

ФГБОУ ВО Университет биотехнологий  
Кафедра прикладной биоинформатики

Рег. № МНЧ 26-12

«20» января 20 26 г.

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института

цифровых технологий

Агафонов О.В.



ФГОС 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.12 Биоинформатика

Шифр и наименование дисциплины

09.04.03 Прикладная информатика

Код и наименование направления подготовки

Прикладная биоинформатика

Курс: 2

Семестр: 3

Институт цифровых технологий

очная

очная, заочная, очно-заочная

Объем дисциплины (модуля)

| Вид занятий                                      | Объем занятий<br>[зачетных ед./часов] |         |                  | Семестр |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|---------|------------------|---------|
|                                                  | очная                                 | заочная | Очно-<br>заочная |         |
| <b>Общая трудоемкость по учебному плану</b>      | 144                                   | —       | —                | 3       |
| В том числе,                                     |                                       | —       | —                |         |
| <b>Контактная работа</b>                         | 44                                    | —       | —                |         |
| Занятия лекционного типа                         | 22                                    | —       | —                |         |
| Занятия семинарского типа                        | 22                                    | —       | —                |         |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>             | 73                                    | —       | —                |         |
| <b>В том числе:</b>                              |                                       |         |                  |         |
| Курсовой проект (курсовая работа)                | —                                     | —       | —                |         |
| Контрольная работа / реферат / РГР               | К                                     | —       | —                | 3       |
| Форма контроля                                   |                                       |         |                  |         |
| Форма контроля экзамен / зачет / зачет с оценкой | Э                                     | —       | —                | 3       |

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 № 916.

**Программу разработали:**

Зав. кафедрой прикладной  
биоинформатики, д.б.н., доцент



Е.В. Камалдинов

Доцент, к.б.н., доцент



М.А. Чечушкова

# 1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Биоинформатика» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом ПООП (при наличии) направлена на формирование следующих компетенций (УК, ОПК, ПК<sup>1</sup>):

**Таблица 1. Связь результатов обучения с приобретаемыми компетенциями**

| Код и наименование компетенции                                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                  | Запланированные результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований | ИОПК-4.1 Разрабатывает гипотезы и проводит научные эксперименты в области животноводства и прикладной биоинформатики                                  | <b>знать:</b> этапы проведения биоинформационного эксперимента, методы анализа генетических последовательностей и экспрессии генов;<br><b>уметь:</b> формулировать гипотезы, строить ассоциативные и генные сети;<br><b>владеть:</b> навыками самостоятельного проектирования и проведению комплексных биоинформационных исследований. |
|                                                                                   | ИОПК-4.2 Оценивает достоверность и воспроизводимость полученных результатов научных исследований в области животноводства и прикладной биоинформатики | <b>знать:</b> принципы статистической достоверности, методы валидации данных секвенирования и популяционного анализа;<br><b>уметь:</b> сравнивать и интерпретировать результаты биоинформатических экспериментов; <b>владеть:</b> средствами фильтрации и анализа экспрессии, выравнивания последовательностей, библиотеками в R.      |
|                                                                                   | ИОПК-4.3 Реализует (программно) или применяет на реальных или модельных данных новые алгоритмы, подходы или принципы анализа данных, описанные в      | <b>знать:</b> современные методы филогенетического анализа, онтологического моделирования и анализа молекулярных сетей<br><b>уметь:</b> применять                                                                                                                                                                                      |

<sup>1</sup> УК – универсальные компетенции, ОПК – общепрофессиональные компетенции, ПК – профессиональные компетенции

