

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 08.07.2024 05:01:41 Уникальный программный ключ: 891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e877fa1f5	Рабочая программа дисциплины "Хемоинформатика" по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 "Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Хемоинформатика

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

Целью изучения дисциплины является формирование системных знаний по аспектам связанным с поиском и созданием новых лекарственных веществ, приобретение умений и навыков по основным компьютерным методам, компьютерным программам и базам данных, применяющимся на разных этапах исследования и конструирования лекарственных веществ.

Задача дисциплины «Хемоинформатика» :

-Сформировать основы представления химической информации и анализа зависимости «структура-активность» физиологически активных соединений.

- Сформировать системные знания по хемоинформатике, связанных с поиском и созданием новых лекарственных веществ.

- Выработать у студентов способности использовать доступные интернет ресурсы для поиска и анализа информации о биологической активности соединений, полученных путем химического и биологического синтеза.

- Формировать представлений о компьютерной фармакологии и токсикологии.

- Углубленное изучение методов компьютерного конструирования лекарств на основе структуры лигандов.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для постановки и решения информационно-аналитических и научно-исследовательских задач.

ОПК-5.1. Демонстрирует способность применять теоретические знания в области биомедицины для разработки и осуществления проектов по изучению процессов, происходящих в клетке человека, используя современные компьютерные и информационно-коммуникационные технологии

ОПК-6.2. Осуществляет эффективный поиск информации, необходимой для решения задач профессиональной деятельности, с использованием правовых справочных систем и профессиональных медико-биологических баз данных.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.04.10

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Общая патология, патологическая анатомия, патологическая физиология

Фармакология

Биохимия

Теория вероятностей и математическая статистика

Современные технологии поиска и обработки информации

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

Преддипломная практика

Научно-исследовательская работа

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

**ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности**

#### Знать:

Для достижения ОПК-1.1 знать :фундаментальные основы хемоинформатики.

Для достижения ОПК-1.2 знать: основные разделы хемоинформатики, необходимые в медицинской практике.

#### Уметь:

Для достижения ОПК-1.1 уметь: применять фундаментальные основы хемоинформатики для решения конкретных научных задач.



Для достижения ОПК-1.2 уметь: применять фундаментальные основы хемоинформатики в медицинской практике.

**Владеть:**

Для достижения ОПК-1.1 владеть: навыками применения фундаментальных основ хемоинформатики для решения конкретных научных задач.

Для достижения ОПК-1.2 владеть: навыками применения фундаментальных основы хемоинформатики в медицинской практике.

**ОПК-5: Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биофизических и иных процессов и явлений, происходящих на клеточном, органном и системном уровнях в организме человека**

**Знать:**

Для достижения ОПК-5.1 знать: современные компьютерные технологии в области хемоинформатики.

**Уметь:**

Для достижения ОПК-5.1 уметь: применять современные компьютерные технологии в области хемоинформатики в клинической практике.

**Владеть:**

Для достижения ОПК-5.1 владеть: навыками применения современных компьютерных технологий в области хемоинформатики в клинической практике.

**ОПК-6: Способен понимать принципы работы информационных технологий, обеспечивать информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения; применять средства информационно-коммуникационных технологий и ресурсы биоинформатики в профессиональной деятельности, выполнять требования**

**Знать:**

Для достижения ОПК-6.2 знать: основы работы с базами данных в области хемоинформатики.

**Уметь:**

Для достижения ОПК-6.2 уметь: осуществлять эффективный поиск информации, необходимой для решения задач клинической практики.

