

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Биоинформатика Б1.В.ДВ.06.02

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Медицинская химия

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Акберова Н.И.

**Рецензент(ы):** Балакин К.В.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Киямова Р. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Акберова Н.И. (кафедра биохимии, биотехнологии и фармакологии, Центр биологии и педагогического образования), nakberova@mail.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ современной химии и смежных наук при решении профессиональных задач
ПК-3	Способен анализировать новую научную проблематику, применять методы и средства планирования, организации и проведения научных исследований в выбранной области химии и смежных наук

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применить навыки использования стандартных биоинформационных пакетов программ анализа нуклеотидных, полипептидных и структурных данных для решения собственных исследовательских задач.

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.06.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Медицинская химия)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 22 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 12 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 86 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Биологические базы данных	1	2	2	0	15
2.	Тема 2. Анализ полинуклеотидных и полипептидных последовательностей	1	2	4	0	25
3.	Тема 3. Методы и алгоритмы предсказания структуры белков	1	4	4	0	25
4.	Тема 4. Структурная биоинформатика	1	2	2	0	21

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Итого		10	12	0	86

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Биологические базы данных

Устройство клетки и биоинформатические задачи возникающие при ее исследовании.

Публичные базы данных и инструментарий: NCBI, EBI, KEGG, SwissProt, PDB. Курируемые базы данных. Форматы записей в различных биоинформатических базах данных. Инструменты извлечения информации из баз данных, интерфейс взаимодействия.

### Тема 2. Анализ полинуклеотидных и полипептидных последовательностей

Задачи анализа первичных последовательностей генов и белков. Гомология последовательностей. Выравнивания биологических последовательностей, локальное и глобальное. Методы парного выравнивания. Методы множественного выравнивания, их программная реализация. Молекулярная филогения. Серверы для построения и анализа выравниваний первичных последовательностей

### Тема 3. Методы и алгоритмы предсказания структуры белков

Структура белка: первичная, вторичная, третичная. Экспериментальные методы определения пространственной структуры белков. Биоинформатические методы и алгоритмы предсказания структуры белков: по гомологии, тридинга и ab initio. Протеогеномный подход к проверке предсказаний. Понятие доменов в структуре белков.

### Тема 4. Структурная биоинформатика

Банки структур биологических макромолекул. Формат записей в Protein Data Bank. Визуализация пространственных моделей. Методы молекулярного моделирования конформационного поведения биологических макромолекул, их взаимодействия между собой и различными лигандами. Метод молекулярного докинга, виды докинга и их программная реализация

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полное самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-3 , ПК-1	1. Биологические базы данных 3. Методы и алгоритмы предсказания структуры белков
2	Контрольная работа	ПК-3 , ПК-1	2. Анализ полинуклеотидных и полипептидных последовательностей 4. Структурная биоинформатика
3	Контрольная работа	ПК-3 , ПК-1	3. Методы и алгоритмы предсказания структуры белков
	<b>Зачет</b>	ПК-1, ПК-3	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2 3
		<b>Зачтено</b>			<b>Не зачтено</b>

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Темы 1, 3

Тема 1.

Устный опрос проводится в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы:

- Устройство клетки прокариот и эукариот
- Биоинформатические задачи молекулярной биологии
- Генетический код
- Репликация
- Транскрипция
- Трансляция
- Публичные базы данных, форматы записей, программный инструментарий : NCBI, EBI, KEGG, SwissProt, PDB.
- Как организовать поиск по всем базам данных NCBI?
- Какие разделы входят в GenBank?
- Какие существуют способы доступа к данным в GenBank?
- Как скачать полный геном какого-либо организма?
- Какая информация содержится в базе данных UniProt?

Тема 3.

Устный опрос проводится в форме проблемно-исследовательской беседы, в ходе которой обсуждаются следующие вопросы:

- Методы и алгоритмы предсказания вторичной структуры белков, домены в структуре белков
- Анализ белковой структуры
- Моделирование трёхмерной структуры белка методом гомологии
- Моделирование трёхмерной структуры белка методом тридинга
- Моделирование трёхмерной структуры белка методом ab initio
- Изучение свойств белковых молекул в программах-визуализаторах (VMD, PyMol, Chimera)
- Экспорт pdb-файла и визуализация пространственной структуры биологических макромолекул
- Возможности программ для визуализации пространственных структур биологических макромолекул
- Молекулярный докинг: подходы и программная реализация
- Использование молекулярного докинга в современных биологических исследованиях

**2. Контрольная работа**

Темы 2, 4

Контрольные работы к теме 2

Пример контрольной работы 1

Контрольная работа выполняется на компьютерах с помощью программы Blast.

