



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

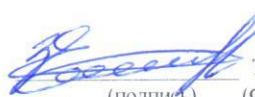
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП «Биология»

  
Зюмченко Н.Е.  
(подпись) (Ф.И.О. рук.ОП)  
« 10 » 07 2019 г.



Зюмченко Н.Е.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 10 » 07 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Биоинформатика»**

Направление подготовки — 06.03.01 «Биология»

Форма подготовки очная

Курс 4, семестр 7  
лекции – 36 часов,  
практические (семинарские) занятия – 18 часов,  
лабораторные работы -  
в том числе с использованием МАО – лек. 9 / пр. 9 час.  
в том числе в электронной форме - нет.  
всего часов аудиторной нагрузки – 54 час.  
в том числе с использованием МАО – 18 час.  
в том числе контролируемая самостоятельная работа - нет.  
в том числе в электронной форме - нет.  
самостоятельная работа – 90 час.  
в том числе на подготовку к экзамену – 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект – нет.  
зачет – нет.  
экзамен - 7 семестр.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта высшего образования ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ от 07.07.2015 № 12-13-1282.  
Рабочая программа обсуждена на заседании Кафедры клеточной биологии и генетики ШЕН протокол № 16 от 10.07.2019г.

Врио заведующего кафедрой – доцент Н.Е. Зюмченко.  
Составитель: ассистент С.И. Титов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 2 из 55

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 3 из 55

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Биоинформатика»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ДВФУ по направлению «Биология». Дисциплина предназначена студентам 4-го курса и реализуется в рамках учебного цикла Б1.В – дисциплины, вариативная часть.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 часа). Учебным планом предусмотрены лекции (36 часов) и практические занятия (18 часов), самостоятельная работа (90 часов, в том числе 36 часов на подготовку к экзамену).

Биоинформатика является необходимой биологической дисциплиной. В настоящее время наблюдается тенденция все большего движения биологии в сторону точных наук, и математика все более глубоко интегрируется во все области биологической науки. Биоинформатика призвана расширить методологический арсенал студентов и научить их пользоваться мощными и современными инструментами, появившимися благодаря внедрению информационных технологий в биологическую науку. В связи с широким развитием новых методов агрегации, хранения и автоматизированной обработки информации, умение применять эти методы дает огромное преимущество в эффективности научной работы.

Изучение биоинформатики связано с другими дисциплинами ОС. Предшествующие дисциплины: математика, физика, общая биология, цитология, генетика и селекция, биохимия и молекулярная биология.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 4 из 55

**Цель освоения дисциплины «Биоинформатика»** - научить студентов использовать современные эффективные информационные ресурсы в биологии.

**Задачи:**

- ознакомить студентов с современным состоянием биоинформатики как науки и обозначить ее актуальные задачи, основные успехи и перспективы;
- разъяснить основные принципы хранения и извлечения научной информации;
- научить студентов использовать информационные ресурсы для решения задач молекулярной биологии и эволюционной генетики.

В результате освоения курса у студента формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные **компетенции**:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знает	основные принципы, задачи, цели и инструменты вычислительной биологии и биоинформатики
	Умеет	получать и обрабатывать биологические данные в соответствии с современными требованиями к проведению и представлению научных экспериментов, применяя методы вычислительной биологии и биоинформатики
	Владеет	навыками планирования, организации и проведения биологических экспериментов и исследований наиболее эффективно, соответствии с современными требованиями в данной области, получая достоверные и репрезентативные результаты
ОПК-7 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	Знает	основные принципы организации и реализации биологической информации, понимает смысл центральной догмы молекулярной биологии
	Умеет	работать с биологическими базами данных
	Владеет	методам анализа биологической информации – работы с последовательностями нуклеиновых кислот и белков
ПК-6 Способность применять современные методы	Знает	Принципы сбора и анализа материала и проведения биологических экспериментов – организацию выборок и контрольных групп

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 5 из 55

обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	Умеет	Использовать математические и компьютерные инструменты и методы для анализа материала
	Владеет	Современными методами вычислительной биологии для правильной интерпретации результатов полевых сборов, проведенных экспериментов и др.
ПК-16 Способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	Знает	Основные возможности современных информационных ресурсов, которые могут быть применены в биологических науках
	Умеет	Эффективно и оптимально использовать возможности современных информационных ресурсов для решения биологических задач, в частности, использовать компьютерные технологии для биоинформационных расчетов
	Владеет	Навыками применения современных информационных ресурсов в проводимой научной работе

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Биоинформатика» применяются следующие **методы активного/интерактивного обучения:**

Лекционные занятия:

1. Лекция-визуализация;
2. Лекция-беседа.

Практические работы:

1. Семинар-диспут;
2. Семинар-практикум.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 6 из 55

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лекции (36 ч)**

**Тема 1. Задачи и методы биоинформатики (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-беседа)

- 1) История появления и развития биоинформатики
  - а. Появление термина «биоинформатика»
  - б. История развития методов в биологической науке.
  - в. Проект «Геном человека». Роль биоинформатики в его продвижении.
  - г. Тенденция становления биологии как точной науки.
  - д. Современное состояние биоинформатики: успехи, перспективы, актуальные и нерешенные задачи
  
- 2) Области интереса, задачи и методы биоинформатики
  - а. Актуальность биоинформатики
  - б. Связь биоинформатики с другими современными разделами биологии
  - в. Близкие и смежные дисциплины: вычислительная биология, математическая биология; отличия от «biological computations» (биологических вычислений)
  - г. Цели и задачи биоинформатики
  - д. Области интересов биоинформатики:
    - Biomedical text mining (автоматизированная разработка научных текстов)
    - Анализ первичных последовательностей биологических молекул (сиквенсов), выравнивание
    - Молекулярная филогенетика.
    - Аннотация генов, онтология генов, профили экспрессии

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 7 из 55

- Биология генных регулятивных сетей и сигнальных путей.  
Понятие интерактомы.
- Биоинформатика структур. Фолдинг.
- Анализ изображений. Распознавание образов.

### **Проблемные вопросы:**

- 1) Круг нерешенных задач, которые стоят перед биоинформатикой в современном научном мире.
- 2) Попытка прогноза: какие новые задачи могут встать перед биоинформатикой с учетом вектора развития современной биологической науки?

## **Тема 2. Фундаментальные принципы молекулярной биологии (4 ч) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)**

- 1) Биологическая классификация и номенклатура.
  - а. История становления современной таксономии.
  - б. Использование последовательностей для определения филогенетических взаимосвязей.
  - в. Молекулярная филогенетика. Кладистика.
- 2) Центральная догма молекулярной биологии. Генетический код
  - а. Молекулярно-генетический уровень организации жизни.  
Фундаментальная основа жизни.
  - б. Центральная догма молекулярной биологии. Значение, смысл и реализация биологической информации.
  - в. Транскрипция. Трансляция
  - г. Понятие генома и организация генома. Различия в организации генома прокариот и эукариот

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 8 из 55

д. Генетический код. Свойства кода: универсальность, триплетность, вырожденность. Особенности генетического кода у разных групп живых организмов.

е. Расширенный генетический код и белковая инженерия.