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                     | актуальной научной литературе                                                                                                                                                                | специализированные библиотеки в R<br><b>владеть:</b> навыками программной реализации анализа сетей и популяций, интеграции гетерогенных биологических данных                                                                                                                                                            |
| ОПК-6 Способен исследовать современные проблемы и методы прикладной информатики и развития информационного общества | ИОПК-6.1 Анализирует и сопоставляет современные методы и алгоритмы прикладной информатики оценивая их применимость, эффективность и ограничения для решения задач в животноводстве           | <b>знать:</b> алгоритмы аннотации и выравнивания, методики text-mining, методы визуализации<br><b>уметь:</b> сравнивать подходы биоинформационного анализа применительно к задачам животноводства<br><b>владеть:</b> средствами системной оценки точности, применимости и эффективности биоинформационных алгоритмов.   |
|                                                                                                                     | ИОПК-6.2 Выявляет и формулирует актуальные научные и технологические проблемы в области прикладной биоинформатики, основываясь на анализе научной литературы, трендов и потребностей отрасли | <b>знать:</b> современные направления в области геномных и популяционных исследований<br><b>уметь:</b> анализировать научные публикации, формулировать задачи на основе технологических вызовов<br><b>владеть:</b> приемами построения аргументации для выбора направления биоинформационного анализа.                  |
| ПК-4 Способен осуществлять технологическое сопровождение, адаптацию и внедрение ПО в условиях производства          | ИПК-4.1 Адаптирует и настраивает программные средства для сбора, обработки и анализа больших данных под конкретные условия и технологическую инфраструктуру животноводческого предприятия    | <b>знать:</b> архитектуру и специфику ПО в биоинформатике (например, GRID-системы, библиотеки plink, pedigree)<br><b>уметь:</b> адаптировать и конфигурировать ПО под задачи анализа генетических данных<br><b>владеть:</b> инструментами настройки среды выполнения, оптимизации и интеграции программных компонентов. |
|                                                                                                                     | ИПК-4.2 Участвует во внедрении и обеспечивает техническую поддержку функционирования информационных систем                                                                                   | <b>знать:</b> жизненный цикл ПО в биоинформатике, особенности интеграции данных<br><b>уметь:</b> участвовать в развертывании ИС и настройке баз данных генов и белков                                                                                                                                                   |

|  |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                             | <b>владеть:</b> средствами обеспечения технической устойчивости и сопровождения систем анализа данных.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|  | ИПК-4.3 Способен разрабатывать технологические инструкции и проводить консультации для пользователей по разрабатываемому ПО | <b>знать:</b> структуру и требования к пользовательской и технической документации; принципы информационного сопровождения биоинформатического ПО<br><b>уметь:</b> разрабатывать инструкции по установке, настройке и использованию ПО; консультировать пользователей с учетом их уровня подготовки<br><b>владеть:</b> навыками подготовки документации и проведения обучающих сессий по применению биоинформатических программ в животноводстве. |
|  | ИПК-4.4 Способен использовать знание основных методов искусственного интеллекта в профессиональной деятельности             | <b>знать:</b> основы методов машинного обучения в задачах аннотации, классификации и поиска паттернов в биоданных<br><b>уметь:</b> применять ИИ-инструменты для анализа генетических и фенотипических данных<br><b>владеть:</b> навыками настройки и обучения ИИ-моделей на данных животноводства.                                                                                                                                                |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.12 Биоинформатика относится к обязательной части.

Данная дисциплина опирается на дисциплины «Информационные технологии в науке, образовании и производстве», «Методология научных исследований», «Анализ генетических данных», на базовые понятия математики, биологии, генетики и является основой для последующего прохождения производственной - технологической (проектно-технологической) практики.

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

Распределение часов по темам и видам занятий представляется в таблице 2 по каждой форме обучения (очная):

Таблица 2. Очная форма

| №<br>п/п | Наименование<br>разделов и тем                                                                                       | Количество часов |                            |                                     |                  | Форми-<br>руемые<br>компе-<br>тенции |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
|          |                                                                                                                      | Лекции<br>(Л)    | Вид<br>занятия<br>(ЛР, ПЗ) | Самостоя-<br>тельная<br>работа (СР) | Всего<br>по теме |                                      |
| 1        | 2                                                                                                                    | 3                | 4                          | 5                                   | 6                | 7                                    |
| 1        | Общие вопросы биоинформатики и<br>информационной биологии                                                            |                  |                            |                                     |                  | ОПК-4;<br>ОПК-6;<br>ПК-4             |
| 1.1      | Уровни организации<br>биологических объектов                                                                         | 3                | 2                          | 8                                   | 13               |                                      |
| 1.2      | Интеграция гетерогенных<br>данных в биоинформатике                                                                   | 3                | 2                          | 7                                   | 12               |                                      |
| 2        | Анализ и обработка данных молекулярно-генетических исследований                                                      |                  |                            |                                     |                  |                                      |
| 2.1      | Анализ генетических<br>последовательностей и их<br>адаптация к<br>высокопроизводительным<br>вычислительным системам. | 2                | 4                          | 8                                   | 14               |                                      |
| 2.2      | Анализ экспрессии генов при<br>помощи микрочипов                                                                     | 3                | 4                          | 7                                   | 14               |                                      |
| 2.3      | Транскриптомика                                                                                                      | 3                | 2                          | 8                                   | 13               |                                      |
| 2.4      | Протеомика                                                                                                           | 3                | 2                          | 8                                   | 13               |                                      |
| 2.5      | Алгоритмы молекулярной<br>эволюции. Построение<br>филогенетического дерева.                                          | 3                | 3                          | 8                                   | 14               |                                      |
| 2.6      | Популяционно-генетический<br>анализ                                                                                  | 2                | 3                          | 7                                   | 12               |                                      |
|          | Контрольная работа                                                                                                   |                  |                            | 12                                  | 12               | ОПК-4;<br>ОПК-6;<br>ПК-4             |
|          | Экзамен                                                                                                              |                  |                            | 27                                  | 27               | ОПК-4;<br>ОПК-6;<br>ПК-4             |
| Итого    |                                                                                                                      | 22               | 22                         | 100                                 | 144              |                                      |

Учебная деятельность состоит из лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы, контрольной работы.