1. Получите из банка данных последовательности цитохрома С человека, мыши, крысы, быка, дрожжей.
2. Сохраните полученные последовательности в формате, удобном для проведения сравнения этих последовательностей.
3. Проведите попарное выравнивание последовательностей цитохромов С.
4. Сделайте вывод о степени родства организмов на основании сходства последовательностей цитохромов С

Пример контрольной работы 2.

Контрольная работа выполняется на компьютерах с помощью программ предсказания вторичной структуры белка по аминокислотной последовательности (Pfam, Clustal, Mafft, Mega и др).

1. Подготовьте полипептидные последовательности белков, выполняющих одну функцию у разных организмов в fasta-формате ( не менее пяти).
2. Проведите множественное выравнивание с помощью он-лайн программ (не менее трех), сохраните полученное выравнивание в формате clustal.
3. Определите функциональный консенсус (домены, мотивы)
4. Сравните полученные результаты, особо отметьте различия, объясните их причины.

Пример контрольной работы 3.

Контрольная работа выполняется на компьютерах с помощью он-лайн программ множественного выравнивания последовательностей

1. Подготовьте полипептидные последовательности белков, выполняющих одну функцию у разных организмов ( не менее пяти).
2. Проведите множественное выравнивание с помощью он-лайн программы Mafft.
3. Постройте филогенетическое дерево на основании полученного множественного выравнивания. Объясните результат.

Примеры задач для контрольных работ:

1. Какая хромосома коровы содержит участок, гомологичный региону 8q21.12 человеческого хромосома?
2. Мутацией, приводящей к серповидно-клеточной анемии, является единственная замена основания А на Т, приводящая к замене Glu → Val в β-цепи гемоглобина. Замена оснований происходит в последовательности 5'-GTGAG-3' (нормальная) → GTGTG (мутантная) Какая рестриктаза может быть использована для обнаружения этого отличия? Какова ее специфичность?
3. Люди-приматы, к которым относятся человекообразные обезьяны, мартышки, лемуры, тарсиры. На основе кластера гена β-глобина человека, шимпанзе, европейской обезьяны, американской обезьяны, лемура и долгопята получите филогенетическое дерево этих групп.

Контрольные работы к теме 4

Пример контрольной работы 1.

Контрольная работа выполняется на компьютерах с помощью программ-вьюеров (VMD, SPDBV)

1. Получите из Protein Data Bank файл с координатами атомов для ацетилхолинэстераз человека и мыши.
2. Визуализируйте полученные структуры в VMD.
3. Покажите в этих структурах альфа-спирали и бета-слои
4. Сравните структуры ацетилхолинэстераз человека и мыши

Пример контрольной работы 2.

Контрольная работа выполняется на компьютерах с помощью программ из ExPASy Tools и программ-вьюеров (VMD, SPDBV)

1. Получить структуру определенного фермента,
2. Визуализировать пространственную структуру фермента
3. Выделить особенности вторичной структуры, активный центр, сайты связывания,
4. Подобрать к этому ферменту ингибитор и построить его структуру
5. Подготовить структуры лиганда и фермента , провести молекулярный докинг на сервере SwissDock
6. Оценить энергию сродства лиганда к ферменту.

### 3. Контрольная работа

Тема 3

Пример контрольной работы к теме 3

Выполняется с использованием он-лайн сервера SWISSMODEL

1. Получить аминокислотную последовательность катепсина человека (в fasta-формате)
  2. Загрузить последовательность в SWISSMODEL
  3. Выбрать шаблоны для построения моделей пространственной структуры и отправить на предсказание
  - 4 Проанализировать качество предсказанных моделей
  5. Скачать координатный файл лучшей модели и визуализировать пространственную структуру в Молекулярном редакторе,
- Выделить особенности вторичной структуры, активный центр, сайты связывания

#### Зачет

Вопросы к зачету:

Теоретические:

1. Каким открытиям и достижениям в молекулярной биологии, генетике и информатике обязана своим возникновением биоинформатика?
2. Привести характеристики генома человека.
3. Назвать информационные технологии, применяющиеся в биоинформатике.
4. Основные задачи биоинформатики
5. Информационные потоки в биологических самовоспроизводящихся системах

6. Методы распознавания функциональных участков в нуклеотидных последовательностях
7. Методы сравнения первичных структур молекул биополимеров
8. Проблемы филогении геномных последовательностей.
9. Предсказание функций генов.
10. Сравнение геномов
11. Методы предсказания пространственных структур белков
12. Методы моделирования цепей метаболических реакций
13. Алгоритмы сборки геномных последовательностей из фрагментов
14. Подбор праймеров для ПЦР и зондов для гибридизации. Подбор зондов для микрочипов
15. Генетический алгоритм обработки данных, схемы реализации.

