

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»

"УТВЕРЖДАЮ"

Врио проректора по учебной
и воспитательной работе
Доцент С.В. Краснов



"12" _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Направление подготовки: 06.03.01 Биология

Профиль : Биоэкология

Название кафедры: «Биоэкология и физиология с/х животных»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Кинель 2021

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Молекулярная биология» в подготовке бакалавра состоит в формировании у обучающегося представлений о молекулярном уровне организации и функционировании живой материи и тем самым способствовать системному подходу к усвоению учебного материала на основе понимания глубокой связи естественных наук и формированию современной естественнонаучной картины мира.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие *задачи*:

1. Познать задачи молекулярной биологии как науки, основные методы исследований.
2. Рассмотреть строение и свойства нуклеиновых кислот: изучить механизмы репликации ДНК.
3. Научить обучающегося разбираться в общей характеристике процессов транскрипции ДНК.
4. Выяснить принципы, лежащие в основе межмолекулярных взаимодействий.
5. Выяснить особенности процесса синтеза белка.
6. Сформировать представления о принципах структурной организации нуклеиновых кислот, молекулярных механизмах синтеза нуклеиновых кислот и белковых молекул.
6. Изучить механизмы регуляции синтеза белка.
7. Познать механизмы перестройки генов.
8. Получить представление о геной инженерии.

2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Молекулярная биология», код по учебному плану Б1.О.22, относится к обязательной части Блока 1. «Дисциплины», предусмотренному учебным планом бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

Молекулярная биология изучается на 3 курсе в 5 семестре в очной форме обучения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП):

Карта формирования компетенций по дисциплине

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	Способность применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности.	ИД-1 Знать историю развития, принципы и методические подходы общей генетики, молекулярной генетики, генетики популяций, эпигенетики; ИД-3 Владеть основными методами генетического анализа;
ОПК-5	Способность применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ИД-1 : Знать принципы современной биотехнологии, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии, молекулярного моделирования. ИД-2 : Уметь оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачётных единицы, 216 часов.

для очной формы обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость дисциплины		Семестр (кол-во недель в семестре) 5 (18)
		Всего часов	Объем кон- тактной рабо- ты	
Аудиторная контактная работа (всего)		90	90	90
в том чис- ле:	Лекции	36	36	36
	Лабораторные работы	36	36	36
	Практические занятия	18	18	18
Самостоятельная работа студента (всего), в том числе:		99	-	99
СРС в семестре	Изучение лекционного материала	32	-	32
	Изучение вопросов, выносимых на самостоятельное изучение	24	-	24
	Подготовка к ЛПЗ	18	-	18
	Подготовка к практическим занятиям	12	-	12
	Самостоятельная работа (индивидуальное задание)	13	-	13
СРС в сессию	Экзамен	27	2,35	27
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		экзамен	2,35	экзамен
Общая трудоемкость, час.		216	92,35	216
Общая трудоемкость, зачетные единицы		6	2,56	6

4.2 Тематический план лекционных занятий.

для очной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоёмкость, ч
1	Предмет и задачи молекулярной биологии. Основные этапы развития молекулярной биологии.	2
2	Строение и функции белков. Представление о белках.	4
3	Ферменты. Химическая природа и строение. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.	4
4	Нуклеиновые кислоты.	2
5	Обмен веществ.	2
5	Обмен нуклеиновых кислот. Механизмы синтеза ДНК и РНК.	4
6	Обмен белков. Ферментативный гидролиз белков.	2
7	Углеводы и их обмен.	2
8	Биосинтез белка.	2
9	Процессинг РНК у прокариот и эукариот.	2
10	Типы генетического материала и механизмы его репликации у РНК-содержащих и ДНК-содержащих вирусов.	4
11	Геномы органелл эукариот. Происхождение ДНК органелл.	2
12	История развития генной инженерии. Методы генной инженерии. Реакция гибридизации нуклеиновых кислот в генной инженерии.	4
Всего:		36

