

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: 04.06.2025 15:36:02 Уникальный программный код: 04c19ed8bfb9815b6c077a48609a878808322525	Рабочая программа дисциплины "Биоинформатика" по направлению подготовки (специальности) 30.05.02 "Медицинская биофизика" направленности (профилю) Медицинская биофизика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Биоинформатика

Направление подготовки (специальность)

30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность (профиль)

Медицинская биофизика

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

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

Челябинск 2025 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 освоения дисциплины "Биоинформатика" является: формирование основополагающих представлений о биоинформатике и ее возможностях; о приложении методов биоинформатики, в том числе, теоретического анализа и компьютерного моделирования, для решения фундаментальных и прикладных биомедицинских задач, что позволит в будущем молодым специалистам быстрее и эффективнее включиться в исследовательскую работу.

Задачами изучения дисциплины являются:

приобретение знаний в области биоинформатики, являющейся фундаментом для понимания функционирования биологических систем на молекулярном уровне, а именно, изучение основных подходов, методов и алгоритмов анализа биологических последовательностей; изучение основ анализа пространственных структур биополимеров.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-6.1. Применяет специализированное программное обеспечение для математической обработки данных наблюдений и экспериментов при решении задач профессиональной деятельности.

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.04.07

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Высшая математика

Биология

Биохимия

Современные технологии поиска и обработки информации

Теория вероятностей и математическая статистика

Статистические методы анализа в биологии и медицине

Общая и медицинская биофизика

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Организация научных и медико-биологических исследований

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

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 информационной безопасности

Знать:

Для достижения ОПК-6.1. знать: программное обеспечение для математической обработки данных наблюдений и экспериментов.

Для достижения ОПК-6.2. знать: Основы использования библиотек справочных систем и профессиональных медико-биологических баз данных.

Уметь:

Для достижения ОПК-6.1. уметь: применять специализированное программное обеспечение для математической обработки данных наблюдений и экспериментов при решении задач профессиональной деятельности.

Для достижения ОПК-6.2. уметь: Осуществлять эффективный поиск информации, необходимой для решения задач профессиональной деятельности.

Владеть:

Для достижения ОПК-6.1. владеть: навыками математической обработки данных наблюдений и экспериментов.

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



профессиональной деятельности, с использованием правовых справочных систем и профессиональных медико-биологических баз данных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Способы находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам.
3.2	Уметь:
3.2.1	Находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки.
3.3	Владеть:
3.3.1	основными биоинформатическими средствами анализа.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108	Виды контроля в семестрах: зачеты 7
в том числе :	
аудиторные занятия : 66	
самостоятельная работа : 33,5	
: контактная работа: 74,5 ИКР: 8,5	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
Раздел 1. Биоинформатика как наука.				
1.1	1. Биоинформатика как наука. Виды биологических последовательностей. Источники. Биоинформатические базы данных. /Лек/	7	6	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
1.2	2.Связь биоинформатики и молекулярной биотехнологии /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1
1.3	1. Основы использования библиотек структур для построения двумерных моделей молекул. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Э5 Э6
1.4	2. Молекулярно-биологические основы биоинформатики. Информационно компьютерные и Интернет-компоненты биоинформатики. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1
1.5	1. Применения биоинформатики и биоинженерии. /Ср/	7	10	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
Раздел 2. Базы данных.				
2.1	1. Способы представления информации о последовательностях. Основы структуры баз данных: записи, поля, объекты. Форматы записи FASTA, BLAST, GenBank, PDB. Классификация баз данных. Основные базы данных: GenBank, EMBL, SwissProt, TrEMBL, PIR, PDB, банки белковых семейств (ProDom, PFAM, InterPro, SCOP), метаболические базы данных, генетические банки (физические карты, OMIM), специализированные банки данных. /Лек/	7	6	Л1.1Л2.1 Э1 Э5 Э7 Э8



