

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Акчурин Сергей Владимирович

Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 26.08.2025 09:56:17

Уникальный идентификатор документа:

7abcc100773ae7d1e657a083ff3fbbf160d2a



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 агробиотехнологии
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института
агробиотехнологии


Шитикова А.В.
“ 28 ” 08 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института
зоотехнии и биологии


Акчурин С.В.
“ 28 ” 08 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.43 «ОСНОВЫ СИСТЕМНОЙ БИОЛОГИИ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.03.01 – Биотехнология

Направленность: Биотехнология и молекулярная биология, Агропромышленная биотехнология, Ветеринарная биотехнология

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения очная

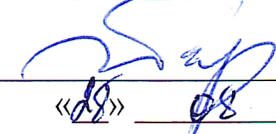
Год начала подготовки 2025

Москва, 2025

Разработчики: Батаева Ю.В., докт. биол. наук, профессор


«28» 08 2025 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор


«28» 08 2025 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 1 от «28» 08 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор


«28» 08 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии Шитикова А.В., д-р с.-х. наук, профессор



«28» 08 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии

Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор



«28» 08 2025 г.

И.О. заведующего выпускающей кафедрой микробиологии и иммунологии Волобуева О.Г., д-р с.-х. наук, профессор



«28» 08 2025 г.

комиссии института зоотехнии и биологии Маннапов А.Г., д-р биол. наук, профессор



«28» 08 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	10
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	10
ПО СЕМЕСТРАМ	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	17
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	17
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	18
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	18
8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	19
Виды и формы отработки пропущенных занятий	20
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	20

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.43 «Основы системной биологии» для подготовки бакалавров по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Агропромышленная биотехнология», «Ветеринарная биотехнология»

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; проведения экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, наблюдений и измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных, применяя 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 «Протеомика и метаболомика», «Клеточные технологии», «Основы моделирования в биологии». Дисциплина «Основы системной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Анализ данных в системной биологии», «Основы биокибернетики», «Системный анализ в биотехнологии».

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:
144 (4 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; проведения экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, наблюдений и измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных, применяя 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 дисциплина «Основы системной биологии» являются «Протеомика и метаболомика», «Клеточные технологии», «Основы биоинформатики».

Дисциплина «Основы системной биологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы бионанотехнологий», «Методы маркерной и геномной селекции в АПК».

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

		В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:				
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические 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, решения типовых задач профессиональной деятельности	основные законы математических и естественных наук, 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 для решения стандартных профессиональных задач	основные законы математических и естественных наук, необходимые 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,	законы и закономерности математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязи	исследовать объекты профессиональной деятельности, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и	навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:						
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	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 информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности	основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях ОПК-2.1 Знает современные информационные, компьютерные и сетевые технологии и базы данных и перспективы их использования при производстве биотехнологической продукции	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	навыками использования современных информационных, компьютерных и сетевых технологий и баз данных при производстве биотехнологической продукции
5.			ОПК-2.3 Осваивает пакеты прикладных программ для выполнения необходимых расчетов по моделированию процессов по моделированию при производстве биотехнологических и других. Владеет	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

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:						
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	знать	уметь	владеть
			физическими принципами переработки информации, базами информационных данных			
6.	ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, химические, биологические, химические, биологические методы	ОПК-7.1 Демонстрирует знание основных математических, физических, химических, биологических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований	основные математические, физические, химические, химические, биологические, микробиологические методы экспериментальных исследований	демонстрировать знание основных математических, физических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований	навыками основных математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований
7.		биологические, химические, биологические методы микробиологические методы	ОПК-7.2 Под руководством специалиста более высокой квалификации использует математические, физические, химические, биологические, микробиологические методы экспериментальных исследований	основные математические, физические, химические, химические, биологические, микробиологические методы экспериментальных исследований	использовать под руководством специалиста более высокой квалификации математические, физические, химические, биологические, микробиологические методы в экспериментальных исследованиях	навыками использования математических, физических, физико-химических, химических, биологических, микробиологических методов экспериментальных исследований

№ п/п	Код компе нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
			экспериментальных исследованиях			

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 4 зач. ед. (144 часа), 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	144/0	144/0
1. Контактная работа:	78,4/0	78,4/0
Аудиторная работа	78,4/0	78,4/0
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	26	26
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	50/0	50/0
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	65,6	65,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	38,6	38,6
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

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	16,6	4	4	-	8,6
Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	16,6	4	4	-	8,6
Раздел 2. Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты	48	12	24	-	12
Тема 2.1. Сиквенсы и базы данных. Поиск генов	16	4	8	-	4
Тема 2.2. Выравнивание последовательностей	16	4	8	-	4
Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном	16	4	8	-	4

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
уровне. Филогенетический анализ					
Раздел 3. Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты	79,4	10	22	2,4	45
Тема 3.1 Методы протеомики	18	4	8	-	6
Тема 3.2. Экспрессионная протеомика	16	2	8	-	6
Тема 3.3. Защита растений и стресс	16	4	6	-	6
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	0,4	-
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	27	-	-	-	27
Итого по дисциплине	144	26	50	2,4	65,6

