

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Руководитель ПИИ «Агроген»  
\_\_\_\_\_  
В.В. Команов  
27 июня 2026 г.



### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Б1.В.ДЭ.06.01 Основы биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных

Направление подготовки 36.04.02 Зоотехния

Программа Разведение, селекция и геномные технологии в животноводстве

Квалификация выпускника – магистр

Передовая инженерная школа

Разработчик рабочей программы:

доцент кафедры общей зоотехнии, к.с.-х.н. Рыжков Е.И.

заведующий лабораторией генетических технологий в агро- и аквахозяйстве отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, к.б.н. Белоус А.А.

Воронеж – 2026 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 36.04.02 Зоотехния (уровень высшего образования – магистратура), приказ Министерства образования и науки РФ № 973 от 22.09.2017 г.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе советом руководителей образовательных программ Передовой инженерной школы (протокол 7 от 22.06.2026 г.)

Председатель совета Е.А. Тороп (Е.А. Тороп)

**Рецензент рабочей программы:** Челноков В.А. – заместитель директора по животноводству ЗАО «Павловская Нива», к.б.н.

## 1. Общая характеристика дисциплины

Основная цель дисциплины «Основы биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных» состоит в биоинформационном анализе молекулярно-генетических данных которая играет важную роль в области животноводства. Основы биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных позволяет исследователям и практикующим животноводам получать информацию о генетической структуре и свойствах животных, а также использовать эту информацию для улучшения селекции и разведения животных.

Для достижения этих целей при обучении ставятся следующие задачи:

- геномное секвенирование, позволяет получить полную последовательность генома животного. Это предоставляет информацию о генетической основе различных фенотипических свойств, таких как продуктивность, устойчивость к болезням, мясная и молочная продуктивность и т.д.

- ассоциативный анализ, позволяет идентифицировать генетические варианты, связанные с определенными фенотипическими свойствами. Это делается путем сравнения гено-типов и фенотипов большой группы животных, что позволяет выявить статистически значимые связи.

- генетический маркерный анализ, генетические маркеры, такие как однонуклеотидные полиморфизмы (SNP), используются для идентификации генетических вариантов, связанных с интересующими свойствами. Анализ генетических маркеров позволяет проводить отбор животных с желаемыми генотипами и улучшать генетический потенциал поголовья.

- филогенетический анализ, может быть применен для изучения генетической родословной животных и оценки степени родства между ними. Это полезно для планирования разведения, избегания инбридинга и определения источников генетического разнообразия.

- прогнозирование генетической предрасположенности к заболеваниям, анализ генетических данных позволяет выявлять генетические маркеры, связанные с возможной предрасположенностью к определенным заболеваниям у животных. Это позволяет проводить выборочное разведение и управление здоровьем поголовья.

- геномная селекция, используя информацию о генетических вариантах и свойствах животных, геномная селекция позволяет проводить выборочное разведение, направленное на повышение желательных генетических характеристик в популяции.

Дисциплина «Основы биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных» относится к блоку дисциплин базовой вариативной части дисциплин по выбору учебного плана по направлению подготовки «Зоотехния». Дисциплина реализуется на факультете ветеринарной медицины и технологии животноводства кафедрой общей зоотехнии.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Компетенция |                                                                                                      | Индикатор достижения компетенции |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код         | Содержание                                                                                           | Код                              | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК-5        | Способен обосновывать и внедрять биотехнологические методы совершенствования и воспроизводства стада | 34                               | Знать биотехнологические методы выведения, совершенствования, сохранения и использования пород, типов и линий животных: искусственное осеменение, экстракорпоральное оплодотворение, трансплантация эмбрионов, клонирование, клеточная и хромосомная инженерия; |
|             |                                                                                                      | 35                               | Знать правила отбора, оформления и представления биоматериалов от животных для генетической экспертизы в специальные лаборатории;                                                                                                                               |
|             |                                                                                                      | У3                               | Работать со стандартными и/или специализированными информационными базами дан-                                                                                                                                                                                  |

|  |  |    |                                                                                                                                                                    |
|--|--|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |    | ных по племенному животноводству                                                                                                                                   |
|  |  | У4 | Уметь оценивать выведенные и совершенствуемые породы, типы, линии животных на отличимость, однородность и стабильность в установленном порядке;                    |
|  |  | У5 | Уметь корректировать разведение, скрещивание и гибридизацию животных для повышения эффективности выведения, совершенствования и использования пород, типов, линий. |
|  |  | Н4 | Иметь навыки представления результатов генетической экспертизы в системы информационного обеспечения по племенному животноводству для генетического мониторинга;   |
|  |  | Н5 | Иметь навыки проведения оценки выведенных и совершенствуемых пород (типов, линий) животных на отличимость, однородность и стабильность.                            |