2.2	1. Свойства информации. Генерация и рецепция информации. Особенности генетической информации. Биоинформационные данные, сети и базы. NCBI и сервисы. /Пр/	7	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э5
2.3	2. Форматы записи Fasta, Genbank, PDB. EMBL. Swiss-PDBviewer. Поиск гомологичных последовательностей в базах данных. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Э5
Раздел 3. Уровни структурной организации белков.				
3.1	1. Работа с программой визуализации макромолекул RasMol II. /Лаб/	7	4	Л1.1Л2.1
3.2	Первичная структура белка. Вторичная, третичная и четвертичная структуры протеинов. Мотивы и домены. Функции белков, связь со структурой. Современные методы предсказания вторичной и третичной структуры белков на основе первичной структуры. Метод моделирования по гомологиям. Базы данных пространственных структур биополимеров. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Э2 Э5 Э7 Э8
Раздел 4. Методы определения пространственной структуры биополимеров.				
4.1	1. Структура записи PDB. Анализ структурных особенностей. Предсказание вторичной структуры. Предсказание третичной структуры белков по гомологии. Моделирование гомологов. /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
4.2	1. Работа с банком пространственных структур PDB. Структуры белков (RASMOL, SwissPDBViewer). Работа с программой визуализации макромолекул RasMol I. /Лаб/	7	4	Л1.1Л2.1
4.3	1. Вторичные структуры РНК. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э3 Э5 Э7
4.4	2. Структура записи PDB. Анализ структурных особенностей. Моделирование. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1
4.5	1. Фолдинг и его распознавание. /Ср/	7	8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
Раздел 5. Предсказание функциональных особенностей биополимеров по последовательности.				
5.1	1. Анализ гомологов и функциональные сигналы. Лидерные пептиды и трансмембранные сегменты. Сайты модификации белков (гликозилирование, фосфорилирование и т.п.). Функциональные сайты ДНК. Гены прокариот и эукариот. Сравнительные методы предсказания генов. /Лек/	7	6	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
5.2	2. Поиск РНК с заданной структурой (тРНК и т.п., регуляторные участки мРНК). /Лек/	7	4	Л1.1Л2.1
5.3	1. Аннотирование последовательности (поиск белок-кодирующих областей, поиск функциональных сайтов). Предсказание структурных особенностей белков. Предсказание вторичной и третичной структуры белков по гомологии. /Лаб/	7	4	Л1.1Л2.1
5.4	2. Предсказание параметров спирали ДНК. /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1
5.5	1. Динамическое программирование и динамические модели РНК. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
Раздел 6. Эволюция на уровне молекул.				
6.1	1. Эволюция молекул и организмов (горизонтальный перенос, ортологи, паралоги, деревья генов). Филогенетическое дерево. Модели эволюции. Эволюция на уровне генома. Анализ популяционных данных. /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8