**Владеть:**

Для достижения ОПК-6.2 владеть: навыками эффективного поиска информации, необходимой для решения задач клинической практики.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные понятия, определения методы и подходы, используемые в хемоинформатике
3.1.2	Основные химические базы данных, методы осуществления поиска в химических базах данных, способы предоставления химических данных
3.1.3	Методы моделирования и отбора химических соединений с заданной биологической активностью
3.1.4	Основные дескрипторы, базовый алгоритм виртуального скрининга химических соединений, основные фильтры, используемые в моделировании лекарственных соединений
3.1.5	Способы построения SAR и QSAR зависимостей
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Проводить поиск в химических базах данных
3.2.2	Создавать собственные базы данных и оперировать ими
3.2.3	Вычислять основные дескрипторы и использовать дескрипторное представление химического пространства для поиска вещества с заданными свойствами
3.2.4	Строить простейшие зависимости SAR/QSAR/QSPR и определять их статистическую значимость;
3.2.5	использовать методы SAR/QSAR/QSPR для создания ЛС с заданными свойствами
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	анализа больших химических данных для решения медицинских задач
3.3.2	с программами для создания и оперирования с базами данных
3.3.3	применения SAR/QSAR/QSPR методов



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 60 самостоятельная работа : 19,8 часов на контроль : 18 контактная работа: 70,2 ИКР: 10,2	Виды контроля в семестрах: экзамены 8

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение в дисциплину.</b>			
1.1	Введение в дисциплину. Общие представления о теории строения химических соединений, представление о реакционной способности. Прямая и обратная задачи моделирования. Их решение. Хемоинформатика как научная дисциплина. Различие и комплементарность хемоинформатики, квантовой химии и методов силовых полей. Хемоинформатика от объектов до главных областей применения. Базовая молекулярная модель. Построение логического вывода. Химическое пространство. Хемоинформатика и хеометрика. Хемоинформатика и биоинформатика. История хемоинформатики. /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.2	Отдельные вопросы теории строения химических соединений. хемоинформатика как дисциплина теоретической химии (тест) /Пр/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
1.3	Подготовка к тесту /Ср/	8	2	Л2.1 Л2.2
	<b>Раздел 2. Представление химических объектов.</b>			
2.1	Представление молекул. Типичные представления молекул в химии (структурная формула, химическая формула, тривиальное имя). Особенности представления в хемоинформатике, требования к представлениям. Виды представлений. Линейные представления (имена, WLN, SMILES, SLN, InChI). Представление молекулярных графов. Битовые строки (структурные ключи, отпечатки пальцев, хэшированные отпечатки пальцев). Матричное представление, виды матриц. Табличное представление. Трехмерные представления. Координаты атомов. Поверхности. Виды поверхностей (ван-дер-ваальсова поверхность, поверхность Коннолли, доступная растворителю поверхность, поверхность исключенного растворителя, поверхность полости фермента, поверхность изоплотности, раскрашенные поверхности). Молекулярная формы. Структуры Маркуша. Типичные форматы файлов (MDL, Sybyl, PDB). Конвертация между представлениями. Конверсия структура-имя и имя-структура. Конверсия структуры в линейные представления. 2D-3D конвертация. Представления реакций. Типичное представление реакций. Представление реакции как набора реагентов и продуктов. Представления реакций как характеристик реакционного центра. Представления реакций как разности продуктов и реагентов. Представление реакции Фуджита. /Лек/	8	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э5 Э6



