

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 17.03.2026 10:21:26 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

Медицинская физика

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Челябинск 2026 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 «Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани» состоит в изучении механизмов взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями, исследовании методами компьютерного моделирования различных эффектов взаимодействия лазерного излучения с биотканями.

Основные задачи дисциплины:

- Изучение физических основ биологического действия электромагнитного излучения оптического диапазона.
- Изучение математических моделей, численных методов для моделирования эффектов воздействия лазерного излучения на биоткани.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-2.1. Обладает знаниями о передовом отечественном и зарубежном опыте эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования;

ПК-2.2. Демонстрирует умение ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта;

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ, опираясь на использование современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.06

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Ядерная и лучевая терапия

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

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

ПК-2: Способен ставить научные задачи в области медицинской физики и решать их с использованием современного оборудования и отечественного и зарубежного опыта

Знать:

Для достижения ПК-2.1: теоретические основы, основные понятия, законы и модели, описывающие взаимодействие лазерного излучения с биологическими системами; основные математические модели переноса лазерного излучения в биологических тканях; основные математические модели теплового эффекта лазерного воздействия на биологические ткани; основные численные методы для моделирования радиационных и тепловых полей лазерного излучения в биологических тканях

Уметь:

Для достижения ПК-2.2: пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями переноса лазерного излучения в биотканях; применять физико-математические методы для компьютерного моделирования процессов в биологических системах

Владеть:

Для достижения ПК-2.3: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации в области медицинской физики, навыками постановки и решения задач научных исследований в области медицинской физики (на примере моделирования лазерного воздействия на биологические ткани)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:



Рабочая программа дисциплины "Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.1.1	теоретические основы, основные понятия, законы и модели, описывающие взаимодействие лазерного излучения с биологическими системами; основные математические модели переноса лазерного излучения в биологических тканях; основные математические модели теплового эффекта лазерного воздействия на биологические ткани; основные численные методы для моделирования радиационных и тепловых полей лазерного излучения в биологических тканях	
3.2	Уметь:	
3.2.1	пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями переноса лазерного излучения в биотканях; применять физико-математические методы для компьютерного моделирования процессов в биологических системах	
3.3	Владеть:	
3.3.1	методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации в области медицинской физики, навыками постановки и решения задач научных исследований в области медицинской физики (на примере моделирования лазерного воздействия на биологические ткани)	

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 54,7 часов на контроль : 18 контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 1

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Введение. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Основные понятия и характеристики			
1.1	Характеристики радиационных полей лазерного излучения. Оптические характеристики биотканей. Оптические характеристики основных поглотителей биотканей (вода, меланин, гемоглобин, жир). /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Характеристики радиационных полей лазерного излучения. Оптические характеристики биотканей. Оптические характеристики основных поглотителей биотканей (вода, меланин, гемоглобин, жир). /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Характеристики радиационных полей лазерного излучения. Оптические характеристики биотканей. Оптические характеристики основных поглотителей биотканей (вода, меланин, гемоглобин, жир). /Ср/	1	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	Раздел 2. Математические модели и численные методы для моделирования радиационных полей			
2.1	Закон Бэра. Условия и границы применимости модели. РN-приближение. Решение в случае однородной бесконечной среды. Диффузионное приближение. Условия и границы применимости модели. Кинетическая модель. Уравнение переноса излучения. Метод Монте-Карло для решения уравнения переноса излучения /Лек/	1	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Закон Бэра. Условия и границы применимости модели. РN-приближение. Решение в случае однородной бесконечной среды. Диффузионное приближение. Условия и границы применимости модели. Кинетическая модель. Уравнение переноса излучения. Метод Монте-Карло для решения уравнения переноса излучения /Пр/	1	5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



Рабочая программа дисциплины "Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
2.3	Закон Бэра. Условия и границы применимости модели. PN-приближение. Решение в случае однородной бесконечной среды. Диффузионное приближение. Условия и границы применимости модели. Кинетическая модель. Уравнение переноса излучения. Метод Монте-Карло для решения уравнения переноса излучения /Ср/	1	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 3. Определение оптических характеристик биологических тканей				
3.1	Общая постановка обратных задач. Методы коллимированного пропускания для определения оптических характеристик. Обзор методов решения обратной задачи в диффузионном приближении. Обзор методов решения обратной задачи в кинетическом приближении /Лек/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Общая постановка обратных задач. Методы коллимированного пропускания для определения оптических характеристик. Обзор методов решения обратной задачи в диффузионном приближении. Обзор методов решения обратной задачи в кинетическом приближении /Пр/	1	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Общая постановка обратных задач. Методы коллимированного пропускания для определения оптических характеристик. Обзор методов решения обратной задачи в диффузионном приближении. Обзор методов решения обратной задачи в кинетическом приближении /Ср/	1	14,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 4. Математические модели и численные методы для моделирования тепловых полей				
4.1	Тепловой эффект. Виды теплового воздействия (коагуляция, денатурация и т.д.). Математические модели тепловых полей: биотепловое уравнение теплопроводности. Математические модели для учета капиллярного кровотока Численные методы расчета тепловых полей /Лек/	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Тепловой эффект. Виды теплового воздействия (коагуляция, денатурация и т.д.). Математические модели тепловых полей: биотепловое уравнение теплопроводности. Математические модели для учета капиллярного кровотока Численные методы расчета тепловых полей /Пр/	1	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Тепловой эффект. Виды теплового воздействия (коагуляция, денатурация и т.д.). Математические модели тепловых полей: биотепловое уравнение теплопроводности. Математические модели для учета капиллярного кровотока Численные методы расчета тепловых полей /Ср/	1	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 5. Особенности моделирования различных медицинских лазерных технологий				
5.1	Лазерная резекция. Лазеро-индуцированная термотерапия. Лазерная абляция /Лек/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	Лазерная резекция. Лазеро-индуцированная термотерапия. Лазерная абляция /Пр/	1	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.3	Лазерная резекция. Лазеро-индуцированная термотерапия. Лазерная абляция /Ср/	1	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
Раздел 6. Иная контактная работа				
6.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	1	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы для текущего контроля
Отчеты по задачам (по практическим занятиям)
Вопросы к экзамену