6.2	1. Эволюция молекул и организмов. Филогенетическое дерево как математический объект. Модели эволюции. Алгоритмы построения филогенетических деревьев (матрица расстояний, методы, основанные на матрице расстояний (upgma, neighbour-joining, minimal evolution, топологические инварианты и др.)). Алгоритмические проблемы поиска оптимального дерева, bootstrapping, согласование деревьев. Эволюция на уровне генома (синтения, хромосомные перестройки). Анализ популяционных данных. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
6.3	2. Snp, тандемные повторы, митохондрии и Y-хромосомы, данные по рестрикции. Статистика последовательностей ДНК. Частые и редкие слова (вероятностные проблемы). Статистика ДНК как характеристика генома. Вычислительная геномика. Метаболическая реконструкция (в т.ч. неортологичные замещения). Позиционный анализ. Эволюция регуляторных взаимодействий. Эволюция белковых семейств, их доля в геноме. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1
Раздел 7. Сравнение последовательностей.				
7.1	1. Анализ последовательностей нуклеотидов. Строение молекулы ДНК, упаковка, комплементарность. Гены, регуляторные последовательности. Математические основы выравнивания последовательностей символов. Матрицы аминокислотных замен, парное выравнивание и его оценка, множественное выравнивание, вычислительные ресурсы. Глобальное выравнивание: алгоритм Нидельмана-Вунша. Локальное выравнивание: алгоритм Смита-Ватермана. Другие варианты выравнивания. Статистическая значимость выравниваний. Зависимость выравнивания от параметров. Множественное выравнивание. Применение выравнивания в биоинформатике. /Лек/	7	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
7.2	1. Построение выравниваний, реконструкция филогенетических деревьев (сравнение локальных и глобальных выравниваний, зависимость выравнивания от параметров, оценка статистической значимости). /Лаб/	7	2	Л1.1Л2.1 Э5
7.3	1. Геномная информация. Генетические карты и картирование генома. Основные типы ДНК-маркеров, используемые при картировании генома. Определение нуклеотидных последовательностей, секвенирование ДНК. Определение сиквенса клона. Использование EST-последовательностей. Методы анализа множественной экспрессии генов. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1
7.4	2. Секвенирование белков. Анализ белковой экспрессии методом двумерного фореза в полиакриламидном геле. Глобальное выравнивание последовательностей. Локальное выравнивание последовательностей. Множественное выравнивание последовательностей. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1
7.5	3. Мера сходства биологических последовательностей. Расстояния Хемминга и Левенштайна. Операции редактирования. Вес операций редактирования. Виды штрафов за делеции. /Пр/	7	1	Л1.1Л2.1
7.6	1. Поиск гомологов (интерпретация результатов, сравнение алгоритмов, зависимость от параметров). /Ср/	7	15,5	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8
7.7	Иная контактная работа /ИКР/	7	8,5	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Текущая аттестация: устный опрос, тесты, ситуационные задачи.



Промежуточная аттестация: зачет в виде устного собеседования и тестирования.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример вопросов для устного опроса:

1. Современное определение биоинформатики и биоинженерии.
2. Виды биоинформационной деятельности.
3. Основные направления использования биоинформационных данных.
4. Основы структуры баз данных: записи, поля, объекты.
5. Форматы записи FASTA, BLAST, GenBank, PDB.
6. Что такое парное выравнивание последовательностей?
7. Что такое гомологи, ортологи, паралоги?
8. Дайте определение глобального выравнивания.
9. Дайте определение локального выравнивания.
10. Дайте характеристику методов парного выравнивания.
11. Какой инструмент EMBL-EBI позволяет проводить глобальное выравнивание последовательностей?
12. Перечислите основные этапы проведения локального парного выравнивания белковых последовательностей.
13. Что означают параметры *gap open* и *gap extension* при проведении парного выравнивания?
14. Что такое матрица PAM?
15. Что такое матрица BLOSUM?

Пример ситуационных задач:

1. На конце гена β-гемоглобина имеется следующая последовательность...ctg gcc cac aag tat cac taa. Какова аминокислотная последовательность соответствующая представленной?
2. Изобразите точечную матрицу сходства для последовательностей из генома вируса карликовости пшеницы `ttttcgtgagtgccgaggctttt` против самого себя. Является ли эта последовательность настоящим палиндромом?
3. Нарисуйте все возможные укорененные деревья связывающие три таксона. Сколько таких деревьев можно создать?

Пример тестов для текущего контроля:

1. Мутация, при которой единичная замена основания оставляет аминокислотную последовательность неизменной, называется:
 - а) нонсенс-мутация;
 - б) обратная замена;
 - в) «молчащая» мутация;
 - г) мисенс-мутация.
2. Вырожденность генетического кода – это:
 - а) кодирование одним триплетом только одной аминокислоты;
 - б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;
 - в) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами;
 - г) кодирование одним триплетом разных аминокислот.
3. Универсальность генетического кода – это:
 - а) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот;
 - б) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами;
 - в) кодирование одной аминокислоты одним триплетом;
 - г) наличие единого кода для всех существ на Земле.
4. Для нахождения консервативных регионов в наборе последовательностей применяется преимущественно:
 - а) множественное выравнивание;
 - б) локальное выравнивание;
 - в) глобальное выравнивание;
 - г) структурное выравнивание.
5. Выравнивание – это:
 - а) сравнение последовательностей нуклеотидов с «липкими концами»;
 - б) сравнение аминокислотных последовательностей белков по длине;
 - в) сравнение нуклеотидных последовательностей по длине;
 - г) сравнение последовательностей в поиске идентичных серий символов.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Пример тестов к зачету:

1. Тип выравнивания, где производится сравнение последовательностей целиком: каждый нуклеотид (аминокислота) находит себе пару:
 - а) локальное
 - б) глобальное +



- в) идеальное.
2. Участок ДНК, копии которых удаляются из первичного транскрипта и отсутствуют в зрелой РНК:
- а) экзон
 - б) кодон
 - в) интрон. +
3. Что такое ORF:
- а) районы ДНК, которые начинаются со стоп-кодона
 - б) открытые рамки считывания +
 - в) олигонуклеотидный полиморфизм.
4. Лечение заболеваний, вызванных дефектными белками или отсутствием белка, включает:
- а) диагностику заболеваний
 - б) определение мишеней для выбора медикаментов
 - в) обеспечение организма нормальным белком. +
5. Файл .aln это:
- а) данные выравнивания программы Clustal, в котором записано значение вероятности различия выборок
 - б) данные выравнивания программы Clustal, в котором записаны ряды по-следовательности +
 - в) данные выравнивания программы Clustal, в котором записано значение вероятности сходства выборок.
- Пример вопросов к зачету:
1. Классификация баз данных в биоинформатике.
- Примерный план ответа:
- а) По типу данных;
 - б) По сфере охвата данных;
 - в) По уровню курирования;
 - г) По методу курирования;
 - д) Функции баз данных ДНК;
 - е) Функции геномных баз данных;
 - ж) Примеры баз данных ДНК, РНК, белков.
2. Сервис BLast.
- Примерный план ответа:
- а) Основное назначение;
 - б) Основные инструменты;
 - в) Специальные возможности;
 - г) Этапы поиска;
 - д) Алгоритм Blast.
- ф. Отличия возможностей Megablast от blastn
3. Информационно-поисковая система NCBI.
- Примерный план ответа:
- а) Ключевые элементы;
 - б) Типы идентификаторов RefSeq;
 - в) Формат FASTA;
 - г) Наиболее популярные ресурсы NCBI;
 - д) Характеристика ресурса PubMed.

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 тестов и ситуационных задач. Качество усвоения знаний завершается зачетом.

Оценка устного опроса по вопросам дисциплины:

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.

Критерии оценки решения ситуационной задачи:



5 «отлично» – комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

4 «хорошо» – комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями педагога; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

3 «удовлетворительно» – затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; неполный ответ, требующий наводящих вопросов педагога; выбор тактики действий в соответствии с ситуацией возможен при наводящих вопросах педагога, правильное последовательное, но неуверенное выполнение манипуляций;

2 «неудовлетворительно» – неверная оценка ситуации; неправильно выбранная тактика действий, приводящая к ухудшению ситуации; неправильное выполнение практических манипуляций.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет проводится в два этапа. На первом этапе обучающийся решает 20 тестовых вопросов закрытого типа. На каждый вопрос предлагается несколько вариантов ответа, правильный только один вариант. Продолжительность – 45 минут. Второй этап проводится в виде собеседования по вопросам дисциплины.

Критерии оценки теста:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено на 91-100% (высокий уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено на 81-90% (средний уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций).

Высокий уровень, средний уровень, базовый уровень – «зачтено»; недостаточный уровень – «незачтено».