### 3) Геномика и секвенирование.

а. Краткая история и суть метода секвенирования.

б. Сборка сиквенсов последовательностей.

в. Секвенирование целых геномов организмов.

г. Идентификация, предсказание и аннотация генов.

### 4) Изменчивость, мутации, нуклеотидные замены.

а. Мутагенез. Причины появления мутаций и механизмы их закрепления в геноме.

б. Транзиции и трансверсии.

в. Синонимичные и несинонимичные замены.

г. Вставки (инсерции), делеции, инверсии.

д. Реорганизация генома.

е. Эволюция нуклеотидной последовательности.

ж. Эпигенетические факторы изменчивости.

### 5) Принципы молекулярной эволюции.

а. Естественный отбор и неodarвинизм.

б. Закрепление мутаций в популяции.

в. Концепция молекулярных часов

г. Нейтральная теория молекулярной эволюции

д. Противоречие и взаимодополняемость концепции молекулярных часов и нейтральной теории молекулярной эволюции.

е. Эволюционная систематика. Эволюционный анализ.

### 6) Гомологичные и сходные признаки; дивергенция и конвергенция.

а. Примеры конвергенции в природе.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 9 из 55

б. Идиоадаптации и экологическая радиация.

**Проблемные вопросы:**

- 1) Проблема необходимости обновления эволюционной парадигмы в связи с развитием эволюционной молекулярной филогенетики и новых данных из области молекулярной эволюции и эпигенетики.
- 2) Синтетическая теория эволюции и ее современное состояние.
- 3) Проблема конфликта кладистики и классической таксономии.

**Тема 3. Теория поиска информации (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

- 1) Теория поискового индексирования информации
  - а. Основные формы организации информации в компьютерных сетях
  - б. Понятие «метаданных». Разновидности и формы представления метаданных.
- 2) Поисковые операторы, способы расширенного поиска
  - а. Булевы операторы
  - б. Основные разновидности логических операторов для построения расширенных поисковых запросов.
  - в. Синтаксис поиска. Интерпретация запросов поисковыми системами.
  - г. Регулярные выражения.
  - д. Стоп-слова (шумовые слова).
- 3) Поисковые системы
  - а. Порядок работы поисковой системы
  - б. Работа поисковых роботов («пауков», crawlers).
  - в. Методы оптимизации работы поисковых роботов.
  - г. Карты сайта, ключевые слова, файл ограничения доступа роботам (стандарт исключения для поисковых роботов).

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 10 из 55

- д. Политика поисковых роботов (селективность, повторное посещаемость, «добросовестность», координация).
  - е. Другие разновидности вспомогательных поисковых программ
  - ж. Индексирование
  - з. Поиск. Поисковая выдача информации. Рейтинг в поисковой выдаче.
  - и. Метапоисковые системы.
  - к. Направленные (фокусированные) поисковые системы. Академические поисковые роботы. Использование поисковыми роботами машинного обучения с подкреплением.
- 4) Организация баз данных, системы доступа в базы данных.
- а. Организация баз данных.
  - б. Системы управления базами данных (СУБД).
  - в. Различие между классической базой данных и «базой знаний».
  - г. Экспертные системы. Автоматические умозаключения (рассуждения).
  - д. Автоматические доказательства (интерактивное доказательство теорем).
  - е. Искусственный интеллект в системе функционирования баз знаний.
  - ж. Системы баз знаний. Системы вывода (построение логического вывода).

### **Проблемные вопросы:**

- 1) Проблема сочетания классической логики, нечеткой логики и логики высшего порядка в работе систем баз знаний.
- 2) Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в работе систем баз знаний.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 11 из 55

- 3) Различия в распознавании различных операторов поиска разными поисковыми системами.
- 4) Сравнение возможностей и функционала разных поисковых систем.

**Тема 4. Доступ в архивы научной информации (8 ч)** (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

- 1) Базы данных последовательностей нуклеиновых кислот.
- 2) Геномные базы данных.
- 3) Протеомные базы данных
  - а. Базы данных последовательностей белков
  - б. Базы данных структур
  - в. Базы данных по экспрессии и протеомике.
- 4) Банки данных метаболических путей
- 5) Основные базы данных по научной литературе и системы доступа в них.
  - а. Иерархия наиболее популярных библиографических баз данных и информационных организаций: кто есть кто.
  - б. Крупнейшие научные издательства. Springer. Thompson Reuters, Elsevier.
  - в. PubMed. Highwire.
  - г. Русскоязычные ресурсы.
- 6) Базы по цитированию академической литературы.
  - а. Scopus
  - б. Web of Knowledge
  - в. Индексы цитирования научной литературы. Импакт-фактор статей и журналов.
- 7) Программы-менеджеры цитирования (системы управления библиографической информацией).

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 12 из 55

- а. Актуальность использования и сферы применения систем управления библиографической информацией.
- б. Локальные программы для управления библиографической информацией
- в. Онлайн-системы управления библиографической информацией

### **Проблемные вопросы:**

- 1) Проблема путаницы в иерархии различных баз данных и поисковых систем. Кто кому принадлежит, и кто кем управляет?
- 2) Проблема взаимной интеграции различных баз данных по разным областям молекулярно-биологического знания.
- 3) Проблема доступа к полнотекстовым версиям научных статей.
- 4) «Кабинетное исследование»: агрегация, компиляция, анализ и синтез научной информации. Как сделать научное открытие, не отходя от компьютера?

## **Тема 5. Выравнивание первичных последовательностей биомолекул (12 ч)**

(с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)

- 1) Динамическое программирование. Построение и использование точечных матриц сходства.
  - а. Алгоритмы выравнивания двух последовательностей. Общие принципы динамического программирования при выравнивании последовательностей.
  - б. Принцип матрицы точек (точечная матрица сходства)
  - в. Алгоритмы Нидлмана – Вунша и Смита – Уотермена.
  - г. Глобальное и локальное выравнивание.
  - д. Мера сходства последовательностей. Система очков и штрафов при выравнивании: схемы оценки.
  - е. Получение матриц аминокислотных замен.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 13 из 55

- ж. Взвешивание инсерций и делеций. Учет отсутствующей информации.
  - з. Множественные выравнивания
  - и. Вариации и обобщения выравниваний.
  - к. Приближенные методы для быстрого поиска в базах данных.
- 2) Использование компьютерных программ для выравнивания аминокислотных и нуклеотидных последовательностей
- а. Программы для построения точечных матриц сходства.
  - б. Программы для множественного выравнивания аминокислотных и нуклеотидных последовательностей по базам данных.
  - в. BLAST (Basic Local Alignment Search Tool)
  - г. Профили и скрытые марковские модели.
- 3) Молекулярная филогенетика. Филогенетический анализ
- 4) Оценка генетических дистанций. Эволюционные модели. Построение филогенетических деревьев.
- а. Наблюдаемые, истинные и расчетные дистанции.
  - б. Эволюционные модели и дистанции между нуклеотидными последовательностями:
  - в. модель Джукса-Кантора
  - г. Модель Кимуры
  - д. Модель Таждимы-Неи
  - е. Другие эволюционные модели
  - ж. Гамма-дистанции
  - з. Сравнительный анализ различных моделей
  - и. Аминокислотные дистанции, матрицы вероятностей аминокислотных замен.
- 5) Филогенетический анализ в таксономии. Кладистика.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 14 из 55

- а. Дистанционные методы построения филогенетических деревьев
- б. Методы анализа дискретных признаков
- в. Статистическая оценка дерева, бутстреп-анализ
- г. Фенетика и кладистика

### **Проблемные вопросы:**

- 1) Проблема соотношения расчетных и истинных эволюционных дистанций. Возможна ли принципиальная возможность определения истинной эволюционной дистанции?
- 2) Опыты по искусственной эволюции и их роль в молекулярной филогенетике.