2.2	Представления химических структур. Написание и интерпретация представлений SMILES, InChI. Редактирование структуры молекул с использованием редакторов. Создание файлов, содержащих требуемое представление молекул. Поиск в базе данных по SMARTS. Редактирование реакций. Поиск атом-атомного соответствия в реакциях. Создание файлов, содержащих различные представления реакций. Написание теста /Пр/	8	10	Л1.1Л2.1 Л2.2
2.3	Самостоятельная работа по написанию SMILES, InChI, SMARTS. Подготовка к написанию теста по теоретическим вопросам. /Ср/	8	4	Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 3. Химические базы данных.</b>				
3.1	Химические базы данных. Типы баз. Базы молекул, спектров, белков, кристаллографические, биомолекулы. Виды поиска в химических базах данных. Поиск по структуре, подструктуре, суперструктуре и по молекулярному сходству в базах данных. Основные алгоритмы поиска. Использование скринов. Рекурсивный подход. Ульмановский подход. Поиск в 3D базах данных. Фармакофоры. Фармакофорный поиск. /Лек/	8	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3
3.2	- Реляционные химические базы данных: создание, управление и использование (ChemAxon InstantJChem) Написание теста /Пр/	8	8	Л1.1Л2.1 Л2.2
3.3	Самостоятельная работа с химическими базами данных. Подготовка к тесту /Ср/	8	5,8	Л1.1Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 4. Молекулярное разнообразие.</b>				
4.1	Дизайн библиотек данных. Использование для виртуального скрининга и для высокопроизводительного скрининга. Теоретическая комбинаторная химия. Разбросанные и сфокусированные библиотеки. Генерация структур. RECAP. Fragmenter. Кластеризация молекул. Иерархические подходы. Неиерархические подходы. Отбор молекул без кластеризации /Лек/	8	4	Л1.1 Э4
4.2	Навигация в химическом пространстве молекулярных графов и основанные на скаффолдах методы кластеризации объектов в химическом пространстве. Сравнение библиотек химических соединений, кластеризация объектов и отбор молекул в выборку на основании этого. Навигация в химическом пространстве с использованием метода GTM. Кластеризация (Python). Написание теста. /Пр/	8	2	Л1.1
4.3	Самостоятельная подготовка выборки соединений. Оформление отчета по практике. Подготовка к тесту. /Ср/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 5. Молекулярные дескрипторы.</b>				
5.1	Дескрипторы. Определение и использование дескрипторов. Роль дескрипторов в хемоинформатике. Многообразие дескрипторов. Классификация дескрипторов по функциональности. Физико-химические дескрипторы. Топологические индексы. Трехмерные. Фрагментные дескрипторы. Фармакофорные дескрипторы. Константы заместителей. Квантово-химические дескрипторы. Дескрипторы молекулярных полей. Дескрипторы молекулярного подобия. /Лек/	8	6	Л1.1
5.2	Расчет дескрипторов для молекул. Создание входных файлов для анализа связи структуры с реакционной способностью. Дескрипторы (Python) /Пр/	8	2	
5.3	Самостоятельный расчет дескрипторов. Подготовка к тесту. /Ср/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 6. Моделирование "структура-свойство".</b>				



6.1	История моделирования "структура-свойство" SAR/QSAR/QSPR. Классический QSAR (методы Ганча, Фри-Вильсона). SAR/QSAR/QSPR на дескрипторах. Современные подходы. Методы машинного обучения. Интеллектуальный анализ данных в хемоинформатике. Задачи машинного обучения. Методы. MLR, гребневая регрессия, PLS, kNN, искусственные нейронные сети, SVM, решающие деревья, наивный Байес, гауссовы процессы. Использование методов машинного обучения. Валидация и кросс-валидация. ROC кривые. Предобработка данных. Химическая предобработка: отбор данных и стандартизация. Математическая предобработка: стандартизация, шкалирование, нормализация. Случайная корреляция и борьба с ней. Консенсусные подходы. Область применимости. 3D QSAR, основанный на пространственном выравнивании. Методы пространственного выравнивания. CoMFA, CoMSIA, Grid. Методы 3D QSAR, независимые от выравнивания. Grind. Общее понятие об nD QSAR. История моделирования "структура-свойство" SAR/QSAR/QSPR /Лек/	8	6	Л1.1
6.2	1. Стандартизация данных (Python) 2. Отбор дескрипторов (Python) 3. Моделирование классификационное и регрессионное (Python) 4. Домен применимости (Python) Написание теста по теоретическим вопросам /Пр/	8	2	
6.3	Подготовка данных и моделирование в рамках своей индивидуальной задачи. Оформление отчетов по практикам. Подготовка к тесту /Ср/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
<b>Раздел 7. Защита индивидуальной практической работы</b>				
7.1	Обсуждение индивидуальной практической задачи /Пр/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
7.2	Защита индивидуальной практической работы, обсуждение результатов /Пр/	8	2	Л1.1
7.3	Оформление отчета по индивидуальной задаче. /Ср/	8	2	Л1.1Л2.1 Л2.2
7.4	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	10,2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Тесты, отчет по лабораторной работе, вопросы к экзамену

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

Тестирование проводится по каждой теме. Примеры тестовых заданий:

- Какие из указанных SMILES соответствует молекуле аспирина?
  - CC(=O)Oc1ccccc1C(O)=O
  - c1c(C(O)=O)cc(OC(O)C)ccc1
  - OC(=O)c(ccc1)c1OC(=O)C
  - c1(C(=O)O)ccccc1OC(=O)C
- Какие InChI для приведенной молекулы гуанина соответствуют молекуле и являются стандартными? а.  
InChI=1/C5H5N5O/c6-5-9-3-2(4(11)10-5)7-1-8-3/h1H,(H4,6,7,8,9,10,11)/f/h8,10H,6H2
  - InChI=1S/C5H5N5O/c6-5-9-3-2(4(11)10-5)7-1-8-3/h1H,(H4,6,7,8,9,10,11)
  - InChI=1S/C6H6N5O2/c6-5-9-3-2(4(11)10-5)7-1-8-3/h1H,(H4,6,7,8,9,10,11)
  - InChI=1/C5H5N5O/c6-5-9-3-2(4(11)10-5)7-1-8-3/h1H,(H4,6,7,8,9,10,11)/f/h7,9H,6H2
- Какой SMARTS запроса будет определять выделенную подструктуру (NcccN) в приведённой молекуле (5-butyl-4-methylbenzene-1,3-diamine)? Атомы водорода не принимать во внимание.
  - N~\*~\*~N
  - NcccN
  - [#7]ccc[#7]



d. [NH2]aaa[NH2]

4. Какой из приведенных SMILES удовлетворяет приведенной структуре Маркуша?

- a. OCCc1c(C)cccc1
- b. OCCCCCCCCc1cc(C(=O)O)ccc1
- c. OCCc1ccc(C(C)=O)cc1
- d. OCCc1ccc(COC=O)cc1

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

Вопросы к экзамену:

1. Линейное представление SMILES

Примерный план ответа:

- Правила.
- Представление стереоизомеров, таутомеров, ароматических структур.
- Уникальные, абсолютные, изомерные и реакционные SMILES.

2. Линейное представление InChI.

Примерный план ответа:

- Правила.
- Представление стереоизомеров, таутомеров, ароматических структур.
- Стандартные InChI.

3. Представления химических реакций.

Примерный план ответа:

- Представление реакции как набора реагентов и продуктов.
- Представление реакции Фуджита.
- Представление Угги-Дугуджи.

4. Представление химических реакций.

Примерный план ответа:

- Представления реакций как разности продуктов и реагентов.
- Представления реакций как характеристик реакционного центра.
- Атом-атомное отображение.

5. Химическое пространство.

Примерный план ответа:

- Пространство на дескрипторах,
- Пространство на графах,
- на функциях,
- облако точек.

6. Навигация в химическом пространстве дескрипторов.

Примерный план ответа:

- Проекция химического пространства для визуализации.
- Алгоритмы проекции (общая идея): PCA, SOM, GTM.

7. Навигация в химическом пространстве графов.

Примерный план ответа:

- Скаффолды и каркасы.
- Скаффолды Бемиса-Мурко.
- Подход дерева скаффолдов Ертля с соавт.

8. Предобработка данных.

Примерный план ответа:

- Химическая предобработка: отбор данных и стандартизация.
- Математическая предобработка: стандартизация, шкалирование, нормализация.

9. Характеристики качества моделей.

Примерный план ответа:

- Характеристики регрессионных моделей: R, R<sup>2</sup>, Q<sup>2</sup>, REC.
- Характеристики классификационных моделей: матрица невязок, ROC, TPR, FPR, BA, AUC и др.

10. Кластеризация.

Примерный план ответа:

- Виды кластеризации.
- Иерархическая и неиерархическая.
- Агломеративная и дивизимная.

### 6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения лекционных, лабораторных и семинарских занятий, знаний теоретического раздела



программы по дисциплине (в том числе и материала самостоятельного изучения), которые оцениваются устным опросом по вопросам дисциплины, решением ситуационных задач и тестов. Качество усвоения знаний завершается экзаменом.

Экзамен проводится в форме устного опроса.