4.3 Тематический план лабораторных занятий

для очной формы обучения

№ п./п.	Темы лабораторных занятий	Трудоёмкость, ч
1	Цветные реакции на аминокислоты и белки.	2
2	Сложные белки. Фосфопротеиды. Выделение казеина из молока. Определение в нем наличия остатка фосфорной кислоты.	2
3	Количественное определение белков. Количественное определение белков по биуретовой реакции, спектрофотометрическим методом с помощью рефрактометра.	4
4	Количественное определение белков. Выделение и очистка препаратов глобулинов и альбуминов куриных яиц методом высаживания сульфатом аммония и диализом.	4
5	Качественные реакции на белки.	2
6	Открытие ферментов в биообъектах. Свойства ферментов.	2
7	Определение активности ферментов.	4
8	Свойства ферментов. Выделение сахарозы из дрожжей. Влияние рН на активность сахарозы.	4
9	Выделение рибонуклеопротеидов и дезоксирибонуклеотидов из	4

	дрожжей. Качественные реакции на продукты их гидролиза.	
10	Качественные реакции на гормоны.	2
11	Качественные реакции на углеводы.	2
12	Количественное определение глюкозы.	2
13	Определение липидов. Свойства липидов.	2
Итого		36

4.4 Тематический план практических занятий

для очной формы обучения

№ п./п.	Темы практических (семинарских) работ	Трудоёмкость, ч
1	Организация молекулярно-биологической лаборатории. Инструктаж по технике безопасности.	2
2	Нуклеиновые кислоты. Типы, строение и функции.	4
3	Мобильные элементы живой клетки, строение и функции.	2
4	Практическое применение технологий рекомбинантных ДНК.	2
5	Этапы биосинтеза белка. Активация аминокислот у прокариот и эукариот.	2
6	Биологический код способ перевода четырехзначной нуклеотидной последовательности.	2
7	Основные углеводы животных и растений.	2
8	Распад моносахаридов.	2
Итого		18

4.5 Самостоятельная работа

для очной формы обучения

Номер раздела (темы)	Вид самостоятельной работы	Название (содержание работы)	Объем, акад. часы
	Подготовка к лекциям	Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий	32
	Самостоятельное изучение теоретического материала	Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, поиск и сбор информации по дисциплине в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтах	24
	Подготовка к лабораторным занятиям	Изучение лекционного материала, выполнение домашнего задания	18
	Подготовка к практическим занятиям (семинарского типа)	Изучение лекционного материала, выполнение домашнего задания	12
	Самостоятельная работа (индивидуальное задание)	Выполнение индивидуальных заданий	13

	Подготовка к сдаче экзамена	Повторение и закрепление изученного материала	27
Итого			126

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Рекомендации по использованию материалов рабочей программы

Курс молекулярной биологии предназначен для преподавания обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки «Биология» и состоит из лекционных, лабораторных и практических занятий.

По содержанию дисциплина является достаточно сложной для изучения, поскольку ее основные первичные знания выражены в основах общей биохимии и биохимическим реакциям. В связи с чем, в начале курса необходимо уделять внимание некоторым разделам дисциплины, биохимическим процессам на клеточном и молекулярном уровнях.

Для закрепления теоретического материала используются лабораторные работы и практические занятия.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями положений, действующих в ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Написание конспекта лекций производится кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначать вопросы, термины, материал, которые вызывают трудности, попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если обучающемуся самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе. Лекционные занятия проводятся с применением мультимедийного оборудования. В процессе изложения материала на слайдах в красочной и доступной форме приводятся примеры применения на практике рассматриваемых вопросов. Этот материал носит исключительно иллюстративный характер и ни в коем случае не должен подменять конспект, который обучающийся выполняет самостоятельно.

Перед началом лабораторных и практических занятий по новой теме рекомендуется ознакомиться с теоретическим материалом конспекта лекций, методическими пособиями, содержащими примеры выполнения типовых заданий. Практические занятия преподаватель начинает с краткого обзора теоретической части, за которым следует показ решения конкретного примера.

Выполнение лабораторных и практических занятий производится по методическим указаниям, представленным в списке дополнительной литературы данной рабочей программы.