### **Тема 6. Протеомика и моделирование трехмерной структуры биомолекул (6 ч) (с использованием метода активного обучения: лекция-визуализация)**

- 1) Формирование белками трехмерной структуры, фолдинг (сворачивание белков)
  - а. Первичная структура белков и вторичная структура белков
  - б. Третичная и четвертичная структура белков
  - в. Стабилизация третичной структуры белков: гидрофобность и гидрофильность,
- 2) Стабильность структуры белков. Денатурация. Изоформы белков.
  - а. Графические представления для описания разрешенных конформаций основной цепи
- 3) Структурные выравнивания
- 4) Предсказание и моделирование трехмерной структуры белков
  - а. Моделирование по гомологии
  - б. Распознавание паттерна фолдинга
  - в. Вычисление конформационной энергии и молекулярная динамика

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 15 из 55

#### г. Предсказание функций белка

##### **Проблемные вопросы:**

- 1) Проблема фолдинга белков как одна из актуальных задач современной биологии
- 2) Обратная задача расшифровки структуры белков.
- 3) Альтернативный сплайсинг: соотношение количества белок-кодирующих генов в геноме и истинного разнообразия белков и их изоформ.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 ч)**

**Занятие 1. Теория и практика поиска информации (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-диспут)

- 1) Принципы индексирования информации и поиска в сети Интернет.
- 2) Практическое использование поисковых операторов, составление эффективных запросов
- 3) Контрольная работа (тестирование) по теме «Основные принципы молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии»

**Занятие 2. Контрольно-практическая работа по теме «Теория и практика поиска и индексирования информации» (2 ч)**

**Занятие 3. Системы управления библиографической информацией (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

- 1) Использование программ-менеджеров цитирования. EndNote, Mendeley, Dosear и другие.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 16 из 55

- 2) Интеграция локального программного обеспечения для управления библиографической информацией с онлайн-системами поиска научной литературы и базам по цитированию

**Занятие 4. Системы управления библиографической информацией (продолжение) (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

- 1) Создание и организация персональных баз данных по научной литературе
- 2) Совместная интеграция различных систем по научной литературе, экспорт и конвертация данных.

**Занятие 5. Выравнивание последовательностей биомолекул (4 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

- 1) Использование программного обеспечения для выравнивания биологических последовательностей.
- 2) Программное обеспечение для анализа нуклеотидных последовательностей.

**Занятие 6. Филогенетический анализ (2 ч)** (с использованием метода активного обучения: семинар-практикум)

- 1) Дистанционный метод построения филогенетических деревьев
- 2) Методы анализа дискретных признаков
- 3) Статистическая оценка дерева, бутстреп-анализ
- 4) Программное обеспечение для анализа нуклеотидных последовательностей
- 5) Контрольно-практическая работа (тестирование) по теме «Выравнивание последовательностей биологических молекул»



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 17 из 55

**Занятие 7. Контрольно-практическая работа по теме «Выравнивание биомолекул и филогенетический анализ» (2 ч)**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 18 из 55

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биоинформатика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование;

ПР-1 – письменный (или компьютерный) тест;

ПР-2 – контрольные работы.

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Тема 1. Задачи и методы биоинформатики	ОПК-1 ОПК-7 ПК-16	Знание Умение Владение	УО-1	УО-1 вопр. к зач. №№ 1,2
2.	Тема 2. Фундаментальные принципы молекулярной биологии	ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 3-9
3.	Тема 3. Теория поиска информации	ОПК-1 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 10-12

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 19 из 55

4.	Тема 4. Доступ в архивы научной информации	ОПК-1 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 13-15
5.	Тема 5. Выравнивание первичных последовательностей биомолекул	ОПК-1 ОПК-7 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 16-33
6.	Тема 6. Протеомика и моделирование трехмерной структуры биомолекул	ОПК-1 ОПК-7 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 34-39

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Леск, А. Введение в биоинформатику (пер. с англ.), 2-е издание // – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. – 318 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797691&theme=FEFU>
2. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. Учебное пособие // М.: Бином, 2009. 256 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:299205&theme=FEFU>
3. Порозов, Ю. Б. Биоинформатика [Электронный ресурс] / Ю. Б. Порозов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 54 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65798.html>

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 20 из 55

### Дополнительная литература

1. Каретин, Ю.А. Синергетика. Курс лекций для биологов // Изд-во Дальневосточного университета, 2008. 259 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:262992&theme=FEFU>

2. Картавец, Ю.Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика учебное пособие для вузов // Изд-во Дальневосточного университета, 2009. 277 с. Режим доступа: <http://ini-fb.dvgu.ru/scripts/refget.php?ref=/ukazatel/kartavtsev/kartavtsev54.pdf>

3. Марри, Р., Греннер, Д., Мейес, П. Биохимия человека (пер. с англ. М. Д. Гвоздовой, Р. Б. Капнер, А. Л. Остермана) // М: Мир БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 414 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:277694&theme=FEFU>

4. Петри А., Сэбин К.. Наглядная медицинская статистика [учебное пособие для вузов] (пер. с англ. В. П. Леонова.) // Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. 215 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:816955&theme=FEFU>

5. Спиринов, А. С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. Учебник для вузов по биологическим специальностям // М: Академия, 2011. 498 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:669007&theme=FEFU>

6. Уилсон, К., Уолкер, Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии (пер. с англ. Мосолова, Т. П., Бозелек-Решетняк, Е. Ю.) // (гл. ред. Гиляров, М.С.). М.: Бином, 2012. 848 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:705602&theme=FEFU>

7. Хаубольд, Б., Вие, Т. Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход (пер. с англ. Чудов, С. В.) / М.: Изд-во Института компьютерных исследований «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. 455 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:673149&theme=FEFU>

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 21 из 55

8. Царик, Г. Н., Ивойлов, В. М., Полянская, И. А. Информатика и медицинская статистика / Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. 302 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:842407&theme=FEFU>

9. Online Resource Centre: Lesk: Introduction to Bioinformatics (страница вспомогательных ресурсов к книге Артура Леска «Введение в биоинформатику») // Internet: <http://global.oup.com/uk/orc/biosciences/bioinf/leskbioinf3e/>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://rosalind.info/problems/locations/> - ресурс для самостоятельного изучения биоинформатики Rosalind.
2. <http://bioinformatics.ru/> - сайт Bioinformatics.ru «Биоинформатика, программирование и анализ данных» .
3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - сайт Национального Центра биотехнологической информации NCBI.
4. <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> - BLAST: Basic Local Alignment Search Tool.
5. <http://www.mendeley.com/> - Mendeley: Free reference manager and PDF organizer; программа-библиотекарь.
6. <http://www.ebi.ac.uk> - сайт Европейского института биоинформатики
7. <http://www.scopus.com> – библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus
8. <http://thomsonreuters.com/thomson-reuters-web-of-science/> библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 22 из 55

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. При осуществлении образовательного процесса студенты используют программное обеспечение: Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word и др.), Statistica, электронные ресурсы сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

2. Библиографическая база данных и индекс цитирования Scopus, библиографическая база данных и индекс цитирования Web of Science, поисковая система, генный банк и пакет онлайн-программ NCBI, научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система "Znanium", электронная библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО" доступа к образовательным ресурсам доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 23 из 55

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе изучения дисциплины «Биоинформатика» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания: лекция, практические занятия, контрольные работы, тестирование, самостоятельная работа студентов.

