

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: и.о. директора института агrobiотехнологии

Дата подписания: 15/04/2024 10:14:57

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb11d176898cc51f245ad12c3f716ce658



**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)**

Институт агrobiотехнологии  
Кафедра биотехнологии



УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора Института  
агrobiотехнологии  
А.В. Шитикова  
“ 28 ” августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.36 «ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ БИОЛОГИИ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.03.01 – Биотехнология

Направленность: Биотехнология микроорганизмов

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Москва, 2023

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент ЧЕР  
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук ДХ «28» 08 2023г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор ИГ  
«28» 08 2023г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 53 от «28» 08 2023г.

И.о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент ЧЕР  
«28» 08 2023г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д-р с.-х. наук, профессор Ш  
«28» 08 2023г.

Заведующий выпускающей  
кафедрой микробиологии и иммунологии  
Козлов А.В., д-р биол. наук, доцент К  
«28» 08 2023г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ершова А.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТВЕТСТВЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	9
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
7.1 Основная литература.....	16
7.2 Дополнительная литература.....	16
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	17
8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	18

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.36 «Основы системной биологии» для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленность «Биотехнология микроорганизмов»

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических знаний в области современной системной биологии, прежде всего, геномики и протеомики, принципов использования методов системной биологии для решения современных задач сельского хозяйства, медицины и др.; изучения, анализа, использования биологических объектов и процессов, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях; поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; проведение экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, наблюдений и измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных, применения математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7.

**Краткое содержание дисциплины:** Курс «Основы системной биологии» предназначен для изучения студентами бакалавриата основ современной системной биологии, а также возможностей применения знаний с целью изучения фундаментальных принципов жизни и возможностей улучшения их признаков и свойств живых объектов. Дисциплина имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы системной биологии» являются «Математическая статистика», «Введение в профессиональную деятельность», «Общая биология», «Общая генетика», «Физиология растений», «Основы молекулярной биологии», «Основы научных исследований в биотехнологии», «Основы биотехнологии», «Основы моделирования в биологии», «Основы биоинформатики». Дисциплина «Основы системной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Внурология», «Прикладные аспекты биотехнологии», «Основы микробной биотехнологии», «Основы бианотехнологий».

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:**  
180 (5 зач.ед.) / 0

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы системной биологии» является освоение студентами теоретических знаний в области современной системной биологии, прежде всего, геномики и протеомики, принципов использования методов системной биологии для решения современных задач сельского хозяйства, медицины и др.; изучения, анализа, использования биологических объектов и процессов, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях; поиска, хранения, обработки и анализа профессиональной информации из различных источников и баз данных, представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности; проведение экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, наблюдений и измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных, применения математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы. В процессе обучения студенты знакомятся с принципами использования методов системной биологии для решения современных задач сельского хозяйства, медицины и др., а также с достижениями в этой области науки.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 19.03.01 – Биотехнология, в рамках которого изучается данная дисциплина.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Основы системной биологии» включена в обязательную часть учебного плана. Дисциплина «Основы системной биологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы системной биологии» являются «Математическая статистика», «Введение в профессиональную деятельность», «Общая биология», «Общая генетика», «Физиология растений», «Основы молекулярной биологии», «Основы научных исследований в биотехнологии», «Основы биотехнологии», «Основы моделирования в биологии», «Основы биоинформатики».

Дисциплина «Основы системной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Вирусология», «Прикладные аспекты биотехнологии», «Основы микробной биотехнологии», «Основы бионанотехнологий».

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков.