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Показатели                                                                                           | Семестр<br>3 | Всего   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|
|                                                                                                      |              |         |
| Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч                                                                | 4/144        | 4/144   |
| Общая контактная работа, ч                                                                           | 46,75        | 46,75   |
| Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч                                                  | 97,25        | 97,25   |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)                                      | 36           | 36      |
| лекции                                                                                               | 16           | 16      |
| практические занятия                                                                                 | 30           | 30      |
| лабораторные работы                                                                                  | -            | -       |
| групповые консультации                                                                               | 0,5          | 0,5     |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч                                             | -            | -       |
| Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)                                | 0,25         | 0,25    |
| курсовая работа                                                                                      | -            | -       |
| курсовой проект                                                                                      | -            | -       |
| зачет                                                                                                | -            | -       |
| экзамен                                                                                              | 0,25         | 0,25    |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)                                   | 17,75        | 17,75   |
| выполнение курсового проекта                                                                         | -            | -       |
| выполнение курсовой работы                                                                           | -            | -       |
| подготовка к зачету                                                                                  | -            | -       |
| подготовка к экзамену                                                                                | 17,75        | 17,75   |
| Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы)) | экзамен      | экзамен |

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1 Генетические ресурсы и геномика животных:

Коллекция и хранение генетических образцов. Подготовка образцов для геномного секвенирования. Анализ геномных данных животных.

Раздел 2 Генетические маркеры и генотипирование:

Типы генетических маркеров (SNP, микросателлиты и др.). Методы генотипирования животных. Анализ данных генотипирования.

Раздел 3 Ассоциативный анализ и генетическая ассоциация:

Выборка и подготовка данных для ассоциативного анализа. Статистические методы анализа ассоциации. Интерпретация результатов и поиск генетических вариантов, связанных с фенотипическими свойствами.

Раздел 4 Филогенетика и популяционная генетика:

Построение филогенетических деревьев на основе генетических данных. Реконструкция родословных и истории популяций. Изучение генетического разнообразия и структуры популяций.

Раздел 5 Геномная селекция и улучшение поголовья:

Выборка и оценка генетических данных для проведения геномной селекции. Оценка генетических характеристик и выбор кандидатов для разведения. Методы управления инбридингом и сохранения генетического разнообразия.

Раздел 5 Прогнозирование генетической предрасположенности и заболеваний:

Идентификация генетических маркеров, связанных с заболеваниями у животных. Разработка генетических тестов и прогнозирование риска заболеваний. Управление здоровьем поголовья и генетическая предрасположенность к заболеваниям.

Каждый из этих разделов и подразделов содержит специфические темы, методы и подходы, которые углубляют понимание и применение биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных в животноводстве.

### 4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

| № п/п                | Раздел дисциплины                                              | Л         | ЛЗ        | СРС          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| очная форма обучения |                                                                |           |           |              |
| 1                    | Генетические ресурсы и геномика животных                       | 2         | 4         | 17,25        |
| 2                    | Генетические маркеры и генотипирование                         | 2         | 4         | 10           |
| 3                    | Ассоциативный анализ и генетическая ассоциация                 | 2         | 4         | 10           |
| 4                    | Филогенетика и популяционная генетика                          | 2         | 6         | 20           |
| 5                    | Геномная селекция и улучшение поголовья                        | 4         | 6         | 20           |
| 6                    | Прогнозирование генетической предрасположенности и заболеваний | 4         | 6         | 20           |
|                      | <b>Всего</b>                                                   | <b>16</b> | <b>30</b> | <b>97,25</b> |