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые вопросы для текущего контроля

1. Укажите основные поглотители электромагнитного излучения биологических тканей в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне
 2. Укажите модель, которая служит для расчета интенсивности :
 - нерассеянного излучения;
 - на оси тонкого луча, перпендикулярно падающего на поверхность среды (модель тем лучше, чем тоньше луч);
 - в слаборассеивающей среде в области действия источника излучения (модель тем лучше, чем меньше рассеяние).
- а. Закон Бэра
б. Диффузионная модель
в. Кинетическая модель переноса излучения
3. Укажите название величины, которая характеризует вероятность поглощения фотонов на единице длины пути в среде
 4. В каких медицинских технологиях можно оценить распределение температуры в рамках модели биотеплового уравнения
- а. Абляция
б. Термотерапия
в. Резекция
5. Назовите основные численные методы решения биотеплового уравнения
- а. Конечно-разностный метод
б. Метод конечных элементов
в. Оба метода

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Характеристики радиационных полей лазерного излучения.
2. Оптические характеристики биотканей. Спектр коэффициента поглощения для различных веществ (кровь, вода, гемоглобин, жир).
3. Закон Бэра. Условия и границы применимости модели.
4. PN- приближение для однородной бесконечной среды.
5. Диффузионное приближение. Условия и границы применимости модели.
6. Кинетическая модель. Уравнение переноса излучения.
7. Метод Монте-Карло для решения уравнения переноса излучения.
8. Общая постановка обратных задач. Метод коллимированного пропускания для определения оптических характеристик.
9. Методы решения обратной задачи в диффузионном приближении.
10. Методы решения обратной задачи в кинетическом приближении.
11. Тепловой эффект воздействия лазерного излучения. Виды теплового воздействия (коагуляция, денатурация и т.д.). Применение высокоинтенсивного лазерного излучения в медицине.
12. Математические модели тепловых полей.
13. Математические модели лазерной термотерапии. Ее особенности.
14. Математические модели процесса лазерной абляции. Ее особенности.
15. Математические модели процесса лазерной резекции. Ее особенности.

6.4. Критерии оценивания

Текущий контроль теоретических знаний и практических навыков производится на экзамене и практических занятиях. Успеваемость студентов оценивается в балльной системе. Расчет баллов осуществляется следующим образом:

1. Посещение занятий. Максимальное количество баллов за семестр: 34 балла.
2. Отчет по практическим занятиям. Максимальное количество баллов за семестр: 50 баллов.



Рабочая программа дисциплины "Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

Контроль знаний на экзамене проводится в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 теоретических вопроса билета и выполнение одного практического задания. Если в течение семестра студент набирает более 70 баллов, он освобождается от практического задания в билете. Если студент в течение семестра набирает менее 50 баллов, на экзамене он получает дополнительный вопрос к билету на усмотрение преподавателя. Максимальный балл за ответы по билету – 40 баллов.

Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации.

На экзамене студент получает оценку «удовлетворительно», если студент твердо знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач.

Оценка «хорошо» – студент твердо знает учебно-программный материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при расчетах.

Оценка «отлично» – студент должен продемонстрировать отличное знание материала, как лекционных занятий, так и тем, выносимых на самостоятельное обучение, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические

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	Тучин В. В.	Оптическая биомедицинская диагностика: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69292)	Москва : Физматлит, 2006	ЭБС
Л1.2	Тучин В. В.	Оптическая биомедицинская диагностика: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69293)	Москва : Физматлит, 2006	ЭБС
Л1.3	Тучин В. В.	Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75958)	Москва : Физматлит, 2010	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Кольчужкин А. М., Учайкин В. В.	Введение в теорию прохождения частиц через вещество: научная литература (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483362)	Москва : Атомиздат, 1978	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: http://biblioclub.ru/
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: https://bibli-online.ru
Э4	Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: http://znanium.com/
Э5	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

Adobe Connect Acrobat

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челябинск, 1992. – URL: <http://library.csu.ru/ru/> - Челябинск, 1992.

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.



Рабочая программа дисциплины "Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани" по направлению подготовки (специальности) 03.04.02 "Физика" направленности (профилю) Медицинская физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 8

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.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.

Практические занятия проходят в лаборатории кафедры общей и теоретической физики (аудитории 124 и 216а).

Используются аудитория №205 - читальный зал №3 (учебный корпус №1) и аудитория №206 - электронный читальный зал (специализированный медиацентр) (учебный корпус №1) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях 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 «Моделирование лазерного воздействия на биологические ткани» 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 информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и 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 помощи специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности 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 предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. 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.