Рабочая программа дисциплины «Основы системной биологии» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции (или ее части)	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Индикаторы компетенций (доп 3+4)	Знать	Уметь
1.	ОПК-1	Способны изучать, выявлять, логические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач профессиональной деятельности	применять знание основных законов математических и естественных наук	навыками анализа типовых задач профессиональной деятельности и поиска методов их решения
2.			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения стандартных профессиональных задач	применять знание основных законов математических и естественных наук	навыками анализа стандартных задач профессиональной деятельности и поиска методов их решения
3.			ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	исследовать области профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
4.	ОПК-2	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности	современные информационные компьютерные и сетевые технологии и базы данных и перспективы их использования при производстве биотехнологической продукции	применять знания современных информационных, компьютерных и сетевых технологий и баз данных при производстве биотехнологической продукции	навыками использования современных информационных, компьютерных и сетевых технологий и баз данных при производстве биотехнологической продукции
5.			пакеты прикладных программ для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве биотехнологических и др.	осваивать пакеты прикладных программ для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов и объектов при производстве биотехнологических и др.	физическими принципами переработки информации, базами информационных данных
6.	ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдая	основные математические, физические, химико-биологические, физиологические, биохимические, биологические	демонстрировать знание основных математических, физических, химико-биологических, физиологических, биохимических, биологических	навыками основных математических, физических, химико-биологических, физиологических, биохимических, биологических

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
7.		и измерения, обрабатывать экспериментальные данные, применять математические, физические, химико-биологические, физиологические, биохимические, биологические методы	физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований ОПК-7.2 Под руководством специалиста выполняет работу более высокой квалификации математических, химических, физиологических, биохимических, биологических методов экспериментальных исследований	основные математические, физические, химико-биологические, физиологические, биохимические, биологические методы экспериментальных исследований	использовать под руководством специалиста более высокой квалификации математических, химических, физиологических, биохимических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований	навыками использования математических, физических, химико-биологических, физиологических, биохимических, биологических методов экспериментальных исследований

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

#### 4. Структура и содержание дисциплины 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2  
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам № 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	92,4	92,4
Аудиторная работа	92,4	92,4
в том числе:		
лекции (Л)	30	30
практические занятия (ПЗ)	60	60
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	87,6	87,6
самостоятельное изучение разделов, самостоятельная подготовка и повторение лекционного материала и материала учебников, учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	63	63
подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

#### 4.2 Содержание дисциплины

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. Введение в системную биологию	23	6	8	-	9
Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	23	6	8	-	9
Раздел 2. Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты	67	12	28	-	27
Тема 2.1. Сиквенсы и базы данных. Поиск генов	21	4	8	-	9
Тема 2.2. Выравнивание последовательностей	23	4	10	-	9

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном уровне. Филогенетический анализ	23	4	10	-	9
Раздел 3. Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты	63	12	24	-	27
Тема 3.1. Методы протеомики	21	4	8	-	9
Тема 3.2. Экспрессионная протеомика	21	4	8	-	9
Тема 3.3. Защита растений и стресс	21	4	8	-	9
консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
подготовка к экзамену (контроль)	24,6	-	-	-	24,6
Итого по дисциплине	180	30	60	2,4	87,6

#### Раздел 1. Введение в системную биологию

Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы

Понятие системы. Принципы системной биологии. Омиксные технологии. Геномика. Протеомика. Метабомика. Транскриптомика. Интерактомика. Липидомика. Гликомика. Нутриомика.

#### Раздел 2. Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты

Тема 2.1. Сиквенсы и базы данных. Поиск генов

Геномная эра. Состав генома. Пробабилистические модели последовательностей геномов. Аннотирование генома: статистический анализ последовательностей. Поиск данных: GenBank, EMBL и DDBJ. Геном человека. Гены и протенны. Аннотирование генома: поиск генов. Детекция ложных сигналов: тестирование гипотез.

Тема 2.2. Выравнивание последовательностей

О выравнивании последовательностей. О сходстве последовательностей. Выравнивание последовательностей: глобальное и локальное. Статистический анализ выравниваний. BLAST: быстрое локальное выравнивание. Множественное выравнивание последовательностей. Компьютерный анализ выравниваний.

Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном уровне. Филогенетический анализ

«Загадочная» болезнь. Эволюция и естественный отбор. ВИЧ и иммунная система человека. Количественная оценка естественного отбора по ДНК-последовательностям. Оценка KA/KS. Разбор примера: естественный отбор и геном ВИЧ. О деревьях и эволюции. Предполагающиеся деревья. Разбор примера: филогенетический анализ эпидемии SARS. Формат Newick.

#### Раздел 3. Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты

Тема 3.1 Методы протеомики  
Введение в протеомику: использование в биологии растений. Гель-электрофорез. Масс-спектрометрия: идентификация растительных протеинов. Химические методы. Секретом. Пептидомика.

Тема 3.2. Экспрессионная протеомика  
Обзор протеома Arabidopsis. Протеомика риса. Протеомика бобовых. Протеом развития и прорастания семян. Протеом эндосперма и амиллопласта зерновых. Протеом корня, листа, пыльника, пыльцы.

Тема 3.3. Защита растений и стресс  
Протеомика защитного ответа растения. Протеомный анализ клеточного ответа на абиотический стресс. Протеомика биотрофных отношений растений и микроорганизмов. Протеомика в контексте системной биологии.

#### 4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Введение в системную биологию</b>					
1.	Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	Лекция № 1 «Принципы системной биологии»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	-	6
2.		Практическое занятие № 1 «Омиксные технологии и их применение»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	устный опрос	8
<b>Раздел 2. Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты</b>					
3.	Тема 2.1. Сиквенсы и базы данных. Поиск генов	Лекция № 2 «Базы данных биологических последовательностей»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	4
4.		Практическое занятие № 2 «Работа с базами данных»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос, тестирование	8
5.	Тема 2.2. Выравнивание последовательностей	Лекция № 3 «Выравнивание последовательностей»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	4
6.		Практическое занятие № 3 «Глобальное и локальное выравнивание»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	10

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
7.	Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном уровне. Филогенетический анализ	Лекция № 4 «Естественный отбор на молекулярном уровне» Практическое занятие № 4 «Филогенетические деревья»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2 ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	- устный опрос	4 10
<b>Раздел 3. Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты</b>					
8.	Тема 3.1 Методы протеомики	Лекция № 5 «Методы протеомики»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	4
		Практическое занятие № 5 «Базы данных протеомов»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	8
	Тема 3.2. Экспрессионная протеомика	Лекция № 6 «Экспрессионная протеомика»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	4
9.		Практическое занятие № 6 «Протеом органов и тканей»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	8
	Тема 3.3. Защита растений и стресс	Лекция № 7 «Защита растений и стресс»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	β	4
10.		Практическое занятие № 7 «Протеомика защитного ответа растения»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	9

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения дисциплины
<b>Раздел 1 «Введение в системную биологию»</b>		
1.	Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	Омиксные технологии. Геномика. Протеомика. Метабомика. Транскриптомика. Интерактомика. Липидомика. Гликомика. Нутриомика. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)
<b>Раздел 2 «Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты»</b>		
2.	Тема 2.1. Сиквенсы и базы данных. Поиск генов	Аннотирование генома: статистический анализ последовательностей. Поиск данных: GenBank, EMBL и DDBJ. Геном человека. Гены и протеины. Аннотирование генома: поиск генов. Детекция ложных сигна-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3.	Тема 2.2. Выравнивание последовательностей	лов: тестирование гипотез. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2) Статистический анализ выравниваний. BLAST: быстрое локальное выравнивание. Множественное выравнивание последовательностей. Компьютерный анализ выравниваний. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
4.	Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном уровне. Филогенетический анализ	«Загадочная» болезнь. Эволюция и естественный отбор. ВИЧ и иммунная система человека. Количественная оценка естественного отбора по ДНК-последовательностям. Оценка $K_a/K_s$ . О деревьях и эволюции. Предлагающиеся деревья. Филогенетический анализ эпидемии SARS. Формат Newick. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
<b>Раздел 3 «Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты»</b>		
5.	Тема 3.1 Методы протеомики	Химические методы. Секретом. Пептидомика. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
6.	Тема 3.2. Экспрессионная протеомика	Обзор протеома Arabidopsis. Протеомика риса. Протеомика бобовых. Протеом развития и прорастания семян. Протеом эндосперма и амиллопласта зерновых. Протеом корня, листа, пыльника, пыльцы. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
7.	Тема 3.3. Защита растений и стресс	Протеомика защитного ответа растения. Протеомный анализ клеточного ответа на абиотический стресс. Протеомика биотрофных отношений растений и микрорганализмов. Протеомика в контексте системной биологии. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий		
№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Принципы системной биологии	Лекция-дискуссия
2.	Работа с базами данных	ПЗ Разбор конкретных ситуаций
3.	Выравнивание последовательностей	Лекция-дискуссия
4.	Протеомика защитного ответа растения	ПЗ Разбор конкретных ситуаций

