



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет агрономии и биотехнологии  
Кафедра земледелия и методики опытного дела

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по науке  
и инновационному развитию

С.Д. Белопухов  
« 30 » августа 2018 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ БИОИНФОРМАТИКА**

для подготовки кадров высшей квалификации  
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
Агрофизика

ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направление подготовки (шифр, название): 35.06.01– Сельскохозяйственные науки


Год обучения 2

Семестр обучения 4

Язык преподавания русский

Москва, 2018

Автор рабочей программы: Калашникова Е.А., доктор биологических наук,  
профессор

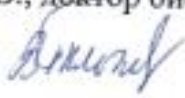
 «02» 07 2018 г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока I  
«Дисциплины (модули)» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень  
подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки  
35.06.01– Сельскохозяйственные науки, утвержденного приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г.  
№ 871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33686.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, биотехнологии,  
селекции и семеноводства

И.О. зав. кафедрой Пыльнев В.В., доктор биологических наук, профессор

 «02» 07 2018 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д.б.н., профессор



**Проверено:**

Начальник учебно-методического отдела  
Управления подготовки кадров  
высшей квалификации



С.А. Дикарева

**Согласовано:**

И.о.декана факультета Леунов В.И., доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

  
«28» 08 2018 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета агрономии и биотехнологии, протокол от «28» 08 2018 г № 13

Секретарь ученого совета факультета Заренкова Н.В. канд.с.-х. наук, доцент

  
«28» 08 2018 г.

Программа принята учебно-методической комиссией факультета агрономии и биотехнологии протокол от «28» 08 2018 г № 12


Председатель учебно-методической комиссии Лазарев Н.Н., д.с.-х.н.,  
профессор

  
«28» 08 2018 г.

И.О. зав. кафедрой Пыльнев В.В., доктор биологических наук, профессор

  
«28» 08 2018 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

  
\_\_\_\_\_

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>6</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>7</b>
<b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>7</b>
<b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....</b>	<b>11</b>
<b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ.....</b>	<b>11</b>
<b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>11</b>
7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....	11
7.2 Содержание дисциплины.....	12
7.3 Образовательные технологии.....	15
7.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....	15
<b>8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>16</b>
<b>9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....</b>	<b>19</b>
9.1 Перечень основной литературы.....	19
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	19
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	19
9.4 Описание материально-технической базы.....	19
9.4.1 Требования к аудиториям.....	20
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ПО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>20</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>20</b>

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Биоинформатика» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 35.06.01– Сельскохозяйственные науки, направленности программы Агрофизика.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области Биоинформатики, в частности растений, животных и микроорганизмов. Дисциплина (модуль) «Биоинформатика» в системе сельскохозяйственных наук изучает основные объекты и методы исследований в биоинформатики, а также способы решения биоинформатических проблем. Излагаются вопросы о применении алгоритмов и программных инструментов в современной генетике, биотехнологии и сельском хозяйстве. Аспиранты получают представление о достижениях в области биоинформатике для растений, животных, микроорганизмов и человека. Рассматриваются вопросы анализа биологических текстов с использованием высокопроизводительных алгоритмов и современного вычислительного оборудования.

Общая трудоемкость учебной дисциплины (модуля) «Биоинформатика» составляет 6 зачетных ед., в объеме 216 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью тестовых заданий, решению типовых задач, а также оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачет с оценкой.

**Ведущие преподаватели:** Калашникова Е.А., доктор биологических наук, профессор кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства.

## **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.01.01 - «Биоинформатика» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области биоинформатики, познания современных методов биоинформатики, ознакомление с современными достижениями в области биоинформатики.

