

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра ботаники и генетики растений**

Авторы-составители: **Данилова Мария Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**БИОИНФОРМАТИКА**

Код УМК 95571

Утверждено  
Протокол №11  
от «17» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Биоинформатика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **06.04.01** Биология  
направленность Генетика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Биоинформатика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.04.01** Биология (направленность : Генетика)

**ПК.1** Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

#### **Индикаторы**

**ПК.1.2** применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	06.04.01 Биология (направленность: Генетика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	1,2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	108
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (5)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (1 триместр) Экзамен (2 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **1 семестр**

Анализ белковых и нуклеотидных последовательностей, основанный на выравнивании.

#### **Множественное выравнивание и филогения**

Подходы к филогенетическому анализу.

#### **Множественное выравнивание**

Особенности множественного выравнивания: семейства последовательностей, консервативные домены, эволюционное и структурное выравнивания. Программное обеспечение, используемое для множественного выравнивания: BLOCKS, psi-blast, Prosite, ClustalOmega, MUSCLE, MAFFT, Kalign, T-Coffee, Cobalt.

#### **Построение филогенетических деревьев**

Подходы к филогенетическому анализу. Структура дерева, методы построения филогенетических деревьев: метод расстояний, метод максимальной бережливости, метод наибольшего правдоподобия. Основные используемые алгоритмы: UPGMA, метод ближайшего соседа, традиционная максимальная бережливость. Обзор программ построения филогенетических деревьев. MEGA: филогенетический анализ последовательностей, Clustal-omega, Tree viewer и др.

#### **Идентификация генов и анализ их структуры**

Анализ структуры генов и их идентификация, различные подходы.

#### **Идентификация генов у прокариот**

Анализ последовательности ДНК, определение возможных генов прокариот. Работа с программными пакетами GENSCAN, tRBAscan-SE, BLASTP.

#### **Идентификация генов у эукариот**

Анализ последовательности ДНК, определение возможных генов эукариот. Работа с программными пакетами GENSCAN, FGENESH, GeneMark, BLASTP.

### **2 семестр**

Принципы анализа и аннотирования генома, кластерный анализ экспрессии генов.

#### **Анализ экспрессии гена**

Анализ структуры и активности гена: подходы, методы, используемые программы. Базы данных Unigene, Gene, EST.

#### **Анализ и аннотирование геномных данных**

Обобщение различных методов компьютерного анализа биополимеров с помощью Bioconductor. Обзор основных программных пакетов и направлений анализа.

#### **Принципы компьютерного анализа биологических последовательностей**

Обобщение различных методов компьютерного анализа биополимеров.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Биоинформатика: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Биология" (магистерские программы "Генетика", "Геномика и биоинформатика") / М. А. Данилова [и др.] - Пермь, 2015, ISBN 978-5-7944-2656-4.-1.-Библиогр.: с. 107-111 <https://elis.psu.ru/node/391533>
2. Глотова, М. Ю. Математическая обработка информации : учебник и практикум для среднего профессионального образования / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 347 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04139-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/414824>
3. Глотова, М. Ю. Математическая обработка информации : учебник и практикум для академического бакалавриата / М. Ю. Глотова, Е. А. Самохвалова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 347 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00657-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432795>

### Дополнительная:

1. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для академического бакалавриата / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 252 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00860-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433453>
2. Бородовский М., Екишева С. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей: перевод с английского / М. Бородовский, С. Екишева ; пер. А. А. Чумичкин ; ред. А. А. Миронов. - Москва: Институт компьютерных исследований, 2008, ISBN 978-5-93972-644-3.-440.- Библиогр.: с. 414-432
3. Анализ биологических последовательностей. Вероятностные модели белков и нуклеиновых кислот / Р. Дурбин [и др.] ; пер. А. А. Миронов. - Москва: Институт компьютерных исследований, 2006, ISBN 5-93972-559-7.-480.- Библиогр.: с. 441-468
4. Игнасимуту С. Основы биоинформатики: перевод с английского / С. Игнасимуту ; пер. А. А. Чумичкин. - Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2007, ISBN 978-5-93972-620-7.-320.- Библиогр.: с. 283-286 (54 назв.). - Предм. указ.: с. 311-316

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://www.ebi.ac.uk/services> Программы для выравнивания EBI

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/orffinder/> ORF finder

<http://exon.gatech.edu/GeneMark/> GeneMark

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/> Gene Expression Omnibus

<https://www.bioconductor.org/> Biocunductor

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Биоинформатика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;

Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта)

Семейство программ, служащих для для сравнения белков или нуклеиновых кислот – BLAST

(используемый интернет-ресурс: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)

Пакет программ для биоинформационных исследований геномных данных – Bioconductor

(используемый интернет-ресурс: <https://www.bioconductor.org/>)

Программа для множественного выравнивания нуклеотидных и аминокислотных последовательностей –