### 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Тема самостоятельной работы              | Учебно-методическое обеспечение                                         | Объём, ч       |
|-------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
|       |                                          |                                                                         | форма обучения |
| 1     | Генетические ресурсы и геномика животных | "Биоинформатика: Учебник" под редакцией А. В. Горелова и Е. А. Шагиевой | 17,25          |

|   |                                                                |                                                                            |              |
|---|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2 | Генетические маркеры и генотипирование:                        |                                                                            | 10           |
| 3 | Ассоциативный анализ и генетическая ассоциация                 |                                                                            | 10           |
| 4 | Филогенетика и популяционная генетика:                         |                                                                            | 20           |
| 5 | Геномная селекция и улучшение поголовья                        | "Методы биоинформатики в генетике и селекции" под редакцией В. Г. Смирнова | 20           |
| 6 | Прогнозирование генетической предрасположенности и заболевания |                                                                            | 20           |
|   | <b>Всего</b>                                                   |                                                                            | <b>97,25</b> |

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

### 5.1. Этапы формирования компетенций

| Подраздел дисциплины                                           | Компетенция | Индикатор достижения компетенции |
|----------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|
| Генетические ресурсы и геномика животных                       | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |
| Генетические маркеры и генотипирование:                        | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |
| Ассоциативный анализ и генетическая ассоциация                 | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |
| Филогенетика и популяционная генетика:                         | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |
| Геномная селекция и улучшение поголовья                        | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |
| Прогнозирование генетической предрасположенности и заболевания | ПК-5        | 34, 35                           |
|                                                                |             | У4, У5                           |
|                                                                |             | Н4, Н5                           |

## 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

### 5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

| Вид оценки                                 | Оценки              |                   |        |         |
|--------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------|---------|
| Академическая оценка по 4-х балльной шкале | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |

**5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций****Критерии оценки на экзамене**

| Оценка, уровень достижения компетенций      | Описание критериев                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отлично, высокий                            | Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины                                                            |
| Хорошо, продвинутый                         | Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины                              |
| Удовлетворительно, пороговый                | Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя                                                                                                                                    |

**Критерии оценки тестов**

| Оценка, уровень достижения компетенций      | Описание критериев                                 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Отлично, высокий                            | Содержание правильных ответов в тесте не менее 90% |
| Хорошо, продвинутый                         | Содержание правильных ответов в тесте не менее 75% |
| Удовлетворительно, пороговый                | Содержание правильных ответов в тесте не менее 50% |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Содержание правильных ответов в тесте менее 50%    |

**Критерии оценки устного опроса**

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев                                                                                                                              |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено, высокий                       | Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры |
| Зачтено, продвинутый                   | Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе                                                   |
| Зачтено, пороговый                     | Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах                                                      |
| Не зачтено, компетенция не освоена     | Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах                                                                     |

**Критерии оценки решения задач**

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|----------------------------------------|--------------------|
|----------------------------------------|--------------------|

|                                    |                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено, высокий                   | Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.                                                  |
| Зачтено, продвинутый               | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.                                            |
| Зачтено, пороговый                 | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.   |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя. |

### 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

#### 5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

##### 5.3.1.4. Вопросы к экзамену

| №  | Содержание                                                                                                                                                                                               | Компетенция | ИДК                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| 1  | Что такое биоинформационный анализ молекулярно-генетических данных в животноводстве? Какую роль он играет в улучшении производства и здоровья животных?                                                  | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 2  | Какие методы используются для геномного секвенирования животных? Опишите основные шаги в процессе геномного секвенирования.                                                                              | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 3  | Что такое генетические маркеры и какие виды генетических маркеров используются в животноводстве? Как они помогают в анализе генетических данных животных?                                                | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 4  | Что такое ассоциативный анализ и как он применяется в животноводстве? Какие статистические методы используются для анализа ассоциации между генотипами и фенотипами?                                     | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 5  | Как филогенетический анализ помогает в изучении генетической структуры и родства между животными? Как строятся филогенетические деревья на основе генетических данных?                                   | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 6  | Как геномная селекция и улучшение поголовья осуществляются с использованием биоинформационного анализа? Какие методы используются для выбора и оценки желательных генетических характеристик у животных? | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 7  | Какие генетические маркеры связаны с предрасположенностью к заболеваниям у животных? Как прогнозируются генетические риски заболеваний с использованием биоинформационного анализа?                      | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 8  | Какие принципы и методы используются для управления генетическим разнообразием и предотвращения инбридинга в животноводстве?                                                                             | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 9  | Какие преимущества и ограничения существуют при применении биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных в животноводстве?                                                                  | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 10 | Какие перспективы развития биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных в животноводстве можно выделить?                                                                                   | ПК-5        | 34, 35, У4, У5, Н4, Н5 |
| 11 | Объясните понятие генетических маркеров и их роль в анализе генетических данных животных.                                                                                                                | ПК-5        | 34, 35, У4, У5,        |