### **Лекции**

**Лекция** - основная активная форма проведения аудиторных занятий, разъяснения основополагающих и наиболее трудных теоретических разделов основ биоинформатики, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента и особенно важна для освоения предмета. Лекция всегда должна носить познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать главную информацию, желательно собственными формулировками, что позволяет лучше запомнить материал. Конспект является полезным тогда, когда он пишется самим студентом.

В лекции преподаватель дает лишь небольшую долю материала по тем или другим темам, которые излагаются в учебниках. Кроме того, преподаватель информирует студентов о том, какие дополнительные сведения могут быть получены по обсуждаемым темам, и из каких источников. Поэтому при работе с конспектом лекций всегда необходимо использовать основные учебники, дополнительную литературу и другие рекомендованные источники по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

Для изложения лекционного курса по дисциплине «Биоинформатика» в качестве форм активного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, которые строятся на базе знаний, полученных студентами в

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 24 из 55

рамках предшествующих курсу предметов. Для иллюстрации словесной информации применяются электронные презентации, таблицы, схемы на доске. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные вопросы или вопросы с элементами дискуссии.

### **Лекция – визуализация**

Чтение лекции сопровождается показом таблиц, электронных презентаций, видео-файлов – подобное комбинирование способов подачи информации существенно упрощает ее освоение студентами. Словесное изложение материал должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем на доске, таблицах, слайдах, позволяет формировать проблемные вопросы, и способствуют развитию профессионального мышления будущих специалистов

### **Лекция - беседа**

Лекция-беседа, или как еще в педагогике эту форму обучения называют «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной формой активного обучения и позволяет вовлекать студентов в учебный процесс, так как возникает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного или информационного характера или когда им предлагается самим задать преподавателю вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ; другой может его дополнить. В ходе учебного процесса это позволяет выявить наиболее активных студентов и активизировать тех, которые не участвуют в активной работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь студентов в работу, активизировать их внимание, мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала,



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 25 из 55

а также определять наиболее интересующие студентов темы, с целью возможной корректировки формы преподаваемого материала.

### **Практические и семинарские занятия**

Практические занятия - коллективная форма рассмотрения учебного материала. Семинарские занятия, которые так же являются одним из основных видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проходящие в интерактивном режиме. На занятиях по теме семинара разбираются вопросы и затем вместе с преподавателем проводят обсуждение, которое направлено на закрепление обсуждаемого материала, формирование навыков вести полемику, развивать самостоятельность и критичность мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины.

В случае, когда студентам необходимо подготовить доклады по определенной тематике, студенты могут выбирать интересующие их темы и составлять доклады как индивидуально, так и в группах по 2-3 человека. Подобная групповая работа также способна стимулировать общее обсуждение тем, затрагиваемых на семинарах, улучшает производительность труда студентов и увеличивает степень вовлеченности в предмет.

В качестве методов активного обучения используются на семинарских занятиях: семинар-пресс-конференция, развернутая беседа, семинар-диспут.

Также на практических занятиях осуществляется решение практических задач, разбор на реальных практических примерах методики использования различных биоинформационных инструментов. Для осуществления части занятий необходимо проводить их в компьютерном классе. Преподаватель демонстрирует необходимый материал на собственном компьютере через проекционное оборудование и дает студентам задание, которые выполняют его каждый на отдельном компьютере в классе.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 26 из 55

**Развернутая беседа** предполагает подготовку студентов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы. Доклады готовятся студентами по заранее предложенной тематике с предоставлением списка вопросов и тем для обсуждения.

**Семинар-диспут** в группе имеет ряд достоинств. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции.

**Семинар-пресс-конференция.** Преподаватель поручает группам студентов подготовить краткие доклады. Затем участники групп делают доклад. После доклада студенты задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов разворачивается творческая дискуссия вместе с преподавателем. При данном типе активности основная инициатива принадлежит студентам.

**Семинар-практикум.** Данное практическое занятие имеет своей целью продемонстрировать и обучить студентов различным практическим навыкам.

### **Методические указания по подготовке к практическим работам и их выполнению**

К практическим работам студент должен подготовиться: повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел по теме в учебнике.

Занятие начинается с краткого устного опроса по заданной теме.

По окончании занятия может быть выдано домашнее задание по новой теме.

Ответы на вопросы, выступления и активность студентов на занятии оцениваются текущей оценкой.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 27 из 55

На практических занятиях осуществляется решение практических задач, разбор на реальных практических примерах методики использования различных биоинформационных инструментов. Для осуществления части занятий необходимо проводить их в компьютерном классе. Преподаватель демонстрирует необходимый материал на собственном компьютере через проекционное оборудование и дает студентам задание, которые выполняют его каждый на отдельном компьютере в аудитории.

### **Контрольные тесты**

Текущий контроль усвоения материала оценивается по устным ответам, контрольным работам, а также по основным темам курса проводится в виде бумажного тестирования.

Из оценок практических, контрольных работ и тестирования в основном складывается оценка промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и прочие варианты.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

### **Методические указания по подготовке к контрольным работам**

По отдельным темам на практических занятиях могут проводиться контрольные работы, контрольно-практические работы или тестирование. К контрольной работе (тестированию) студент должен подготовиться особенно

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 28 из 55

тщательно, так как полученная оценка идет в рейтинг. Необходимо еще раз повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел в учебнике, вспомнить семинарскую дискуссию. Для хорошего запоминания формул, схем, терминов их нужно прописать несколько раз на бумаге. Если предполагается решение задач, полезно заранее проработать аналогичные.

В контрольной работе теоретические вопросы должны быть освещены кратко, но достаточно полно. В ответе должно содержаться определение явления, процесса, структуры, перечисление наиболее характерных признаков или свойств явления, процесса, структуры. Приветствуется схематизация ответа в виде рисунка с указанием деталей и связей. Контрольно-практические задания, как правило, выполняются на компьютере и заключаются в выполнении заданий, аналогичным разбираемым на практических занятиях.

### **Критерии оценки контрольных работ**

**Контрольная работа (тест)** является письменной или электронной формой контроля текущего усвоения материала по большому разделу (теме) дисциплины, оценивает усвоение терминов, основных понятий, методов, способности решать практические задачи.