Практические:

1. Построение выравнивания двух коротких искусственных последовательностей
2. Построение выравнивания двух нуклеотидных (полипептидных) последовательностей
3. Редактирование выравнивания
4. Выравнивание последовательностей со схожей функцией (возможных гомологов)
5. Выравнивание последовательностей, содержащих участки гомологии
6. Найти последовательность по фрагменту
7. С помощью программы BLAST проведите поиск по банку данных Swiss-Prot для репрессора рибозного оперона RbsR из *Bacillus subtilis* ( как вариант).
8. Сравнить множественное выравнивание, построенное программой ClustalW, с "правильным" выравниванием из BaliBase
9. Оценить консервативность аминокислотных остатков в зоне контакта с функциональным лигандом
10. Составить паттерн по множественному выравниванию
11. Провести поиск по паттерну
12. Найти и описать все известные паттерны в белке
13. Найдите в БД документ, содержащий информацию о белке
14. Построить матрицу переходных вероятностей замен аминокислотных остатков .
15. Дано описание функций белка, название организма, элемент структуры. Получить трехмерное изображение.
16. Поиск сигналов регуляции транскрипции в последовательностях

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
		3	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Акберова, Н.И. Методы молекулярной филогении: учебно-методическое пособие / Н.И. Акберова. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2014. - 26 с. - URL: [http://libweb.ksu.ru/ebooks/01-IFMB/01\\_012\\_000708.pdf](http://libweb.ksu.ru/ebooks/01-IFMB/01_012_000708.pdf)
2. Абатурова, А.М. Нанобиотехнологии : практикум. [Электронный ресурс] / А.М. Абатурова, Д.В. Багров, А.А. Байжуманов, А.П. Бонарцев. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 403 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84101>
3. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Д. Уолкер. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 855 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66244>
4. Козлов, Н.Н. Математический анализ генетического кода. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 226 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66251>
5. Математические методы анализа дискретных структур генетического кода/Гупал В.М. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 334 с. - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=516085>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Сазанов, А. А. Основы генетики [Электронный ресурс] / А. А. Сазанов. - СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2012. - 240 с. - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=445015>
2. Кузнецов, В.В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. [Электронный ресурс] / В.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 498 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66252>
3. Шмид Р., Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. - 2-е изд. (эл). [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 327 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66240>
4. Нефедова, Л.Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.Н. Нефедова. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 104 с. - URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=302262>
5. Стойков, И.И. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие / И.И. Стойков, Г.А. Евтюгин. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. - 236 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Entrez cross-database search page - - [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)  
 Биоинформационные ресурсы для геномики и протеомики - - [www.expasy.org](http://www.expasy.org)  
 Научная электронная библиотека ELibrary - <http://elibrary.ru/>  
 Поисковая библиографическая система ScienceDirect - <http://www.sciencedirect.com/>  
 Программы множественного выравнивания - - [www.genome.jp/tools/clustalw/](http://www.genome.jp/tools/clustalw/)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывайте свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовьте тезисы для выступлений по всем учебным 3 вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращайтесь за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумайте примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.
самостоятельная работа	Главная задача курса направлена на формирование системных навыков, умений и знаний о приоритетных достижениях биологических наук и их комплексного использования в области медицины и фармакологии. Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после лекции затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материала, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непонятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет.
устный опрос	Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях. Основные качества устного ответа подлежащего оценке. 1 Правильность ответа по содержанию (учитывается количество и характер ошибок при ответе). 2 Полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных лексических единиц, грамматических правил и т. п.). 3 Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала). 4 Логика изложения материала (учитывается умение последовательный рассказ, грамотно пользоваться терминологией). 5 Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели). 6 Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе). 7 Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех). 8 Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).
контрольная работа	Контрольные работы по данной дисциплине представлены заданиями двух типов: задачи и тестовые вопросы, при решении которых и ответах на которые студент демонстрирует понимание пройденного материала и навыки работы в статистической среде R и в программе RStudio. Для подготовке к контрольным работам следует выполнить все предлагаемые преподавателем упражнения, а при самостоятельной работе использовать рекомендованные источники и ресурсы
зачет	Подготовка обучающегося к зачету включает в себя три этапа: * самостоятельная работа в течение процесса обучения; * непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса; * подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах/тестах (при письменной форме проведения дифференцированного зачета). Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Биоинформатика" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Биоинформатика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Медицинская химия .