### **3.1. Содержание отдельных разделов и тем**

## **Раздел 1. Общие вопросы биоинформатики и информационной биологии**

### **Тема 1.1 Уровни организации биологических объектов**

Классификация живых объектов и уровни организации живого. Генетические макромолекулы: ДНК, РНК и белки: структура, функции, компьютерное представление. Организация геномов про- и эукариот. Системная биология: от молекул к молекулярным ансамблям и функциональным сетям. Метаболические сети. Экспрессия генов, генные сети.

### **Тема 1.2 Интеграция гетерогенных данных в биоинформатике**

Методы онтологического моделирования и обзор проектов по созданию онтологий в биоинформатике. Языки программирования в биоинформатике и программно-инструментальные средства. Методы интеграции приложений в биоинформатике. Базы данных белков и генов.

## **Раздел 2. Анализ и обработка данных молекулярно-генетических исследований**

### **Тема 2.1. Анализ генетических последовательностей и экспрессии генов**

Алгоритмы структурной и функциональной аннотаций геномных последовательностей. Методы выравнивания последовательностей. Применение автоматического анализа текстов (Text-mining) для реконструкции ассоциативных генетических сетей. Представление и анализ сетевых моделей сложных биологических систем (генные сети, ассоциативные сети). Поиск и анализ структурных мотивов. Математическое моделирование динамики функционирования живых систем на различных иерархических уровнях их организации. Genome studio - программа для визуализации и анализа данных генетического секвенирования

### **Тема 2.2. Филогенетический анализ**

Высокопроизводительные вычисления в биоинформатике. GRID системы. Программное обеспечение для высокопроизводительных вычислений. Технологии параллельных вычислений. Библиотеки, используемые для параллельных вычислений. Филогенетический анализ в языке программирования R, библиотеки *phylogram*, *ape*

### Тема 2.3. Популяционно-генетический анализ

Встречаемость аллелей и генотипов в популяциях. Родство и идентичность по происхождению. Инструменты для рисования родословной, которые ориентированы на создание компактных макетов без вмешательства пользователя. Недавние дополнения включают утилиты для обрезки объекта родословной по различным критериям и родство по X-хромосоме. Библиотеки *kenship*, *plink*, *genlib*, *pedigree*.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 4.1. Список основной литературы

- ✓1 Федотова, Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании : учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2024. — 335 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0884-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2116864>
- ✓2 Бутусов, О. Б. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем : учебное пособие / О.Б. Бутусов, В.П. Мешалкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 374 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/1477254. - ISBN 978-5-16-016994-1 - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1477254>

### 4.2. Список дополнительной литературы

- ✓1 Гришин, В. А. Методы обработки данных и моделирование на языке R: учебно-методическое пособие / В. А. Гришин, М. С. Тихов. — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 54 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144653>
- ✓2 Иванищев, В. В. Молекулярная биология : учебник / В. В. Иванищев. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2026. — (Высшее образование). — 233 с. — DOI: <https://doi.org/10.29039/01857-6>. - ISBN 978-5-369-01857-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2199640/>
- ✓3 Методы обработки экспериментальных данных и математического моделирования процессов: учебное пособие / Новосибирский гос.аграрн. ун-т; сост.: Е.В. Камалдинов, С.Г. Куликова, М.Л. Кочнева, К.Н.Нарожных. - 3-е изд., доп. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2021. – 158 с. — Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные. - URL: <https://edubiotech.ru/file/1995401>