#### Критерии оценки контрольной работы (теста):

Контрольные работы оцениваются долей выполненной работы от объема всего задания.

5 баллов выставляется студенту, если он выполнил 86-100 % всего объема задания.

4 балла выставляется за выполнение 76-85 % всего объема задания.

3 балла выставляется за выполнение 61-75 % всего объема задания.

2 балла выставляется за выполнение 50-61 % всего объема задания.

1 балл выставляется за выполнение менее 50 % всего объема задания.

0 баллов выставляется при отсутствии связных ответов на вопросы контрольной работы.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 29 из 55

Тестирования и контрольные работы проводятся в часы, отведенные на практические занятия.

### **Критерии оценки устного ответа, коллоквиумов**

Оценка устного выступления студента на практическом занятии (семинаре, коллоквиуме) производится в баллах от 0 (неудовлетворительно) до 3 (отлично).

Оценка «3 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

«2 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускает одну - две ошибки в ответах.

«1 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.

«0 баллов» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы не дает ответа, или же его ответы демонстрируют, он что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускает серьезные ошибки в содержании ответа.

**Контрольное собеседование (зачет и экзамен)** студента с преподавателем также имеет большое значение для формирования итоговой оценки.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 30 из 55

### **Критерии экзаменационной оценки**

Оценка «5» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом и не допускает ошибок при ответе на вопросы экзаменационного билета, кроме того легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «4» ставится тогда, когда студент знает весь изученный материал; но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, которые задает преподаватель, но при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «3» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменационного билета, плохо отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится тогда, когда студент не владеет материалом изучаемой дисциплины и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

### **Методические указания по работе с литературой**

1. Студентам предлагается составить первоначальный список источников. Также список может быть предоставлен преподавателем, при необходимости, набор литературы может быть ограничен этим списком. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде электронной базы данных в программе-библиотекаре, например, Mendeley. Такая база данных имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, выполнять поиск, составлять библиографические списки по требуемым шаблонам и многое другое. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 31 из 55

электронный каталог библиотеки ДВФУ, а также электронные ресурсы и базы данных, к которым предоставляет доступ библиотека ДВФУ.

2. Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционная аудитория с мультимедийным обеспечением (проектор, экран).
2. Аудитория для проведения практических занятий и тестирования.
3. Компьютерный класс с количеством компьютеров, соответствующим количеству студентов. Компьютеры должны быть оснащены программами Microsoft Word, Microsoft Excel, Statistica и иметь доступ к ресурсам Scopus и Web of Science.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 32 из 55

## Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

**по дисциплине «Биоинформатика»**

Направление подготовки –06.03.01 «Биология»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2019



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 33 из 55

Самостоятельная работа студента включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций;
- 2) самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- 2) подготовку к практическим занятиям;
- 3) подготовку к контрольным работам и тестированию;
- 4) выполнение домашних заданий;
- 5) подготовку к экзамену и зачету.

Порядок выполнения самостоятельной работы должен соответствовать календарно-тематическому плану дисциплины, в котором установлена последовательность проведения лекций, практических занятий и контрольных мероприятий.

### Календарно-тематический план дисциплины «Биоинформатика»

Мо - дул и	№ неде ли	Дата	Лекции	Практические работы. Тестирования.
	1		Тема 1. Задачи и методы биоинформатики (2 ч)	Практическая работа № 1: Теория и практика поиска информации. Тестирование №2
	2-3		Тема 2. Фундаментальные принципы молекулярной биологии (2 ч)	Практическое занятие № 2: Теория и практика поиска информации.
	4-5		Тема 3. Теория поиска информации (2 ч)	Практическая работа № 2: Контрольно-практическая работа по теме «Теория и практика поиска и индексирования информации»

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 34 из 55

6-7	Тема 4. Доступ в архивы научной информации (4 ч) 1) Базы данных последовательностей нуклеиновых кислот. 2) Геномные базы данных. 3) Протеомные базы данных 4) Банки данных метаболических путей	Практическая работа № 3: Системы управления библиографической информацией
8-9	1) Основные базы данных по научной литературе и системы доступа в них. 2) Базы по цитированию академической литературы. 3) Программы-менеджеры цитирования (системы управления библиографической информацией).	Практическая работа № 3: Системы управления библиографической информацией (продолжение).
10-12	Тема 5. Выравнивание первичных последовательностей биомолекул (4 ч) 1) Динамическое программирование. Построение и использование точечных матриц сходства. 2) Использование компьютерных программ для выравнивания аминокислотных и нуклеотидных последовательностей	Практическая работа № 4: Выравнивание последовательностей биомолекул.
14-15	1) Молекулярная филогенетика. Филогенетический анализ 2) Оценка генетических дистанций. Эволюционные модели. 3) Построение филогенетических деревьев. 4) Филогенетический анализ в таксономии. Кладистика.	Практическая работа № 1: Выравнивание последовательностей биомолекул. Контрольно-практическая работа «Выравнивание последовательностей биомолекул».
16-18	Тема 6. Протеомика и моделирование трехмерной структуры биомолекул (4 ч) 1) Формирование белками трехмерной структуры, фолдинг (сворачивание белков) 2) Стабильность структуры белков. Денатурация. Изоформы белков.	Практическая работа № 5: Филогенетический анализ

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 35 из 55

		1) Структурные выравнивания 2) Предсказание и моделирование трехмерной структуры белков	Практическая работа № 6: Филогенетический анализ.
--	--	---	--

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Биоинформатика»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
<b>7 семестр</b>				
1	1 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к контрольной работе	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ
2	2 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ, тестирование
3	3 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка к практическим занятиям, контрольной работе	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
4	4 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ
5	5 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций Подготовка к контрольной работе	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
6	6 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ, выполнение контрольно-практической работы
7	7 неделя	Работа с литературой	3 часа	Работа на

		и конспектом лекции		практическом занятии, устный ответ.
8	8 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций,	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
9	9 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
10	10 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
11	11 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
12	12 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций, подготовка домашнего задания	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
13	13 неделя	Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
14	14 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ. Оценка домашнего задания. Выполнение контрольной работы
15	15 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 37 из 55

		Подготовка домашнего задания.		
16	16 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка домашнего задания.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ. Оценка домашнего задания.
17	17 неделя	Работа с литературой и конспектом лекций. Подготовка домашнего задания.	3 часа	Работа на практическом занятии, устный ответ.
18	18 неделя		3 часа	Оценка домашнего задания.
	Экзаменационная сессия	Подготовка к экзамену.	36 часов	Итоговое собеседование / экзамен

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических работ (устный опрос), проверки домашних заданий и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме экзамена.

### **Задания для самостоятельного выполнения**

**Задание №1:** Составление и организация тематической персональной базы данных по научной литературе в программе-менеджере цитирования (программе-библиотекаре).

Студентам предлагается составить свою собственную базу данных по научной литературе из 20 (или большего количества) записей в одной из программ-библиотекарей (reference management software). По умолчанию предлагается воспользоваться программой Mendeley.