|    |                                                                                                                                                                                                  |      |                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                  |      | Н4, Н5                       |
| 12 | Как геномная селекция может быть использована для улучшения поголовья животных и какие методы применяются для оценки генетических характеристик?                                                 | ПК-5 | 34, 35,<br>У4, У5,<br>Н4, Н5 |
| 13 | Расскажите о роли генетического предрасположения и прогнозирования заболеваний в животноводстве и какие подходы используются для идентификации генетических маркеров, связанных с заболеваниями. | ПК-5 | 34, 35,<br>У4, У5,<br>Н4, Н5 |
| 14 | Объясните понятие генетического разнообразия популяций и как оно может быть оценено на основе генетических данных.                                                                               | ПК-5 | 34, 35,<br>У4, У5,<br>Н4, Н5 |
| 15 | Какие вызовы и ограничения связаны с биоинформационным анализом молекулярно-генетических данных в животноводстве?                                                                                | ПК-5 | 34, 35,<br>У4, У5,<br>Н4, Н5 |

### 5.5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

#### 5.3.2.1. Вопросы тестов

| №  | Содержание                                                                                                                                                                                      | Компетенция | ИДК |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1  | Что такое геномное секвенирование и какую информацию можно получить из геномных данных животных?                                                                                                | ПК-5        | 34  |
| 2  | Какие типы генетических маркеров используются в анализе генетических данных животных и как они помогают в исследовании генетической структуры популяций?                                        | ПК-5        | У4  |
| 3  | Объясните принципы ассоциативного анализа и как он применяется в животноводстве для выявления связи между генетическими вариантами и фенотипическими свойствами животных.                       | ПК-5        | У5  |
| 4  | Какие методы используются для филогенетического анализа на основе генетических данных и какие выводы могут быть сделаны о родстве между различными видами или популяциями?                      | ПК-5        | У4  |
| 5  | Как геномная селекция может быть применена в животноводстве и какие преимущества она предоставляет по сравнению с традиционными методами отбора?                                                | ПК-5        | У5  |
| 6  | Расскажите о роли генетического предрасположения и прогнозирования заболеваний в животноводстве и какие методы используются для идентификации генетических маркеров, связанных с заболеваниями. | ПК-5        | Н4  |
| 7  | Что такое генетическое разнообразие популяций и как оно может быть оценено на основе генетических данных?                                                                                       | ПК-5        | Н5  |
| 8  | Объясните различные этапы биоинформационного анализа молекулярно-генетических данных в животноводстве и какие инструменты и программы могут быть использованы на каждом этапе.                  | ПК-5        | Н4  |
| 9  | Какие вызовы и ограничения связаны с биоинформационным анализом молекулярно-генетических данных в животноводстве и какие меры предпринимаются для обеспечения качества и точности анализа?      | ПК-5        | Н5  |
| 10 | Какие типы генетических маркеров используются в анализе генетических данных животных и для чего они используются?                                                                               | ПК-5        | 34  |
| 11 | Что такое ассоциативный анализ и как он применяется в животноводстве для исследования связи между генотипом и фенотипом?                                                                        | ПК-5        | У5  |