Самостоятельная работа по теоретическому курсу включает работу с периодической печатью, работу с конспектами лекций; работу над учебным материалом (учебники, учебные пособия, статьи, дополнительная литература, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет); конспектирование текстов.

Работа обучающихся научного характера, связанная с проведением исследований, экспериментов в целях расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, биохимических реакций, проявляющихся на клеточном уровне организации. Эта часть работы осуществляется обучающимися с целью более детального (углубленного) изучения проблемных аспектов отдельных тем дисциплины. В рабочей программе приводится перечень тем для подготовки индивидуальных докладов. По итогам проделанной работы обучающиеся готовят электронную презентацию с изложением основных результатов проведенного теоретического (практического) исследования. Преподавателем организуется научная или научно-практическая конференция, где заслушиваются подготовленные доклады и обсуждаются результаты работы.

5.2. Пожелания к изучению отдельных тем курса

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет обучающимся информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины. На первом вводном лекционном занятии при рассмотрении исторических сведений по изучению структурной организации клетки и ее химического состава, обучающемуся необходимо уделить внимание следующим вопросам:

- организации нуклеиновых кислот;
- знанию нуклеотидной последовательности;

При наличии академических задолженностей по лекционным, лабораторным и практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель выдает задание обучающемуся по пропущенной теме занятия или назначает время отработок.

Для контроля знаний, обучающихся по данной дисциплине проводится оперативный, рубежный и текущий контроль.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения контрольных работ с элементами тем, предложенных для самостоятельной подготовки, а также устный порос по результатам подготовки к лабораторным и практическим занятиям. При проведении оперативного контроля используются контрольные вопросы, тестовые задания.

5.3. Рекомендации по работе с литературой

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Подготовка к лабораторным, практическим занятиям включает работу с учебно-методической литературой, работу над учебным материалом (учебник, нормативные документы, дополнительная литература, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет); поиск решения на рассматрива-

емые по курсу ситуационные задачи; поиск и формирование объяснения механизмов развития биохимических процессов в клетке.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий дисциплины. Для этого требуется широта мышления в понимании принципов взаимодействия различных функциональных структур облучённого организма. По этой причине при раскрытии поставленных вопросов и объяснения полученных экспериментальных результатов требуется глубокая проработка доступных литературных источников.

5.4. Советы по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену следует проработать перечень вопросов на экзамен. Внимательно изучить разделы дисциплины с использованием основной и дополнительной литературы, конспектов лекций, конспектов, лабораторных и практических занятий, ресурсов сети Интернет. Рекомендуется широко использовать ресурсы ЭБС библиотеки академии и электронные ресурсы, находящиеся на сайте Университета в Электронной образовательной среде. На экзамене студентам предлагается дать ответ на три вопроса из различных разделов дисциплины, содержащиеся в экзаменационном билете, подразумевающие как методические, так и теоретические аспекты. Экзамен проводится с выставлением оценки.

6 ОСНОВНАЯ, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»:

6.1. Основная литература:

6.1.1. Степанов, В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков : Учеб. для вузов / В. М. Степанов ; Под ред. А.С. Спирина. - М. : Высш. шк., 1996. - 335с. [15].

6.1.2. Баженова, И.А., Кузнецова Т.А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика. Учебное пособие. – СПб 6 Изд-во «Лань», 2018. – 140 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/99204/#2>

6.1.3. Горчаков, Э.В., Багамаев, Б.М., Федота Н.В., Оробец В.А. Основы биологической химии : учебное пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2019. – 208 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/112688/#2>

6.2. Дополнительная литература:

6.2.1. Урванцева, Г.А. Биохимия и молекулярная биология. Методические указания. Ярославль, ЯрГУ, 2005. – 55 с. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20050315.pdf>

6.2.2. Конопатов, Ю.В. Основы экологической биохимии : учебное пособие / Ю.В. Конопатов, С.В. Васильева. — 3-е изд., стер. — Санкт-

Петербург : Лань, 2018. — 136 с. <https://e.lanbook.com/book/107942>

6.3 Программное обеспечение:

Общесистемное ПО:

- Microsoft Windows SL 8.1 RU AE OLP NL номер лицензии 62864697 от 23.12.2013 тип лицензии Academic;

- Microsoft Office стандартный 2013 v.15.0.4420.1017, лицензия № 62864697 от 23.12.2013;

- АСТЕР Pro-2 для Windows 7/8/10 , 32/64 bit, договор поставки № 166/к/2018 от 09 февраля 2018г.