Задачи дисциплины:

- научить аспиранта подбирать, обрабатывать и анализировать научно-техническую и патентную информацию по тематике исследования с использованием специализированных баз данных, включая интернет-технологии;
- проводить поиск и разрабатывать новые эффективные пути решения биоинформатических проблем, использовать современные и адекватные программные продукты, включая наиболее производительные алгоритмы обработки биологических текстов;
- уметь выделять, идентифицировать и проводить анализ основных вычислительных проблем в научной практике;
- понимать биохимические и биологические закономерности процессов биосинтеза, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, метаболических путей и особенностей утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма;
- создавать теоретические модели, позволяющие получать релевантные данные в рамках целевого исследования;
- уметь подготавливать научно-техническую отчетную документацию, аналитические обзоры и справки, документацию для участия в конкурсах научных проектов, публикации научных результатов.

**2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).**

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.01 «Биоинформатика» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Биоинформатика» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по программе аспирантуры, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета

факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов: Раздел 1 – Базы данных и работы с ними, Раздел 2. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются профильные дисциплины магистратуры или специалитета.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности и написании научно-квалификационной работы (диссертации) по направленности программы Агрофизика.

Дисциплина (модуль) является основополагающей в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 35.06.01– Сельскохозяйственные науки, направленности программы Агрофизика.

Особенностью учебной дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.01.01 - «Биоинформатика» является углубленная теоретическая и практическая направленность. Аспирантам в области агрофизики необходимо познакомиться с основными достижениями в области биоинформатики и направлениями исследований в России и за рубежом. Это предполагает знания объектов, принципов и современных методов биоинформатики.

**3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из которых 18,35 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (6 часов занятия лекционного типа, 6 – практического и 6 – семинарского типа, 0,35 – сдача зачета), 197,65 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (из них 9 час. – подготовка к сдаче зачета).

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры**

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

ОПК-1 – владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции,

ОПК-2 - владением культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной

продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий

ОПК-3 - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав,

ПК-1 готовность к формированию оптимальных агрофизических условий в агроэкосистемах на основе различных принципов диагностики и оценки агрофизических показателей плодородия с целью регулирования агрофизических параметров пахотных почв,

УК-1 - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

УК-3 - готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

Освоение учебной дисциплины (модуля) «Биоинформатика» направлено на формирование у аспирантов компетенций, представленных в таблице 1.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью коллоквиумов, тестовых заданий, решению типовых задач, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачет с оценкой.



Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Биоинформатика», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции	Методы для проведения исследований в области агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции	Применять на практике методы и теоретические знания для решения задач в области агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции	Теоретическими знаниями для проведения исследований в области агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции
2	ОПК-2	владением культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	Новые информационно-коммуникационные технологии для проведения исследований в области агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции	Применять теоретические и практические знания для проведения исследований в области агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции	Новыми информационно-коммуникационными технологиями для проведения исследований в области защиты растений, агрономии и др.
3	ОПК-3	способностью к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства	Принципы разработки новых методов исследований, в частности биоинформатики для применения на практике	Применять на практике современные методы биоинформатики для проведения исследований в области защиты растений, селекции и др	Навыками работы с базой данных для проведения исследований в области защиты растений, генетики и др.

		территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав			
4	ПК-1	готовность к формированию оптимальных агрофизических условий в агроэкосистемах на основе различных принципов диагностики и оценки агрофизических показателей плодородия с целью регулирования агрофизических параметров пахотных почв	Информационные базы для диагностики и оценки агрофизических показателей плодородия с целью регулирования агрофизических параметров пахотных почв	Применять знания в области биоинформатики для диагностики и оценки агрофизических показателей плодородия с целью регулирования агрофизических параметров пахотных почв	Навыками диагностики и оценки агрофизических показателей плодородия с целью регулирования агрофизических параметров пахотных почв
5	УК-1	способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	современные научные достижения в области защиты растений и методы их диагностики с помощью биоинформатики	Проводить критический анализ мировых и российских достижений в области защиты растений с применением биоинформатики	Навыками критически оценивать мировые достижения и генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
6	УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Принципы работы в российских и международных исследовательских коллективах по решению задач в области защиты растений	Находить контакт с исследователями разных стран для совместного участия в проектах	Навыками работы в российских и международных исследовательских коллективах по решению научных и научно-образовательных задач

**5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия** – наличие знаний на уровне вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 06.01.03 – Агрофизика.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по физиологии, биохимии, физике, селекции растений, генетики, основ информатики.