### **Методические указания по выполнению домашнего задания №1**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 38 из 55

Необходимые для выполнения данного домашнего задания навыки студенты получают на практических занятиях, где на ряде примеров демонстрируются порядок работы и функционал соответствующих программ. Для использования программы Mendeley необходимо зарегистрироваться на сайте <http://www.mendeley.com/>, скачать и установить программу (бесплатно).

Поиск литературы по тематике можно производить в основных базах данных по научной литературе биологического направления, например, MEDLINE через PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Scopus (<http://www.scopus.com/>) или Web of Science (<http://wokinfo.com/>). Доступ к поиску в базах Scopus и Web of Science является несвободным (по подписке) и может быть осуществлен с компьютеров ДВФУ или при подключении через сеть Университета. Доступ в MEDLINE является свободным.

Наиболее простой способ добавления статей в базу Mendeley возможен при установке официального дополнения для web-браузера, которое добавляет кнопку на панель закладок (<http://www.mendeley.com/import/>). Рекомендуется использовать для этого браузеры Mozilla Firefox или Google Chrome. В результате локально установленная копия Mendeley получает интеграцию с главнейшими сайтами издательств, баз данных и поисковых систем по научной литературе (Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed, Springer и др.). При нахождении требуемой статьи нужно открыть ее карточку в отдельной вкладке/окне и нажать кнопку дополнения Mendeley на панели закладок браузера. В результате в Mendeley будет создана индивидуальная карточка статьи со всей библиографической информацией о статье.

**Задание №2:** Идентификация предложенных аминокислотных или нуклеотидных последовательностей путем выравнивания.

Студентам предлагаются нуклеотидные или аминокислотные последовательности; требуется определить, какому гену или белку они принадлежат с наибольшей вероятностью. Также требуется указать, какому

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 39 из 55

организму принадлежит данная последовательность, и какие последовательности наиболее гомологичны данной. В предложенные сиквенсы может быть случайным образом внесён ряд замен, делеций или вставок.

Примеры последовательностей для идентификации:

gccttcaggtggcagccgctcagggcaccgggcttcggcgacaaccgcaaggcaccctca

FAGKQLEDGRTLSDYNIQKESTLHLVLRRLRGGVIEPSLRILAQKYNQDK  
QICRKCYAR

tttgccctcagctcgcctgccctggctcaagagcagtgccctggcccaaccatctcccttatccagggtttgaca  
ac

MRITLKVGGQPVTFLVDTGAQHSVLTQNAAPGPLSDKSAWVQGATGG  
KRYRWTTDRKVHLATGKVTHSFLHVPDCPYPLLGGRDLLTKLKAQINFEGS  
GWQVVGPMGQPLQWLTLNIEDEYRLH

**Методические указания по выполнению домашнего задания №2.**

Для проведения выравнивания полученной последовательности с другими из генного банка нужно воспользоваться программой BLAST (Basic Local Alignment Search Tool, <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Необходимо выбрать нужную разновидность программы, соответствующую полученной последовательности (аминокислотной или нуклеотидной, blastp или blastn соответственно). Также требуется применить разные алгоритмы для выравнивания и сравнить полученный результат, что может быть необходимо в том случае, если студентом была получена последовательность с достаточно большим количеством замен. Результат работы студент представляет в виде копии графического представления элайнмента, построенного программой BLAST с указанием гена/белка с которым было произведено выравнивание и его принадлежности, а также идентификационный номер последовательности в базах данных NCBI. Таким образом нужно выбрать пять первых записей из выдачи BLAST (с наибольшим количеством очков выравнивания). При этом необходимо опустить записи, помеченные как «Predicted» (предсказанные),

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 40 из 55

которые представляют собой открытые рамки считывания, предсказанные по результатам анализа сиквенса всего генома организма, в связи с чем эти последовательности могут оказаться псевдогенами.

**Задание №3:** Составление филогенетического дерева для предложенных нуклеотидных последовательностей при помощи программных средств.

Студентам требуется построить филогенетическое дерево для предложенных нуклеотидных последовательностей. Примеры нуклеотидных последовательностей приведены ниже:

```

AGGGTGGCCTAAATGTGCCTCACACGTTACCCGATATCGATAATCGCAC
AGGGTGGCCTAAATGTGCCTCACACTTACGCGATATCGATAATCGCAC
CGGGTGGCCTAGGCGTGCCTCACACGTTGCCCGATATCGATAATCGCC
AGGTTGGCCTAAATGTGCCCCACGTTACCCGATATCGATAATCGCAC
CGGGTGGCCTAGGCGTGCCTCACACGTTGCCCGATATCGATAATCGCAC
AGCGTGGCCTAAATGTGCCTCACACTTACGCGATATCGATAATCGAC
ACCGTGGCCAAAGGTGCCTCACTCATACGCGATAGTGATTATCGCAC
ACCGTGGCCAACGGTGTCTCACTCGGACGCGATAGTGATTATCGCAC

```

### **Методические указания по выполнению домашнего задания №3:**

Для построения дерева студентам предлагается рассчитать дистанции при помощи эволюционных моделей, например, модели Таджимы-Неи или модели Кимуры, после чего построить эволюционное дерево, воспользовавшись методом максимальной экономии (*maximum parsimony*) и оценить достоверность построения методом бутстрэп анализа. В качестве программного средства для построения и визуализации филогенетического дерева предлагается воспользоваться программой MEGA, однако могут быть использованы и другие программы.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 41 из 55

## Приложение 2



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Биоинформатика»  
Направление подготовки –06.03.01 «Биология»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2019

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 42 из 55

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знает	основные принципы, задачи, цели и инструменты вычислительной биологии и биоинформатики
	Умеет	получать и обрабатывать биологические данные в соответствии с современными требованиями к проведению и представлению научных экспериментов, применяя методы вычислительной биологии и биоинформатики
	Владеет	навыками планирования, организации и проведения биологических экспериментов и исследований наиболее эффективно, соответствии с современными требованиями в данной области, получая достоверные и репрезентативные результаты
ОПК-7 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	Знает	основные принципы организации и реализации биологической информации, понимает смысл центральной догмы молекулярной биологии
	Умеет	работать с биологическими базами данных
	Владеет	методам анализа биологической информации – работы с последовательностями нуклеиновых кислот и белков
ПК-6 Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	Знает	Принципы сбора и анализа материала и проведения биологических экспериментов – организацию выборок и контрольных групп
	Умеет	Использовать математические и компьютерные инструменты и методы для анализа материала
	Владеет	Современными методами вычислительной биологии для правильной интерпретации результатов полевых сборов, проведенных экспериментов и др.
ПК-16 Способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической	Знает	Основные возможности современных информационных ресурсов, которые могут быть применены в биологических науках
	Умеет	Эффективно и оптимально использовать возможности современных информационных ресурсов для решения биологических задач, в частности, использовать компьютерные технологии для биоинформационных расчетов
	Владеет	Навыками применения современных информационных ресурсов в проводимой научной работе