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, № 0B00-180111-132649-047-703 с 11.01.2018 до 19.01.2020;

- WinRAR:3.x: Standard License – educational –EXT - №171771.616298 от 25.11.2004;

Прикладное ПО: НЭБ РФ, версия 4.0.7.0

6.4. Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных:

Лекционный курс по молекулярной биологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kineziolog.su/content/leksiionnyi-kurs-po-molekulyarnoi-biologii>

Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Д. Молекулярная биология клетки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/012983_000141_25/viewer/?page=4

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п.п.	Вид учебной работы	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория №2227	Учебная мебель, мультимедийный проектор, ПК, экран, учебные плакаты, справочные пособия
2	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория №2227	Учебная мебель, мультимедийный проектор, ПК, экран, учебные плакаты, справочные пособия
3	Самостоятельная работа обучающихся	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (компьютерный класс 2221, 2238)	Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнении заданий на лабораторных и практических занятиях, выполнении индивидуального задания. Текущему контролю подлежит посещаемость обучающимися аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме экзамена с выставлением оценки, проводимого с учетом результатов текущего контроля.

8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Тематика докладов на научную конференцию по дисциплине

1. Строение и функции белков.
2. Представление о белках как о важнейшем классе органических веществ и структурно-функциональном компоненте организма.
3. Химическая природа и строение ферментов.
4. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.
5. Классификация и номенклатура ферментов.
6. Основные представления о кинетике ферментативных процессов.
7. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Химическое строение.
8. Ген и хромосомная теория наследственности.
9. Хромосомы, их строение и функции.
10. Особенности клеток прокариот.
11. Эволюция клетки.
12. Молекулярный уровень организации жизни.

Критерии и шкала оценивания докладов конференции

оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся:

- подготовил по теме краткий конспект по заданной теме, отражающий основные положения рассматриваемого вопроса;
- подготовил презентацию и выступил на студенческой научной конферен-

ции;

оценка «не зачтено» выставляется если обучающийся:

- не подготовил краткий конспект или в нем не раскрыто основное содержание материала по заданной теме и не сделан доклад на студенческой научной конференции.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в виде экзамена по билетам с выставлением оценки.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Определение предмета молекулярной биологии, цель, задачи.
2. Структурная организация, состояние, круг исследований и основные достижения в области молекулярной биологии.
3. История развития молекулярной биологии, вклад учёных в её развитие.
4. Общие сведения о катализе. Методы исследования молекулярного механизма ферментативного катализа.
5. Термодинамические аспекты катализа.
6. Физико-химические механизмы ферментативного катализа.
7. Понятие нуклеиновой кислоты, строение, классификация, свойства.
8. Функции и биологическая роль нуклеиновых кислот.
9. Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах, представители.
10. Характеристика моносахаридов: рибозы и дезоксирибозы.
11. Особенности нуклеотидной последовательности и фосфодиэфирных связей в нуклеиновых кислотах.
12. Понятие генома. Характеристика генома прокариот и эукариот.
13. Особенности транскрипции гена у прокариот.
14. Особенности транскрипции гена у эукариот.
15. Характеристика кольцевой и сателлитной ДНК.
16. Характеристика модели структуры ДНК, образование водородных связей. Повреждения ДНК, их репарация.
17. Репликация ДНК. Полуконсервативная репликация ДНК.
18. Репликация ДНК у прокариот, эукариот и вирусов.
19. Понятие рибонуклеиновой кислоты, структура, строение, свойства.
20. