485257">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485257</a> )                             | Москва : Физматлит, 2017            | ЭБС    |
| Л2.4 | Лебедев А. И.       | Физика полупроводниковых приборов: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68403">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68403</a> )    | Москва : Физматлит, 2008            | ЭБС    |
| Л2.5 | Ландсберг Г. С.     | Оптика: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=82969">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=82969</a> )                               | Москва : Физматлит, 2010            | ЭБС    |

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |   |
|----|---|
| Э1 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>                             |
| Э2 | ЭБС издательства «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| Э3 | ЭБС издательства «Инфра-М» <a href="http://znanium.com">znanium.com</a> <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> |
| Э4 | ЭБС «Юрайт» <a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>   |
| Э5 | Научная электронная библиотека Российской Академии Наук <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>           |
| Э6 | Научные и научно-популярные лекции <a href="http://elementy.ru">http://elementy.ru</a>  |
| Э7 | Учебно-методический сайт «Преподавателям и студентам» <a href="http://teachmen.csu.ru">http://teachmen.csu.ru</a>             |

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

|                       |
|-----------------------|
| Adobe Reader          |
| WinDjView             |
| LibreOffice           |
| Adobe Connect Acrobat |
| LMS Moodle            |
| MS Office365          |

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челябин. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Лазерная медицина" по направлению подготовки (специальности)  
"Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 13

2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <http://journals.aps.org/about> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <http://link.springer.com/> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
6. Конспекты лекций с демонстрациями и виртуальными лабораторными экспериментами на сайте <http://teachmen.csu.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (экран, ноутбук, проектор, колонки).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (мультимедийные презентации).

Используется электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) для самостоятельной работы студента, оснащенный персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудитории обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение содержания учебной дисциплины «Лазерная медицина» осуществляется на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной учебной деятельности студентов.

Лекционные занятия обеспечивают теоретическое изучение дисциплины. Основными методами обучения являются информационно-объяснительный и проблемный. На лекциях излагается основное содержание тем программы, проводится анализ основных понятий и рассматриваются примеры.

Лекционный материал является важным, но не единственным для усвоения учебной дисциплины. Его обязательно необходимо дополнить материалом основной и дополнительной литературы по теме. Практические занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях. На практических занятиях обучаемые овладевают основными методами и приемами решения задач.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Также рекомендуется равномерно распределять нагрузку самостоятельного обучения в течение семестра.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.



## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EiBraille-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevu с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:



а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

***30.05.02 Медицинская биофизика, профиль Медицинская биофизика, Лазерная медицина, 2024 год набора, очная форма обучения***

Проректор по учебной работе      утверждено 21.02.2024      А.А. Саламатов

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 1 от 29.01.2024

Председатель Ученого совета  
факультета фундаментальной  
медицины

согласовано

О.Б. Цейликман

***Заседанием кафедры общей и теоретической физики***

Протокол заседания № 05 от 18.01.2024

Заведующий кафедрой

согласовано

А. Е. Майер

Автор (составитель)

А. С. Зарезина

***Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1***