## **6. Формат обучения**

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## **7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения.**

### **7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### **Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,52</b>	<b>18,35</b>
Лекции (Л)	0,17	6
Практические занятия (ПЗ)	0,17	6
Семинары (С), в т.ч. контактная работа в период аттестации)	0,18	6,35
<b>Самостоятельная работа (СРА)</b>	<b>5,48</b>	<b>197,65</b>
в том числе:		
самоподготовка к текущему контролю знаний	5,23	188,65
подготовка к зачету с оценкой	<b>0,25</b>	<b>9</b>
Вид контроля:		зачет с оценкой

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3

Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практич. занятие	Семинар	
<b>Раздел 1. Базы данных и работа с ними</b>	<b>94,65</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>88,65</b>
Тема 1-1. Базы данных научно-технической информации.	32	2			30
Тема 1-2. Базы данных биологических текстов.	32			2	30
Тема 1-3. Работа с базами данных биологических текстов.	30,65		2		28,65
<b>Раздел 2. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах</b>	<b>112</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>100</b>
Тема 2-1. Сравнение последовательностей.	22	2			20
Тема 2-2. Поиск гомологичных последовательностей.	24		2	2	20
Тема 2-3. Статистическая обработка биологических текстов.	22	2			20
Тема 2-4. Анализ и предсказание функциональной активности.	22			2	20
Тема 2-5. Анализ и предсказание структуры биологических молекул.	22		2		20
Контактная работа в период аттестации	0,35			0,35	
Зачет с оценкой	9				9
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>216</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6,35</b>	<b>197,65</b>

## **Содержание дисциплины (модуля)**

### **Лекционные занятия**

#### **Раздел I. Базы данных и работа с ними**

Тема 1-1. Базы данных научно-технической информации.

Научно-техническая информация как основа для дальнейших исследований. Специфика депонирования научных публикаций и технических данных. Правила публикации научных данных. Виды публикаций. Размещение патентной информации.

Поиск опубликованных материалов по теме исследования. Общий и специализированный поиск. Использование операторов поиска для конкретизации ответа поисковой машины.

Получение доступа к полнотекстовым публикациям. Правовые аспекты доступа к полнотекстовым статьям. Авторское право.

Базы данных научно-технической информации. PubMed, eLibrary и т.д.

#### **Раздел II. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах**

Тема 2-1. Сравнение последовательностей.

Сравнение последовательностей — наивный метод. Редакционное расстояние. Выравнивание. Обзор подходов к сравнению последовательностей.

Вывод информации при автоматическом сравнении последовательностей, основные форматы данных. Переносимость данных от различных программных продуктов. Обзор программ сравнения последовательностей.

Тема 2-3. Статистическая обработка биологических текстов.

Статистический подход к анализу биологических текстов. Поиск закономерностей. Регрессионный анализ. Байесовский анализ. Метод опорных векторов. Применение нейросетей для анализа биологических текстов. Современные программные инструменты для реализации статистического анализа биологических текстов.