|    |                                                                                                                                                       |      |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
| 12 | Как проводится филогенетический анализ на основе генетических данных, и какие выводы можно сделать о родстве между различными видами или популяциями? | ПК-5 | 34 |
| 13 | Как геномная селекция может быть использована для улучшения поголовья животных, и какие методы используются для оценки генетических характеристик?    | ПК-5 | 33 |
| 14 | Что такое генетическое разнообразие популяции и как оно может быть оценено на основе генетических данных?                                             | ПК-5 | 34 |
| 15 | Как генетические данные могут быть использованы для прогнозирования генетической предрасположенности к заболеваниям у животных?                       | ПК-5 | 33 |
| 16 | Какие методы и подходы используются для управления инбридингом и сохранения генетического разнообразия в популяциях животных?                         | ПК-5 | 34 |
| 17 | Какое значение имеет генетическое разнообразие в животноводстве?                                                                                      | ПК-5 | 33 |
| 18 | Молекулярно-генетические данные в животноводстве и какие меры предпринимаются для обеспечения качества и точности анализа?                            | ПК-5 | 34 |
| 19 | Как проводится филогенетический анализ на основе генетических данных.                                                                                 | ПК-5 | 33 |
| 20 | Расскажите о роли генетического предрасположения и прогнозирования заболеваний в животноводстве.                                                      | ПК-5 | 34 |

### 5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

| № | Содержание                                                                                                                                                                                                          | Компетенция | ИДК |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----|
| 1 | Объясните основные этапы геномного секвенирования и какая информация может быть получена из геномных данных животных.                                                                                               | ПК-5        | 34  |
| 2 | Расскажите о различных типах генетических маркеров, используемых в анализе генетических данных животных, и приведите примеры их применения.                                                                         | ПК-5        | У4  |
| 3 | Что такое ассоциативный анализ и как он может быть использован в животноводстве для поиска связей между генотипом и фенотипом? Приведите примеры исследований, проведенных с использованием ассоциативного анализа. | ПК-5        | У5  |
| 4 | Объясните, как проводится филогенетический анализ на основе генетических данных, и какие выводы можно сделать о родстве между различными видами или популяциями животных.                                           | ПК-5        | У4  |
| 5 | Как геномная селекция может быть применена для улучшения поголовья животных? Расскажите о методах оценки генетических характеристик и выборе кандидатов для разведения.                                             | ПК-5        | У5  |
| 6 | Объясните понятие генетического разнообразия популяции и как оно может быть оценено на основе генетических данных. Какие факторы могут влиять на генетическое разнообразие популяции животных?                      | ПК-5        | Н4  |
| 7 | Какие вызовы и ограничения связаны с биоинформационным анализом молекулярно-генетических данных в животноводстве? Укажите несколько примеров и объясните, как они могут быть преодолены.                            | ПК-5        | Н5  |
| 8 | Как генетические данные могут быть использованы для прогнозирования генетической предрасположенности к заболеваниям?                                                                                                | ПК-5        | Н4  |

|    |                                                                                                                                                                               |      |    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|
|    | ниям у животных? Объясните принципы разработки генетических тестов и их применение в животноводстве.                                                                          |      |    |
| 9  | Какие методы и подходы используются для управления инбридингом и сохранения генетического разнообразия в популяциях животных?                                                 | ПК-5 | Н5 |
| 10 | Расскажите о различных методах геномного секвенирования животных и их применении в анализе генетических данных.                                                               | ПК-5 | 34 |
| 11 | Что такое генетические маркеры и как они используются в анализе генетических данных животных?                                                                                 | ПК-5 | У5 |
| 12 | Объясните, что такое ассоциативный анализ и какие статистические методы применяются для анализа ассоциации между генотипом и фенотипом.                                       | ПК-5 | 34 |
| 13 | Как проводится филогенетический анализ на основе генетических данных? Какие выводы можно сделать о родстве между различными видами или популяциями?                           | ПК-5 | 33 |
| 14 | Как геномная селекция используется для улучшения поголовья животных?                                                                                                          | ПК-5 | 34 |
| 15 | Как генетические данные могут быть использованы для прогнозирования генетической предрасположенности к заболеваниям у животных? Какие методы и подходы применяются для этого? | ПК-5 | 33 |
| 16 | Расскажите о роли генетического разнообразия популяций в животноводстве и как оно может быть оценено на основе генетических данных.                                           | ПК-5 | 34 |
| 17 | Какие вызовы и ограничения связаны с биоинформационным анализом молекулярно-генетических данных в животноводстве?                                                             | ПК-5 | 33 |
| 18 | Расскажите о методах оценки генетических характеристик и выборе кандидатов для разведения?                                                                                    | ПК-5 | 34 |
| 19 | Приведите примеры типов генетических маркеров?                                                                                                                                | ПК-5 | 33 |
| 20 | Приведите примеры мер, применяемых для устранения отрицательных последствий инбридинга?                                                                                       | ПК-5 | 34 |