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 43 из 55

информацией в глобальных компьютерных сетях		
---	--	--

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1.	Тема 1. Задачи и методы биоинформатики	ОПК-1 ОПК-7 ПК-16	Знание Умение Владение	УО-1	УО-1 вопр. к зач. №№ 1,2
2.	Тема 2. Фундаментальные принципы молекулярной биологии	ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 3-9
3.	Тема 3. Теория поиска информации	ОПК-1 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 10-12
4.	Тема 4. Доступ в архивы научной информации	ОПК-1 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 13-15
5.	Тема 5. Выравнивание первичных последовательностей биомолекул	ОПК-1 ОПК-7 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 16-33
6.	Тема 6. Протеомика и моделирование трехмерной структуры биомолекул	ОПК-1 ОПК-7 ПК-6 ПК-16	Знание Умение Владение	ПР-1 ПР-2	УО-1 вопр. к зач. №№ 34-39

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-1 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографическо	знает (пороговый уровень)	основные принципы, задачи, цели и инструменты вычислительной биологии и биоинформатики	знает сферы приложения и актуальность методов обработки биологических данных	знание основных целей, задач и областей применения биоинформатики и вычислительной биологии,	65-71
	умеет (продвину	получать и обрабатывать биологические данные в	умеет эффективно работать с	умение правильно,	71-84

й культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	тый)	соответствии с современными требованиями к проведению и представлению научных экспериментов, применяя методы вычислительной биологии и биоинформатики	биологическими данными, производить правильный и достоверный их анализ	экономно и эффективно анализировать биологические данные, в первую очередь данные секвенирования биологических молекул	
	владеет (высокий)	навыками планирования, организации и проведения биологических экспериментов и исследований наиболее эффективно, соответствии с современными требованиями в данной области, получая достоверные и репрезентативные результаты	способен правильно рационально спланировать, организовать и провести биологический эксперимент, учитывая современные требования и критерии	способность получить актуальные и значимые данные и правильно интерпретировать результаты эксперимента	85-100
ОПК-7 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	знает (пороговый уровень)	основные принципы организации и реализации биологической информации, понимает смысл центральной догмы молекулярной биологии	знает принципы функционирования генетического аппарата в соответствии с центральной догмой молекулярной биологии	знание принципов функционирования генетического аппарата в соответствии с центральной догмой молекулярной биологии (транскрипция, трансляция, репликация и т.д.)	65-71
	умеет (продвинутый)	работать с биологическими базами данных	умеет находить требуемую информацию в различных научных базах данных – литературных, генетических, белковых и т.д.	умение правильно и эффективно извлекать необходимую биологическую информацию	71-84
	владеет (высокий)	методами анализа биологической информации – работы с последовательностями нуклеиновых кислот и белков	способен анализировать последовательности и биологических макромолекул и использовать эти данные в работе	владение методами анализа последовательностей биологических макромолекул	85-100
ПК-6 Способность применять современные методы обработки,	знает (пороговый уровень)	принципы сбора и анализа материала и проведения биологических экспериментов – организацию выборок и контрольных групп	знает принципы правильной организации выборок и контрольных	знание принципов организации достоверных экспериментов	65-71

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 45 из 55

анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	умеет (продвинутый)	использовать математические и компьютерные инструменты и методы для анализа материала	умеет анализировать полученные первичные данные с помощью информационных инструментов вычислительной биологии и биоинформатики	умение анализировать полученные первичные данные с помощью информационных инструментов вычислительной биологии и биоинформатики	71-84
	владеет (высокий)	современными методами вычислительной биологии для правильной интерпретации результатов полевых сборов, проведенных экспериментов и др.	способен правильно интерпретировать как первичные, так и обработанные данные результатов полевых сборов, проведенных экспериментов и др	способен правильно интерпретировать как первичные, так и обработанные данные и самостоятельно применить критерии достоверности и добросовестности к собственным результатам	85-100
ПК-16 Способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	знает (пороговый уровень)	основные возможности современных информационных ресурсов, которые могут быть применены в биологических науках	знает основные естественнонаучных базы данных (в т.ч. литературных) и принципы поиска и извлечения информации в них	знание основных баз данных и принципов поиска и извлечения информации в них	65-71
	умеет (продвинутый)	эффективно и оптимально использовать возможности современных информационных ресурсов для решения биологических задач, в частности, использовать компьютерные технологии для статистических расчетов	умеет работать с базами данных и извлеченными или полученными данными эффективно и быстро, используя различные информационные технологии и ресурсы	умение работать с программным обеспечением для выполнения биоинформационных расчетов. для работы с научной литературой, для работы с последовательностями	71-84
	владеет (высокий)	навыками применения современных информационных ресурсов в проводимой научной работе	способен самостоятельно подбирать и использовать	способность самостоятельно подбирать и использовать	85-100

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 46 из 55

			требуемые инструменты для анализа данных	требуемые инструменты для анализа данных	
--	--	--	--	---	--

\*

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Текущая и промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Биоинформатика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По изучаемой дисциплине для текущего контроля и промежуточной (семестровой) аттестации используются следующие

#### **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА:**

УО-1 – индивидуальное собеседование, в основном на экзамене;

ПР-1 – письменный (или компьютерный) тест;

ПР-2 – контрольные работы.

**Устный опрос** - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене и зачете), коллоквиум, доклад.

#### Критерии оценки устного ответа:

«5 баллов» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 47 из 55

«4 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускаются одну-две ошибки в ответах.

«3 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.

«2 балла» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

**Семинарское занятие** может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов. На коллоквиумах могут обсуждаться все или отдельные темы, вопросы изучаемого курса.

Критерии оценки за выступления (доклады) на коллоквиумах те же, что и при устном ответе.

**Тест** является письменной или компьютерной формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом и конкретными (точными) знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

Критерии оценки теста:

5 баллов выставляется студенту, если он ответил на 86-100 % от всех вопросов.

4 балла выставляется за правильный ответ на 76-85 % от всех вопросов.

3 балла выставляется за правильный ответ на 61-75 % от всех вопросов.

2 балла выставляется за правильный ответ на 50-61 % от всех вопросов.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 48 из 55

1 балл выставляется за правильный ответ менее чем на 50 % от всех вопросов.

**Контрольная работа** является письменной или электронной формой контроля текущего усвоения материала по большому разделу (теме) дисциплины, оценивает усвоение терминов, основных понятий, методов, способности решать практические задачи.

Критерии оценки контрольной работы по предмету «Биоинформатика»:

Контрольные работы оцениваются долей выполненной работы от объема всего задания.

5 баллов выставляется студенту, если он выполнил 86-100 % всего объема задания.

4 балла выставляется за выполнение 76-85 % всего объема задания.

3 балла выставляется за выполнение 61-75 % всего объема задания.

2 балла выставляется за выполнение 50-61 % всего объема задания.

1 балл выставляется за выполнение менее 50 % всего объема задания.

Тестирования и контрольные работы проводятся в часы, отведенные на практические занятия. Из оценок тестовых и контрольных работ, а также с учетом активности студента на семинарских занятиях складывается **рейтинговая оценка** промежуточной (семестровой) аттестации по данной дисциплине.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации по предмету «Биоинформатика» предусмотрен **экзамен**.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 49 из 55

## **Методические указания по сдаче экзамена**

На экзамене в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам билетов, составленных ведущим преподавателем и подписанных заведующим кафедрой.