Таблица 4

**Содержание практических и семинарских занятий по дисциплине и  
контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
<b>Раздел I. Базы данных и работа с ними</b>				<b>4</b>
1	Тема 1-2. Базы данных биологических текстов.	<b>Семинар №1</b> «Обзор баз данных биологических текстов»	оценка уровня знаний по теме - опрос	2
2	Тема 1-3. Работа с базами данных биологических текстов.	<b>Практическое занятие № 1</b> «Поиск информации по целевым исследованиям в открытых базах данных»	Защита практической работы № 1	2
<b>Раздел II. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах</b>				<b>8</b>
3	Тема 2-2. Поиск гомологичных последовательностей.	<b>Практическая работа № 2</b> «Поиск и анализ нуклеотидных и аминокислотных последовательностей по теме исследования»	Защита практической работы № 2	2
		<b>Семинар № 2</b> «Поиск и анализ нуклеотидных и аминокислотных последовательностей по теме исследования» (Продолжение)	оценка уровня знаний по теме - опрос	2
4	Тема 2-4. Анализ и предсказание функциональной активности.	<b>Семинар №3</b> «Анализ и предсказание функциональной активности.»	оценка уровня знаний по теме - опрос	2
5	Тема 2-5. Анализ и предсказание структуры биологических молекул.	<b>Практическое занятие № 3 №4</b> «Анализ и предсказание структуры биологических молекул.»	Защита практической работы № 3	2
	Контактная работа в период аттестации			0,35
	<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>			12,35

### 7.3. Образовательные технологии

Таблица 5

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Работа с базами данных биологической информации.	Диалог, работа в малых группах, беседа по теме занятия.	2
2	Сравнение последовательностей.	Диалог, работа в малых группах, беседа по теме занятия.	2
3	Предсказание функциональной активности последовательностей и мотивов.	Диалог, работа в малых группах, беседа по теме занятия.	2
Всего			6

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 6 часа (33 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

### 7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля)

Таблица 6

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Раздел I. Базы данных и работа с ними</b>			<b>88,65</b>
1	Тема 1-1. Базы данных научно-технической информации.	1. Понятие биоинформатики. 2. Базы данных. 3. Классификация баз НТИ.	30
2	Тема 1-2. Базы данных биологических текстов.	1. Типизация баз данных биологических текстов, 2. Курируемые б.д..	30
3	Тема 1-3. Работа базами данных биологических текстов.	1. Обмен информацией с базами данных биологической информации. 2. Автоматический доступ к б.д.	28,65
<b>Раздел II. Алгоритмы поиска и обработки информации, содержащейся в биологических текстах</b>			<b>100</b>
4	Тема 2-1. Сравнение последовательностей.	1. Обзор алгоритмов сравнения последовательностей. 2. Локальное выравнивание 3. Глобальное выравнивание	20

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
5	Тема 2-2. Поиск гомологичных последовательностей.	1. Применение локального выравнивания для поиска гомологичных последовательностей 2. Алгоритм BLAST	20
6	Тема 2-3. Статистическая обработка биологических текстов.	1. Обзор статистических подходов к анализу последовательностей. 2. Алгоритмы кластеризации.	20
7	Тема 2-4. Анализ и предсказание функциональной активности.	1. Инструменты предсказания активности. 2. Поиск регуляторных мотивов.	20
8	Тема 2-5. Анализ и предсказание структуры биологических молекул.	1. Предсказание третичной структуры полипептидов 2. Анализ вторичной структуры РНК.	20
	Подготовка к зачету с оценкой		9
<b>ВСЕГО</b>			<b>197,65</b>

#### **8. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств, включающий:**

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты» (См. карты компетенций)
- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

#### **Примерный перечень вопросов к зачёту по дисциплине (модулю):**

1. Парное выравнивание. Виды, авторы алгоритмов, цели, значение. Глобальное выравнивание.
2. Вторичные структуры белков, их характеристики и предсказание. ПО и сервисы.
3. Локальное выравнивание. Цели, значение. Алгоритм локального выравнивания.
4. Биоинформатика. Объекты биоинформатики. Задачи, решаемые этой наукой. Методы биоинформатики.
5. Матрицы сравнения последовательностей. PAM, BLOSUM.
6. Основные алгоритмы построения филогенетических деревьев – их достоинства и недостатки. UPGMA и NJ (их отличия), максимальной бережливости (maximal parsimony), максимального правдоподобия, минимальной эволюции.
7. Группы аминокислот. Группировка аминокислот с эволюционной и



структурной точек зрения.

8. Открытая рамка считывания. Её нахождение и транскрибция. Поиск открытых рамок считывания – методы.

9. Биоинформатика и филогенез. Молекулярные часы. Клада, OTU, ветвь, лист, корень. Ультраметрическое и неультраметрическое дерево. Ортологи, паралоги, гомологи, ксенологи.

10. Определение филы, таксона, вида. Филогенетические деревья видов и генов, их различия.

11. Какой тест может быть проведен на филогенетическом дереве, построенном по NJ алгоритму, чтобы высказать предположение о его корректности.

12. Редакционное расстояние между двумя последовательностями. Сложность наивного алгоритма его определения.

13. Локальное выравнивание, задачи, примеры.

14. Множественное выравнивание.

15. Третичная структура белка. Фолдинг.

16. Предсказание третичной структуры белка. Моделирование гомологов. Методы, ПО и сервисы.

17. Предсказание третичной структуры белка. Распознавание фолда. ПО, сервисы.

18. Динамическое программирование и выравнивание последовательностей. Способы оптимизации поиска – FASTA, BLAST.

19. Классификации белков. Базы данных Pfam, SCOPE, CATH, NCBI, ENTREZ и BLAST – назначение, инструменты, задачи.

20. Штрафы за вставку промежутка, схемы, различия.

21. Профиль и консенсус. Сходство и различия.

22. Выравнивание и его статистическая достоверность. Bootstrap.

23. Докинг – цель и задачи. Трудности.

24. Жёсткий докинг. Методы, применение.

25. Гибкий докинг.

26. Экспериментальное определение структур белка. Рентгено-структурный анализ.

27. Экспериментальное определение структур белка. Ядерно-магнитный резонанс.

28. Экспериментальное определение структуры белка. Оценка качества полученной структуры.

29. Hamming distance и Edit distance – отличия.

30. Метод GOR и Chou-Fasman. Их применение.

31. Интерпретация результатов выравнивания – Score, E-value. Проверка достоверности полученного выравнивания.

32. BLAST. Алгоритм поиска оптимального выравнивания. Состав BLAST на NCBI.

33. Почему динамическое программирование используется для парного выравнивания и практически не применяется для выравнивания

нескольких последовательностей (MSA)?

34. Штрафы за вставку промежутков. Аффинные и линейные штрафы, их сравнение и влияние на выравнивание.

35. Что может сказать об эволюционном процессе организмов свойство ультраметричности построенного для них дерева (при условии его истинности)?

36. Свойство аддитивности филогенетического дерева. Его определение.

37. Алгоритм BLAST поиска последовательностей в банках данных. Известные программные реализации алгоритма BLAST. Организация программного интерфейса NCBI BLAST.

38. Оценка правдоподобия находок в алгоритме BLAST.

39. Методы определения матриц замен. Структура матрицы замен.

40. Парное выравнивание, оценка качества парного выравнивания. Эволюционный смысл парного выравнивания.

41. Множественное выравнивание. Сравнение 2-х профилей выравнивания. Программные реализации алгоритмов построения множественного выравнивания. Метод «прогрессивного» построения

множественного выравнивания.

42. Алгоритм построения парного выравнивания Нидельмана-Вунша (Needleman-Wunsch).

43. Алгоритм построения парного выравнивания Смита-Уотермана (Smith-Waterman).

44. Представление Кластерных и филогенетических деревьев. Пакет программ для манипуляции с деревьями phylib. Newick формат представления деревьев.

45. Алгоритм UPGMA построения кластерных деревьев.

46. Алгоритм присоединения ближайшего соседа построения кластерных деревьев (Neighbor Joining).

47. Мировые банки данных и связи между ними.

48. Принцип организации GeneBank. Структура записи в GeneBank.

49. Принцип организации UniProt. Структура записи Swiss-Prot.

50. Назначение и организация банка EnsEMBL. Описание таблиц EnsEMBL, организация склейки генома.

51. Организация Web-интерфейса к геному в EnsEMBL.