### 5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

| № | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Компетенция | ИДК    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| 1 | Задача по анализу геномных данных: Вам предоставляются последовательности ДНК нескольких особей одного вида животных. Ваша задача состоит в выравнивании последовательностей, поиске вариаций и идентификации генетических маркеров, связанных с определенным фенотипическим признаком                                                                      | ПК-5        | Н4, Н5 |
| 2 | Задача по ассоциативному анализу: Вам предоставляются генетические данные и фенотипические данные животных из определенной популяции. Ваша задача состоит в проведении ассоциативного анализа для идентификации генетических вариантов, связанных с конкретными фенотипическими характеристиками, такими как продуктивность, устойчивость к болезням и т.д. | ПК-5        | Н4, Н5 |
| 3 | Задача по филогенетическому анализу: Вам предоставляются генетические данные нескольких видов животных. Ваша задача состоит в построении филогенетического дерева для определения степени родства и эволюционных отношений между видами.                                                                                                                    | ПК-5        | Н4, Н5 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|
| 4  | Задача по генетическому предрасположению: Вам предоставляются генетические данные животных и информация о наличии определенных генетических вариантов, связанных с заболеваниями. Ваша задача состоит в оценке генетического риска и прогнозировании вероятности развития заболеваний у конкретных животных.                                                                                                      | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 5  | Задача по генетическому разнообразию: Вам предоставляются генетические данные популяции животных. Ваша задача состоит в оценке уровня генетического разнообразия, использовании различных методов для оценки генетической структуры популяции и определении стратегий для сохранения генетического разнообразия.                                                                                                  | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 6  | Задача по анализу генетических маркеров: Даны генетические данные нескольких животных и информация о генетических маркерах, таких как однонуклеотидные полиморфизмы (SNP). Ваша задача состоит в определении генотипов животных для выбранных генетических маркеров и анализе генетического разнообразия популяции на основе этих данных.                                                                         | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 7  | Задача по ассоциативному анализу: Вам предоставляются данные о генотипе и фенотипе животных для конкретного признака, например, удой молока. Ваша задача состоит в проведении ассоциативного анализа для выявления связи между генотипом и фенотипом, определении генетических маркеров, связанных с этим признаком, и оценке их значимости.                                                                      | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 8  | Задача по филогенетическому анализу: Вам предоставляются последовательности генов или белковых последовательностей нескольких видов животных. Ваша задача состоит в построении филогенетического дерева на основе этих данных с использованием подходящего метода (например, метода максимального правдоподобия или метода Нейтральной эволюции) и интерпретации результатов.                                     | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 9  | Задача по геномной селекции: Вам предоставляются данные о геноме нескольких животных и информация о желаемых генетических характеристиках, таких как устойчивость к заболеваниям или высокая продуктивность. Ваша задача состоит в проведении геномного анализа, идентификации генетических вариантов, связанных с этими характеристиками, и выборе кандидатов для разведения с использованием геномной селекции. | ПК-5 | Н4, Н5 |
| 10 | Задача по предсказанию генетической предрасположенности к заболеваниям: Вам предоставляются генетические данные животных и информация о генетических вариантах, связанных с определенными заболеваниями. Ваша задача состоит в анализе этих данных и предсказании генетической предрасположенности животных к определенным заболеваниям на основе их генотипа.                                                    | ПК-5 | Н4, Н5 |