Раздел 1. Введение в системную биологию

Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы

Понятие системы. Принципы системной биологии. Омиксные технологии. Геномика. Протеомика. Метаболомика. 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 протеины. 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 амилопласта 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

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
Раздел 1. Введение в системную биологию					
1.	Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	Лекция № 1 «Принципы системной биологии»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	-	4
2.		Практическое занятие № 1 «Омиксные технологии и их применение»	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	устный опрос	4
Раздел 2. Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты					
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	6
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	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1,	устный опрос	6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и лабораторных занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		локальное выравнивание»	ОПК-7.2		
	Тема 2.3. Естественный отбор на молекулярном уровне.	Лекция № 4 «Естественный отбор на молекулярном уровне»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	4
7.	Филогенетический анализ	Практическое занятие № 4 «Филогенетические деревья»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	6
Раздел 3. Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты					
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 протеинов»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	6
	Тема 3.2. Экспрессионная протеомика	Лекция № 6 «Экспрессионная протеомика»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	-	2
9.		Практическое занятие № 6 «Протеом органов и тканей»	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2	устный опрос	6
	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	4

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Введение в системную биологию»		
1.	Тема 1.1. Системная биология: принципы и методы	Омиксные технологии. Геномика. Протеомика. Метаболомика. Транскриптомика. Интерактомика. Липидомика. Гликомика. Нутриомика. (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)
Раздел 2 «Геномика: фундаментальные и прикладные аспекты»		

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
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 сигналов: тестирование гипотез. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
3.	Тема 2.2. Выравнивание последовательностей	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. Предполагающиеся деревья. Филогенетический анализ эпидемии SARS. Формат Newick. (ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.1, ОПК-7.2)
Раздел 3 «Протеомика: фундаментальные и прикладные аспекты»		
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 амилопласта 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 микроорганизмов. 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	Л	Лекция-дискуссия
2.	Работа с базами данных	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций
3.	Выравнивание последовательностей	Л	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. Метаболомика.
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. Попарное 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 протеинов»

1. UniProt
2. PDB
3. NCBI BLAST

Практическое занятие № 6 «Протеом органов и тканей»

1. Протеом развития и прорастания семян.
2. Протеом эндосперма и амилопласта 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 пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, 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 выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Калашникова Е. А. Современные аспекты биотехнологии : учебно-методический комплекс / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. - 125 с.

2. Гатаулин А.М. Введение в системный анализ : учеб. пособие для студентов, обучающихся по агроном. специальностям / А. М. Гатаулин, М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. - Москва, 2005 (ФГОУ ВПО МСХА им. К.А. Тимирязева). - 76 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Браун Т. А. Геномы / Т. А. Браун. – Москва : Ин. компьютерных исслед., 2011. – 921 с.
2. Патрушев Л. И. Искусственные генетические системы / Л. И. Патрушев ; Российская академия наук, Институт биоорганической химии им. Академиков М. М. Шемякин и Ю. А. Овчинникова (Москва) = Artificial genetic systems / L. I. Patrushev : монография. Т. 1. Генная и белковая инженерия = Genetic and protein engineering. – Москва : Наука, 2004. – 526 с.
3. Калашникова, Е. А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : КноРус ; Москва : КНОРУС, 2022, 2023. – 227 с.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Лабораторный практикум по биотехнологии растений : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян [и др.]. — Москва : Русайнс, 2026. — 239 с.
2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений [Текст] : [учебное пособие] / [Калашникова Е. А., Чередниченко М. Ю., Киракосян Р. Н, Зайцева С. М.] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, Факультет агрономии и биотехнологии, Кафедра генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства. - Москва : ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. - 138 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)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37, аудитории № 212, 303-308, 314)	Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648 Комплект оборудования для очистки и обеззараживания воздуха, № 410124000603649 Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, №210124558132517 Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, №

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	410124000603663 Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659 Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704 Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688 Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673 Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685 Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692 Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C, Nanbei, № 410124000603681 Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690 Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443-004-96301278-2010 в модификации 5M6, № 410124000603637, № 410124000603638 Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639 Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640 Электропоратор для клеток эукариот, прокариот и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691 Термостат Binder, №210134000004208 Интерактивная панель, № 410124000603731 Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973 Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

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.

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 оказался 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 используют 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:

Батаева Ю.В., докт. биол. наук, профессор



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.43 «Основы системной биологии»
ОПОП ВО по направлению 19.03.01 – «Биотехнология», направленность
«Биотехнология и молекулярная биология», «Агропромышленная биотехнология»,
«Ветеринарная биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, профессором кафедры 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», направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Агропромышленная биотехнология», «Ветеринарная биотехнология» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчик – Батаева Юлия Викторовна, профессор 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 3 зачётных единицы (108 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,

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 оказался 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 используют 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:

Батаева Ю.В., докт. биол. наук, профессор



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».

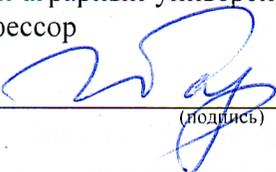
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы системной биологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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 и молекулярная биология», «Агропромышленная биотехнология», «Ветеринарная биотехнология» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Батаевой Ю.В., профессором кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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


(подпись)

« 28 » 08 2025 г.