Оценка устного опроса на экзамене:

Оценка «отлично» ставится, если студент показал глубокое знание вопроса; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «хорошо» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает ряд неточностей; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает множество неточностей; имеет проблемы с полнотой, аргументацией, последовательностью изложения учебного материала.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает материал вопроса или имеет поверхностные знания и не может полно, аргументировано, последовательно ответить по учебному материалу.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в форме устного опроса.

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Хельтге Х.-Д., Зиппль В., Роньян Д., Фолькерс Г.	Молекулярное моделирование: теория и практика: учебное пособие ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017240.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017240.html</a> )	Москва : Лаборатория знаний, 2020	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Володченкова Л. А.	Биоинформатика: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563147">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563147</a> )	Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2018	ЭБС
Л2.2	Часовских Н.Ю.	Биоинформатика: учебник ( <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970455425.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970455425.html</a> )	Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2020	ЭБС

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

Э1	База данных ChEMBL <a href="https://www.ebi.ac.uk/chembl">https://www.ebi.ac.uk/chembl</a>
Э2	База данных PubChem <a href="http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a>
Э3	База данных ChemSpider <a href="http://www.chemspider.com">http://www.chemspider.com</a>
Э4	Программа Fragmentor <a href="http://infochim.u-strasbg.fr/spip.php?rubrique41">http://infochim.u-strasbg.fr/spip.php?rubrique41</a>
Э5	Virtual Computational Chemistry Laboratory <a href="http://www.vcclab.org/">http://www.vcclab.org/</a>
Э6	Инструкция по написанию SMILES <a href="https://www.daylight.com/dayhtml_tutorials/languages/smiles/index.html#ATOM">https://www.daylight.com/dayhtml_tutorials/languages/smiles/index.html#ATOM</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle
MS Office365
Elixir
Octave
R

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

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 –. – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.



Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) :  
объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из  
читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст: электронный.

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

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования (ноутбук, проектор, экран, колонки) и учебно-наглядных пособий (презентации по всем разделам дисциплины).

Для проведения занятий семинарского типа в университете аудитория оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций и видеоматериалов.

Для проведения лабораторных занятий в университете аудитория оборудована компьютерами с программным обеспечением, мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций и видеоматериалов.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, куда каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом.

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

Освоение обучающимися учебной дисциплины складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (семинарские занятия, коллоквиумы), а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;

16

- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации. Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;
- подготовки тематических сообщений и выступлений;
- выполнения письменных контрольных работ.

Выполнение всех практических работ является необходимым условием для допуска к экзамену. По результатам каждой практической работы оформляется отчет по выполненной работе. При оформлении отчета должны выполняться следующие требования:

1. Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:
  - a. Дата выполнения
  - b. Название
  - c. Цель
  - d. Задачи
  - e. Материалы, использовавшиеся для выполнения (программы, исходные файлы ...)
  - f. Поэтапное изложение процедуры (этап 1, этап 2...)
  - g. Результаты работы (+ таблицы, графики, иллюстрации, если требуются)



- h. Выводы
2. При написании отчета должен быть использован научный стиль речи ([https://ru.wikipedia.org/wiki/Научный\\_стиль](https://ru.wikipedia.org/wiki/Научный_стиль)).
  3. Выводы должны соответствовать заявленным цели и задачам работы, а также полученным результатам.
  4. Цель и задачи должны быть сформулированы четко, ясно, лаконично и соответствовать теме (названию) работы.
  5. Этапы работы должны быть представлены полностью, сформулированы четко, ясно, лаконично.
  6. Результаты должны быть представлены полностью, сформулированы понятно, четко, ясно, лаконично, если необходимо, с использованием иллюстративных материалов (не забываем про нумерацию рисунков и таблиц и подписи к ним!).
- Отчеты должны быть отправлены на электронную почту преподавателя. Обратите внимание, что для сдачи каждой работы определен крайний срок.

#### 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 «ElBraille-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» A2 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 Clevy 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.

**Направление подготовки (специальность) 30.05.02 Медицинская биофизика  
"Хемоинформатика", Год(ы) набора 2024, очно**

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 факультета фундаментальной медицины**

Протокол заседания № 1 от 22.01.2024

Заведующий кафедрой

согласовано

О.Н. Егоров

Автор (составитель)

И.И. Клебанов

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