#### 5.4. Система оценивания достижения компетенций

##### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

|                                                                                                      |            |                         |                   |                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|-------------------|------------------|------------|
| Способен обосновывать и внедрять биотехнологические методы совершенствования и воспроизводства стада |            |                         |                   |                  |            |
| Индикаторы достижения компетенции ПК-5                                                               |            | Номера вопросов и задач |                   |                  |            |
| Код                                                                                                  | Содержание | вопросы к экзамену      | задачи к экзамену | вопросы к зачету | вопросы по |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |      |                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|----------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |      | курсовому проекту (работе) |
| 34 | Знать биотехнологические методы выведения, совершенствования, сохранения и использования пород, типов и линий животных: искусственное осеменение, экстракорпоральное оплодотворение, трансплантация эмбрионов, клонирование, клеточная и хромосомная инженерия; | - | - | 1-15 | -                          |
| 35 | Знать правила отбора, оформления и предоставления биоматериалов от животных для генетической экспертизы в специальные лаборатории;                                                                                                                              | - | - | 1-15 | -                          |
| У4 | Уметь оценивать выведенные и совершенствуемые породы, типы, линии животных на отличимость, однородность и стабильность в установленном порядке;                                                                                                                 | - | - | 1-15 | -                          |
| У5 | Уметь корректировать разведение, скрещивание и гибридизацию животных для повышения эффективности выведения, совершенствования и использования пород, типов, линий.                                                                                              | - | - | 1-15 | -                          |
| Н4 | Иметь навыки представления результатов генетической экспертизы в системы информационного обеспечения по племенному животноводству для генетического мониторинга;                                                                                                | - | - | 1-15 | -                          |
| Н5 | Иметь навыки проведения оценки выведенных и совершенствуемых пород (типов, линий) животных на отличимость, однородность и стабильность.                                                                                                                         | - | - | 1-15 | -                          |

#### 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

| Способен обосновывать и внедрять биотехнологические методы совершенствования и воспроизводства стада |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         |                        |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Индикаторы достижения компетенции ПК-5                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                 | Номера вопросов и задач |                        |                                      |
| Код                                                                                                  | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                      | вопросы тестов          | вопросы устного опроса | задачи для проверки умений и навыков |
| 34                                                                                                   | Знать биотехнологические методы выведения, совершенствования, сохранения и использования пород, типов и линий животных: искусственное осеменение, экстракорпоральное оплодотворение, трансплантация эмбрионов, клонирование, клеточная и хромосомная инженерия; | 1-20                    | 1-20                   | 1-10                                 |

|    |                                                                                                                                                                    |      |      |      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| 35 | Знать правила отбора, оформления и предоставления биоматериалов от животных для генетической экспертизы в специальные лаборатории;                                 | 1-20 | 1-20 | 1-10 |
| У4 | Уметь оценивать выведенные и совершенствуемые породы, типы, линии животных на отличимость, однородность и стабильность в установленном порядке;                    | 1-20 | 1-20 | 1-10 |
| У5 | Уметь корректировать разведение, скрещивание и гибридизацию животных для повышения эффективности выведения, совершенствования и использования пород, типов, линий. | 1-20 | 1-20 | 1-10 |
| Н4 | Иметь навыки представления результатов генетической экспертизы в системы информационного обеспечения по племенному животноводству для генетического мониторинга;   | 1-20 | 1-20 | 1-10 |
| Н5 | Иметь навыки проведения оценки выведенных и совершенствуемых пород (типов, линий) животных на отличимость, однородность и стабильность.                            | 1-20 | 1-20 | 1-10 |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

| №  | Библиографическое описание                                                                                                                  | Тип издания   | Вид учебной литературы |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------|
| 1  | "Биоинформатика: Учебник" под редакцией А. В. Горелова и Е. А. Шагиевой                                                                     | Учебное       | Основная               |
| 2  | "Методы биоинформатики в генетике и селекции" под редакцией В. Г. Смирнова                                                                  | Учебное       | Основная               |
| 3  | "Генетика: Учебник" под редакцией Е. Г. Малеева и Л. Л. Шишова                                                                              | Учебное       | Основная               |
| 4  | "Биоинформатика: методы и алгоритмы анализа данных" под редакцией Е. В. Куликовского                                                        | Учебное       | Основная               |
| 5  | "Биоинформатика: методы и алгоритмы анализа данных" под редакцией Е. В. Куликовского                                                        | Учебное       | Основная               |
| 6  | Журнал Главный зоотехник                                                                                                                    | Периодическая |                        |
| 7  | Журнал Животноводство России                                                                                                                | Периодическая |                        |
| 8  | Животноводство: ежемесячный теоретический и научно-практический журнал / Министерство сельского хозяйства Союза ССР - М: Колос              | Периодическая |                        |
| 9  | Зоотехния [электронный ресурс] [ЭИ]                                                                                                         | Периодическая |                        |
| 10 | Проблемы биологии продуктивных животных учредитель ГНУ ВНИИ фармакологии, биохимии и питания с.-х. животных РАСХН [электронный ресурс] [ЭИ] | Периодическая |                        |