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### 6.1.1. Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях

#### Практическое занятие № 1 «Омиксные технологии и их применение»

1. Омиксные технологии.
2. Метабономика.
3. Транскриптомика.

#### Практическое занятие № 2 «Работа с базами данных»

1. Аннотирование генома: статистический анализ последовательностей.
2. Поиск данных: GenBank, EMBL и DDBJ.
3. Геном человека.
4. Гены и протеины.

#### Практическое занятие № 3 «Глобальное и локальное выравнивание»

1. Статистический анализ выравниваний.
2. BLAST: быстрое локальное выравнивание.
3. Парное выравнивание последовательностей.

#### Практическое занятие № 4 «Филогенетические деревья»

1. Эволюция и естественный отбор.
2. Количественная оценка естественного отбора по ДНК-последовательностям.
3. Филогенетические деревья и эволюция.
4. Гипотетические деревья.

#### Практическое занятие № 5 «Базы данных протеомов»

1. UniProt
2. PDB
3. NCBI BLAST

#### Практическое занятие № 6 «Протеом органов и тканей»

1. Протеом развития и прорастания семян.
2. Протеом эндосперма и амиллопласта зерновых.
3. Протеом корня, листа, пыльника, пыльцы.

#### Практическое занятие № 7 «Протеомика защитного ответа растения»

1. Протеомика защитного ответа растения.
2. Протеомный анализ клеточного ответа на абиотический стресс.
3. Протеомика биотрофных отношений растений и микроорганизмов.

#### 6.1.2. Примерные вопросы для тестирования

#### 1. Какие виды аннотирования различают?

- а) автоматическое
- б) полуавтоматическое
- в) ручное



г) все перечисленные виды

2. В каком журнале регулярно публикуется информация о биологических базах данных?

- а) Lancet
- б) Nucleic Acids Research
- в) Nature
- г) Biochemistry

3. Какая из перечисленных баз данных предоставляет информацию о метаболических путях?

- а) PDB
- б) GenBank
- в) UniProt
- г) KEGG

6.1.3 Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Понятие системы и системной биологии.
2. Геномика и протеомика.
3. Транскриптомика и ее значение.
4. Нутриомика.
5. Состав генома.
6. Модели последовательностей геномов.
7. Аннотирование генома.
8. Базы данных биологических последовательностей.
9. Проект «Геном человека».
10. Проект «Протеом человека»
11. Выравнивание последовательностей: классификация.
12. Глобальное выравнивание: принципы и интерпретация.
13. Локальное выравнивание: принципы и интерпретация.
14. Статистический анализ выравниваний.
15. BLAST: быстрое локальное выравнивание.
16. Парное и множественное выравнивание последовательностей.
17. Эволюция и естественный отбор.
18. ВИЧ и иммунная система человека.
19. Естественный отбор и геном ВИЧ.
20. Филогенетические деревья: принципы построения и классификация.
21. Инструментальные методы протеомики.
22. Протеомика сельскохозяйственных культур.
23. Протеомика роста и развития растений.
24. Протеом органов и тканей растений.
25. Протеомика ответа растений на абиотические стрессовые факторы.
26. Протеомика ответа растений на биотические стрессовые факторы.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Экзамен – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с проблемами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнены, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнены, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1 Основная литература

1. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студ. вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. спец. и магистерским progr. / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова. - М.: Высшая школа, 2008. - 710 с.
2. Калашникова Е.А. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методический комплекс / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. - 125 с.