Экзамены принимаются ведущим преподавателем. Экзаменационные ведомости преподаватель берет заранее у администратора образовательной программы.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования студентом средств для списывания, экзаменатор имеет право удалить студента с экзамена, а в экзаменационную ведомость поставить неудовлетворительную оценку.

При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору. Преподаватель заполняет соответствующие графы зачетной книжки студента: название дисциплины в соответствии с учебным планом, ее трудоемкость, фамилия преподавателя, оценка, дата, подпись.

Для сдачи устного экзамена в аудиторию одновременно приглашается 5-6 студентов. Выходить из аудитории во время подготовки к ответам без разрешения экзаменатора студентам запрещается. Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на устном экзамене – 30 минут.

При проведении экзамена экзаменационный билет выбирает сам студент. При сдаче устного экзамена экзаменатор может задавать дополнительные вопросы. Если студент затрудняется ответить на один вопрос выбранного билета, то ему можно предложить взять другой билет, при этом оценка снижается на балл.

При промежуточной аттестации установлены оценки на экзамене «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

При неявке студента на экзамен без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 50 из 55

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам экзаменов, не подлежат пересмотру. Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

#### Критерии выставления оценки на экзамене

Оценка «5» ставится тогда, когда студент свободно владеет материалом и не допускает ошибок при ответе на вопросы экзаменационного билета, кроме того легко ориентируется в материале изучаемой дисциплины, что отмечается в ответах на дополнительные вопросы.

Оценка «4» ставится тогда, когда студент знает весь изученный материал; но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, которые задает преподаватель, но при этом может исправить ошибку при задавании ему наводящих вопросов.

Оценка «3» ставится тогда, когда студент испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменационного билета, плохо отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «2» ставится тогда, когда студент не владеет материалам изучаемой дисциплины и не отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

При использовании рейтинговой системы аттестации по дисциплине «Биоинформатика» окончательная оценка складывается из результатов текущего контроля успеваемости (посещаемость занятий, семинары, контрольные работы, тесты) и сдачи экзамена.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 51 из 55

## Вопросы к экзамену по дисциплине «Биоинформатика»

1. История развития молекулярной биологии и биоинформатики
2. Центральная догма молекулярной биологии. Принципы хранения и реализации генетической информации
3. Свойства генетического кода
4. Типы нуклеотидных замен и мутаций
5. Транзиции и трансверсии
6. Инсерции/делеции
7. Основные принципы эволюционного процесса. Гомология, аналогия/конвергенция.
8. Естественный отбор и неodarвинизм
9. Концепция молекулярных часов
10. Принципы индексирования информации в базах данных. Метаданные
11. Фундаментальные поисковые операторы. Булевы операторы.
12. Поисковые системы. Сфокусированные поисковые машины.
13. Базы данных по научной литературе и цитированию.
14. Индексы цитирования. Библиометрика.
15. Программы - системы управления библиографической информацией
16. Выравнивание первичных последовательностей биологических макромолекул.
17. Точечные матрицы сходства последовательностей
18. Глобальное и локальное выравнивание. Динамическое программирование
19. Множественные выравнивания
20. Генетические дистанции
21. Филогенетические эволюционные модели: модель Джукса – Кантора
22. Модель Кимуры
23. Модель Таджимы – Неи
24. Гамма-дистанции

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 52 из 55

25. Аминокислотные дистанции. Матрицы аминокислотных замен
26. Методы анализа дискретных признаков
27. Филогенетические деревья.
28. Построение филогенетических деревьев методом UPGMA
29. Построение филогенетических деревьев методом трансформированной дистанции
30. Метод минимума эволюции. Метод присоединения соседей
31. Метод максимальной экономии
32. Метода максимального правдоподобия
33. Bootstrap-поддержка филогенетических деревьев
34. Уровни организации белковых молекул. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура.
35. Факторы, стабилизирующие трехмерную структуру белков
36. Фолдинг белков
37. Парадокс Левинталя. Проблема прогнозирования фолдинга и
38. Изоформы белков. Классификация структур белков
39. Структурные выравнивания биомолекул.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 53 из 55

## Оценочные средства для текущей аттестации

### Варианты контрольных работ по предмету «Биоинформатика»

#### Контрольная работа №1

#### «Основные принципы молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии»

##### Вариант №1.

1). Достройте комплементарную цепочку к следующей одноцепочечной молекуле ДНК, укажите ее направленность (3' и 5' концы):

**5' G – G – T – A – G – T – T – A – G – C – C – A – T – C – G 3'**

2). Как называются ферменты, достраивающие по матрице одной цепи ДНК вторую, комплементарную ей, цепь?

- а. Гистоны
- б. Полимеразы
- в. Праймазы
- г. Хеликазы

3) Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии. Назовите основные процессы синтеза, отражающие этапы реализации генетической информации.

4) В чем заключается вырожденность генетического кода?

##### Вариант №2.

1). Достройте комплементарную цепочку к следующей одноцепочечной молекуле ДНК, укажите ее направленность (3' и 5' концы):

**3' T – C – T – T – G – A – A – T – G – C – G – G – T – C – G 5'**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 54 из 55

2). Как называются ферменты, достраивающие по матрице цепи ДНК комплементарную ей цепь РНК?

- а. РНК-Хеликазы
- б. Праймазы
- в. Гистоны
- г. РНК-полимеразы

3) Сформулируйте центральную догму молекулярной биологии. Назовите основные процессы синтеза, отражающие этапы реализации генетической информации.

4) В чем заключается триплетность генетического кода?

## **Контрольная работа №2**

### **«Теория поиска научной информации»**

#### **Вариант 1.**

- 1) Назовите основные булевы операторы. Каково их назначение?
- 2) Назовите основные поисковые операторы, способные ограничить область поиска в поисковой системе Yandex.
- 3) Каков основной функционал Web of Science? Для каких задач можно использовать эту систему?

#### **Вариант 2.**

- 1) Что такое регулярные выражения? Приведите примеры.
- 2) Назовите основные поисковые операторы, способные ограничить область поиска в поисковой системе Google Scholar?
- 3) Каков основной функционал Scopus? Для каких задач можно использовать эту систему?

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
<b>Рабочая программа учебной дисциплины «Биоинформатика»</b>			
Разработал: ассистент Титов С.И.	Идентификационный номер: РПУД. ... (98)-06.03.01-Б1.В.01.03-2019	Контрольный экземпляр находится на кафедре клеточной биологии и генетики ШЕН	Лист 55 из 55

### **Контрольно-практическая работа №3**

**Задание:** В базе данных GenBank, доступ к которой осуществляется с главной страницы института NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>), найдите последовательность матричной РНК для заданного гена определенного организма.

Примеры генов:

- Ген р53 человека
- Обратная транскриптаза вируса MMLV
- Ген прионного белка домашней коровы (PRNP)

Выполните выравнивание найденной нуклеотидной последовательности при помощи программы BLAST (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) с апробированием различных алгоритмов и сравнением результатов их применения. Определите, какие последовательности из генного банка в наибольшей степени гомологичны вашей последовательности (укажите 10 первых из них). Каким организмам они принадлежат?