|    |                                                                                                                     |               |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|
| 11 | Проблемы биологии продуктивных животных. Учредитель: ГНУ ВНИИ фармакологии, биохимии и питания с.-х. животных РАСХН | Периодическая |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|

## 6.2. Ресурсы сети Интернет

### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

| № | Название                    | Размещение                                                              |
|---|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Лань                        | <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>               |
| 2 | ZNANIUM.COM                 | <a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>                   |
| 3 | ЮРАЙТ                       | <a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a> |
| 4 | IPRbooks                    | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>     |
| 5 | E-library                   | <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                 |
| 6 | Электронная библиотека ВГАУ | <a href="http://library.vsau.ru/">http://library.vsau.ru/</a>           |

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

| № | Единая межведомственная информационно-статистическая система        | <a href="https://fedstat.ru/">https://fedstat.ru/</a>                                                                       |
|---|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | База данных показателей муниципальных образований                   | <a href="http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm">http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm</a> |
| 2 | База данных ФАОСТАТ                                                 | <a href="http://www.fao.org/faostat/ru/">http://www.fao.org/faostat/ru/</a>                                                 |
| 3 | Портал открытых данных РФ                                           | <a href="https://data.gov.ru/">https://data.gov.ru/</a>                                                                     |
| 4 | Справочная правовая система Гарант                                  | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>                                                           |
| 5 | Справочная правовая система Консультант Плюс                        | <a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>                                                                     |
| 6 | Профессиональные справочные системы «Кодекс»                        | <a href="https://texэксперт.сайт/sistema-kodeks">https://texэксперт.сайт/sistema-kodeks</a>                                 |
| 7 | Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям | <a href="http://agris.fao.org/">http://agris.fao.org/</a>                                                                   |
| 8 | База данных показателей муниципальных образований                   | <a href="https://fedstat.ru/">https://fedstat.ru/</a>                                                                       |

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

| № | Название                            | Размещение                                            |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | Все ГОСТы                           | <a href="http://vsegost.com/">http://vsegost.com/</a> |
| 2 | Министерство сельского хозяйства РФ | <a href="http://mcx.ru/">http://mcx.ru/</a>           |

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
| Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная тех-                                                                                                                 | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 114а, а. 169                                                                                                                                                                                          |

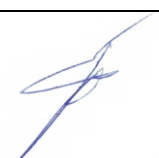
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду используемое программное обеспечение: MS Windows /Linux /Ред ОС, MS Office / OpenOffice/LibreOffice, Adobe Reader / DjVu Reader, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, eLearning server.                                                                                                  |                                                                                               |
| Лаборатория молекулярной генетики сельскохозяйственных животных, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»: лабораторной оборудование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 142132, Московская область, городской округ Подольск, поселок Дубровицы, 60                   |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice | 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 114б, а. 18 (с 16 часов до 19 часов) |

## 7.2. Программное обеспечение

### 7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

| № | Название                                                     | Размещение               |
|---|--------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Операционные системы MS Windows / Linux                      | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice     | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 3 | Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader    | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 4 | Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 5 | Антивирусная программа DrWeb ES                              | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 6 | Программа-архиватор 7-Zip                                    | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 7 | Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic                | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 8 | Платформа онлайн-обучения eLearning server                   | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 9 | Система компьютерного тестирования AST Test                  | ПК в локальной сети ВГАУ |

## 8. Междисциплинарные связи

| Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование           | Кафедра, с которой проводилось согласование | Подпись руководителя                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Маркер-ориентированная селекция сельскохозяйственных животных и птиц, | ПИШ «Агроген»                               |  |

**Лист периодических проверок рабочей программы  
и информация о внесенных изменениях**

[illegible]