Отметка «Зачтено» ставится, если студент демонстрирует точное и прочное знание материала в заданном объеме; понимает материал, способен самостоятельно рассуждать и делать умозаключения, основанные на анализе научного психологического знания. Возможны некоторые неточности, но такие, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения.

Отметка «Незачтено» ставится, если студент материалом не владеет, не понимает его, знания поверхностные, отрывочные, студент не способен самостоятельно рассуждать и делать умозаключения, основанные на анализе пройденного материала, допускает серьезные ошибки.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Часовских Н.Ю.	Биоинформатика: учебник (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970455425.html)	Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2020	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Володченкова Л. А.	Биоинформатика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563147)	Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2018	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	сайт создан в 1998 году как сеть для развития карьеры и исследовательских ресурсов в области биоинформатики выпускником Бостонского колледжа. На сегодняшний день в ней более 35 тыс участников и огромное количество информации по биотехнологии. https://www.bioinformatics.org/			
Э2	Сайт Международного общества вычислительной биологии (ISCB). https://www.iscb.org/ismbecb2017			
Э3	Бесплатные онлайн курсы института Биоинформатики https://stepik.org/org/bioinf			



Э4	Сайт журнала "Математическая биология и биоинформатика" является, издающимся по решению Научного совета РАН по математической биологии и биоинформатике. Журнал индексируется службами Scopus, Chemical Abstracts Service (CAS), Российского индекса научного цитирования (РИНЦ), Ulrich's Periodicals Directory, Общероссийском математическом портале Math-Net.Ru. https://www.matbio.org/
Э5	Сайт национального центра биотехнологической информации США https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
Э6	Сайт Фонда Открытой биоинформатики который продвигает разработку программного обеспечения с открытым исходным кодом и открытую науку в сообществе биологических исследований. Он проводит ежегодную конференцию по биоинформатике с открытым исходным кодом (BOSC). https://www.open-bio.org/
Э7	сайт межправительственной организации Европейская лаборатория молекулярной биологии http://www.embl.org
Э8	сайт международной правительственной организации European Bioinformatics Institute фокусирующийся на исследованиях и сервисах биоинформатики https://www.ebi.ac.uk/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

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 и лабораторных занятий в университете аудитория оборудована 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)

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студента на всех занятиях аудиторной формы (лекции, лабораторные и семинарские занятия), планомерную самостоятельную работу. В ходе освоения дисциплины студент расширяет свой опыт, развивает такие общепрофессиональные и профессиональные компетенции как способность и готовность анализировать результаты собственной деятельности для предотвращения профессиональных ошибок; способность к применению системного анализа в изучении биологических систем; целеполагание, планирование, анализ и рефлексия в процессе познания; формирование мышления. Особое значение для усвоения курса имеет подготовка к практическим, лабораторным занятиям и активное участие в работе семинаров. В ходе решения задач постигается значимость теоретических вопросов, приходит понимание тесной взаимосвязи теоретических положений компьютерного анализа медицинских изображений и данных и возможностью интерпретации на их основе экспериментальных данных. К каждому лабораторному занятию студент должен тщательно готовиться. Семинарские занятия организованы так, что на каждом из них каждый студент активно участвует в работе, его знания подвергаются отметке. Поэтому студент заинтересован готовиться к каждому занятию без исключения. Самостоятельная работа направлена на изучение всех тем дисциплины и включает работу в читальном зале библиотеки и в домашних условиях, с доступом к ресурсам Интернет. Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело. Вся система индивидуальной



самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут учебники, монографии, справочники и интернет ресурсы, указанные в списке литературы. Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. В ходе самостоятельной работы студенты разрабатывают доклад и форму презентации изучаемого материала, что способствует увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности. Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках. Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников, что может использоваться не только в рамках данного курса, но и для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе. Промежуточной формой контроля успеваемости студентов является зачет. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на рекомендуемую литературу. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.ru, www.chemnavigator.hotbox.ru.

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 с помощью 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.