52. Хранение пространственной структуры макромолекул. Банк данных PDB (Protein Databank). Структура записи PDB (структура .pdb файла).

53. Средства просмотра .pdb файлов, программа rasmol и её командный язык.

- Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине: зачет с оценкой.**

## **9. Ресурсное обеспечение**

### **9.1 Перечень основной литературы**

1. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт. – 2016. – 252 с.
2. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений./ Учебное пособие, РГАУ-МСХА, 2012, 318 с.
3. Шевелуха В.С., Калашникова Е.А., Воронин Е.С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. - Учебник. М.:Высшая школа, 2008. - 469 с.
4. Леска А Введение в биоинформатику. М.:БИНОМ, - 2009. -305 с.
5. Ригден Д.Дж. Структура и функционирование белков: Применение методов БИОИНФОРМАТИКИ. М.:URSS. – 2014.

### **9.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Биотехнология: теория и практика (учебное пособие) / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина: Под ред. Н.В.Загоскиной. – М.: Из-во Оникс, 2009, 496 с.
2. Будаговский А.В. Дистанционное межклеточное взаимодействие. М.:НПЛЦ «Техника», 2004, 104 с.

### **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

<http://molbiol.ru> – Интернет-портал по классической и молекулярной биологии

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center for Biotechnology Information

[http://www.rusbiotech.ru/data\\_base/](http://www.rusbiotech.ru/data_base/) - База данных Русбиотех

<http://www.biotechnologie.de/> - Германская информационная платформа по биотехнологии

<http://rosalind.info/problems/locations/> - он-лайн система для обучения биоинформатике.

<http://molbio.ru> – База данных по аллелям полиморфных локусов ДНК

### **9.4 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Биоинформатика» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. аудитории с мультимедийным оборудованием, компьютерами и выходом в сеть интерн.

#### **9.4.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) «Биоинформатика» необходимо иметь аудитории оснащенные мультимедийными установками и компьютерной техникой, которая должна быть подключена к сети «Интернет» для обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду университета и других организаций.

#### **10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа аспирантов над дисциплиной Б1.В.ДВ.01.01 - «Биоинформатика» (заключается в систематической работе с учебными пособиями и конспектом лекций, подготовке к лабораторно-практическим занятиям и семинарам. При выполнении тестовых задач необходимо проработать все предлагаемые тесты. Все сложные вопросы по теории и практике разбираются на семинарских занятиях. Для плохо успевающих аспирантов необходимо организовывать консультации.

#### **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

В процессе слушания лекций необходимо для аспирантов создавать резерв времени. Неумение слушать лекции приводит к тому, что у аспиранта создаются «авральные» периоды умственного труда, особенно перед зачетом или экзаменом. Аспиранту надо учиться думать над конспектами уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение двух часов. Рекомендуется делить конспект на две рубрики: в первую записывать кратко изложение лекции, во вторую – то, над чем надо подумать; сюда нужно заносить узловые, главные вопросы.

1. Аспиранту необходимо ежедневно читать учебную и научную литературу по изучаемой дисциплине и по теме исследований. Читать внимательно и вдумчиво ежедневно 10–15 страниц научной и научно-популярной литературы.

2. Аспиранту необходимо умело найти по главным научным проблемам фундаментальные книги, научные труды, а также первоисточники.

3. Необходимо аспиранту создавать себе внутренние стимулы, которые направлены на достижение поставленной цели. Самое интересное всегда желательно оставлять на конец работы.

4. Для каждой работы аспиранту необходимо искать наиболее рациональные приёмы умственного труда, избегать трафарета и шаблона. Необходимо находить время на то, чтобы глубоко осмыслить сущность фактов, явлений, закономерностей, с которыми имеем дело. Чем глубже аспирант вдумывается, тем прочнее у него остается в памяти новый материал. Аспирант не должен стараться запомнить – это будет напрасная трата времени.

Автор рабочей программы:

Доктор биологических наук, профессор  
Калашникова Е.А.