#### 7.2 Дополнительная литература

1. Лабораторно-практические занятия по сельскохозяйственной биотех-

нологии : метод. указ. / Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева ; сост.: Е. А. Калашникова, С. В. Дегтярев, Е. З. Кочиева ; ред. В. С. Швелуха. - М.: МСХА, 1996. - 90 с.

2. Браун Т.А. Геномы / Т.А. Браун. Пер. с англ. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. - 944 с.

3. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1: Генная и белковая инженерия / Л.И. Патрушев; Ин-т биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Отв. ред. А.И. Мирошников. - М.: Наука, 2004. 526 с.

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чердиченко, Н.П. Карсункина, М.Р. Халилуев. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 148 с.

2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чердиченко, Р.Н. Киракосян, С.М. Зайцева. М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2017. 140 с.

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

Таблица 8  
Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 109)		<p>Акваланг № 559576</p> <p>Бокс ламинарный №№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6</p> <p>Весы Ohaus № 34426</p> <p>Весы аналитические ACCULAB № 559572</p> <p>Весы электронные KERN EW № 35571</p> <p>Доска передвижная поворотная № 557950/1</p> <p>Камера климатическая № 410124000559553</p> <p>Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3</p> <p>Стеллаж для выращивания растений №№ 559937, 559937/1, 559937/2, 559937/3, 559937/4, 559937/5, 559937/6, 559937/7</p> <p>Стерилизатор паровой (автоклав) №№ 410124000559575, 410124000559575/1</p> <p>Стол лабораторный №№ 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 591056, 591056/1, 591056/10,</p>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотек.	591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14 Сушка лиофильная № 31922 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945 Шкаф вытяжной № 559925

### 9. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Основы системной биологии» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к практическому занятию. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказалось весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используйте практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций.

#### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет конспект по теме пропущенного занятия. Оценка конспектов – зачтено, не зачтено.

### 10. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Главная задача дисциплины «Основы системной биологии» - сформировать у студентов целостное представление о живых организмах как системах;

дать представление о возможностях использования методов системной биологии, прежде всего, геномики и протеомики в сельском хозяйстве, медицине и др.

При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

#### Программу разработали:

Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент

Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, старший преподаватель



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.36 «Основы системной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология микроорганизмов» (квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы системной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленности «Биотехнология микроорганизмов» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Хлебникова Дарья Анатольевна, старший преподаватель кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы системной биологии» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 – «Биотехнология». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к обязательной части учебного цикла – Б1.О.
3. Представленные в Программе цели дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС направления 19.03.01 – «Биотехнология».
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы системной биологии» закреплено *3 компетенции (7 индикаторов)*. Дисциплина «Основы системной биологии» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях.
5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, владеть* *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.
6. Общая трудоёмкость дисциплины «Основы системной биологии» составляет 5 зачётных единиц (180 часов).
7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Основы системной биологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области системной биологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.
8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.
9. Программа дисциплины «Основы системной биологии» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.
10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 – «Биотехнология».
11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), *соответствуют* специфике дисциплины и тре-

бованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.О ФГОС 3++ направления 19.03.01 – «Биотехнология».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 7 наименований и *соответствует* требованиям ФГОС 3++ направления 19.03.01 – «Биотехнология».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы системной биологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы системной биологии».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы системной биологии» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология микроорганизмов» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Чердынченко М.Ю., доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук, Хлебниковой Дарьей Анатольевной, старшим преподавателем кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов И.Г., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор

  
(полное)

« 28 » 08 2023 г.