Clustal-omega (используемый интернет-ресурс: <https://www.ebi.ac.uk/>)

Программа для сравнения последовательностей нуклеотидов и участков кодирующих РНК - Babelomics 5 (используемый интернет-ресурс: <http://babelomics.org/>).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс оснащенный персональными ЭВМ. Аппаратные и программные средства представлены в паспорте компьютерного класса.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, необходим



компьютерный класс оснащенный персональными ЭВМ. Аппаратные и программные средства представлены в паспорте компьютерного класса.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходим аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Биоинформатика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок**

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	ЗНАТЬ фундаментальные и прикладные разделы биоинформатики. УМЕТЬ применять их в локальном исследовании	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> Не знает фундаментальные и прикладные разделы биоинформатики. Не умеет применять их в локальном исследовании
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> Частично знает фундаментальные и прикладные разделы биоинформатики. Не умеет применять их в локальном исследовании.
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> Знает фундаментальные и прикладные разделы биоинформатики. Частично умеет применять их в локальном исследовании
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> Знает фундаментальные и прикладные разделы биоинформатики. Умеет применять их в локальном исследовании

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Множественное выравнивание <b>Входное тестирование</b>	Знает принципы парного выравнивания. Знает структуру и особенности наполнения таких глобальных баз данных как NCBI и EBI/EBLE
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Построение филогенетических деревьев <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает принципы множественного выравнивания и построения филогенетических деревьев. Может интерпретировать результаты и оценивать их достоверность. Умеет пользоваться тремя и более программами для анализа данных.
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Идентификация генов у прокариот <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает принципы структурной организации генома у прокариот. Умеет обоснованно выбирать программный инструмент для решения поставленных задач и может им пользоваться. Может правильно интерпретировать результат анализа данных без ошибок и недочетов.
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Идентификация генов у эукариот <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает принципы структурной организации генома у эукариот. Умеет обоснованно выбирать программный инструмент для решения поставленных задач и может им пользоваться. Может правильно интерпретировать результат анализа данных без ошибок и недочетов.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Множественное выравнивание

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает структуру и особенности наполнения таких глобальных баз данных как NCBI и EBI/EBLE	5
Знает принципы парного выравнивания.	5

### Построение филогенетических деревьев

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет пользоваться тремя и более программами для анализа данных.	14
Может интерпретировать результаты и оценивать их достоверность.	14
Знает принципы множественного выравнивания и построения филогенетических деревьев.	12

### Идентификация генов у прокариот

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет обоснованно выбирать программный инструмент для решения поставленных задач и может им пользоваться.	10
Может правильно интерпретировать результат анализа данных без ошибок и недочетов.	10
Знает принципы структурной организации генома у прокариот.	10

### Идентификация генов у эукариот

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Знает принципы структурной организации генома у эукариот.	10
Умеет обоснованно выбирать программный инструмент для решения поставленных задач и может	10

им пользоваться.	
Может правильно интерпретировать результат анализа данных без ошибок и недочетов.	10

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

**Конвертация баллов в отметки**

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Анализ экспрессии гена <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает теоретические принципы экспрессии генов. Умеет искать и сохранять данные в нужном формате, анализировать данные, нужным способом. Умеет интерпретировать полученный результат, оценивать его достоверность.
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Анализ и аннотирование геномных данных <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает принципы организации генома у прокариот и эукариот. Умеет выбирать и применять программные пакеты для анализа структуры генов и их поиска. Умеет интерпретировать полученные результаты.
<b>ПК.1.2</b> применяет существующие методики и знания в области биологических наук в локальном исследовании	Принципы компьютерного анализа биологических последовательностей <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знает общие принципы анализа биологических последовательностей: парное, множественное и структурное выравнивание, построение филогенетических деревьев, анализ структуры и функций гена, идентификация отдельных генов и их структурных элементов. Умеет выбирать и применять программные инструменты для любого вида анализа. Может правильно интерпретировать полученные результаты и оценивать их достоверность.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Анализ экспрессии гена

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выбирать и применять программные пакеты для анализа структуры генов и их поиска.	10
Знает принципы организации генома у прокариот и эукариот.	10
Умеет интерпретировать полученные результаты.	10

### Анализ и аннотирование геномных данных

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет интерпретировать полученный результат, оценивать его достоверность.	10
Знает теоретические принципы организации генома.	10
Умеет искать и сохранять данные в нужном формате, анализировать данные, нужным способом.	10

### Принципы компьютерного анализа биологических последовательностей

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

Показатели оценивания	Баллы
Знает общие принципы анализа биологических последовательностей: парное, множественное и структурное выравнивание, построение филогенетических деревьев, анализ структуры и функций гена, идентификация отдельных генов и их структурных элементов.	20
Умеет выбирать и применять программные инструменты для любого вида анализа.	10
Может правильно интерпретировать полученные результаты и оценивать их достоверность.	10