#### 4.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Таблица 3. Перечень информационных ресурсов

| № п/п | Наименование                                                                                                 | Адрес                                                                                                                   |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Использование R для обработки экспериментальных данных                                                       | <a href="http://www.rbiostats.blogspot.ru">http://www.rbiostats.blogspot.ru</a>                                         |
| 2     | The R Development Core Team.<br>The R Journal                                                                | <a href="http://www.r-project.org/doc/Rnews/bib/Rnewsbib.html">http://www.r-project.org/doc/Rnews/bib/Rnewsbib.html</a> |
| 3     | NCBI международная база данных белков и генов                                                                | <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/</a>                                               |
| 4     | RCSB Protein Data Bank<br>международная база данных белков                                                   | <a href="https://www.rcsb.org/">https://www.rcsb.org/</a>                                                               |
| 5     | Bioconductor репозиторий языка программирования R, специализированный для обработки данных по биоинформатике | <a href="https://www.bioconductor.org/">https://www.bioconductor.org/</a>                                               |

#### 4.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) и самостоятельной работы

1. Биоинформатика: методические указания по выполнению практических занятий, контрольной и самостоятельной работы / Новосибирский государственный аграрный университет; Институт цифровых технологий; составители: Камалдинов Е.В., М.П.Меркушкина – Новосибирск, 2025.- 16 с.
2. Биометрические методы обработки экспериментальных данных и моделирования в сельском хозяйстве и биологии: учебное пособие. Е.В. Камалдинов, С.Г. Куликова, М.Л. Кочнева, К.Н. Нарожных, В.В. Гарт, А.Ф. Петров; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2024. – 165 с.

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

1. Применение интерактивной доски и проектора.

Таблица 4. Перечень лицензионного программного обеспечения

| № п/п | Наименование                             | Тип лицензии или правообладатель |
|-------|------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | LibreOffice                              | Свободно-распространяемая        |
| 2     | OpenOffice                               | Свободно-распространяемая        |
| 3     | Браузер Mozilla Fire Fox                 | Mozilla Public Licence           |
| 4     | Почтовый клиент Thunderbird              | Mozilla Public Licence           |
| 5     | Файловый менеджер FreeCommander          | Свободно-распространяемая        |
| 6     | Среда статистического программирования R | Свободно-распространяемая        |

Таблица 5. Перечень плакатов (по темам), карт, стендов, макетов, презентаций, фильмов и т. д.

| № п/п | Тип         | Наименование                   | Примечание                                        |
|-------|-------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1.    | Презентации | В соответствии с темами лекций | Количество слайдов различное в каждой презентации |

## 5. Описание материально-технической базы

Таблица 6. Перечень используемых помещений:

| № аудитории | Тип аудитории                                                                                                                                                                                                                                | Перечень оборудования                                                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НК-302      | Компьютерный класс: аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, дипломного и курсового проектирования (выполнения курсовых работ), занятий семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы | Компьютер - 15 шт.; проектор; доска ученическая; мебель учебная - 16 шт.; доска интерактивная; веб-камера с микрофоном; колонки акустические |

## 6. Порядок аттестации студентов по дисциплине

Порядок аттестации студентов по дисциплине

Для аттестации студентов по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся.

Условием допуска к зачёту с оценкой является посещение не менее 50% академических часов в рамках контактной работы. Для получения оценки

«отлично» необходимо правильно решить практическую задачу с использованием ЭВМ и ответить на два теоретических вопроса, «хорошо» - решить практическую задачу и ответить на один теоретический вопрос, «удовлетворительно» - решить практическую задачу. При отсутствии решения практической задачи выставляется отметка «удовлетворительно».

Промежуточный контроль проводится с целью установления уровня освоения материала по самостоятельным разделам в виде контрольных работ и выполнения заданий на семинарских занятиях.

Итоговый контроль — оценка уровня освоения дисциплины по окончании её изучения в форме экзамена в устной форме.

Описание шкалы оценивания:

Критерии оценивания устного ответа на вопросы к зачёту с оценкой:

«5» (отлично) — дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается чёткая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки, и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (хорошо) — дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ чётко структурирован, логичен, изложен в терминах науки, Однако допущены незначительные ошибки ли недочёты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (удовлетворительно) — дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий явлений, в следствии непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщённых знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекций.

«2» (неудовлетворительно) — студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет выделять аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятия.

## 7. Согласование рабочей программы

Соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от 25.12.2025 № 10.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры протокол от «14» января 2026 г. № 5

Заведующий кафедрой

(должность)



подпись

Камалдинов Е.В.

ФИО

Председатель учебно-методического совета

(должность)



подпись

Чечушкова М.А.

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. №\_\_\_

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_  
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического совета

(должность)

подпись

ФИО

Рабочая программа обсуждена и соответствует учебному плану, утвержденному Ученым советом ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. №\_\_\_

Изменений не требуется/изменения внесены в раздел(-ы): \_\_\_\_\_  
нужное подчеркнуть

Председатель учебно-методического совета

(должность)

подпись

ФИО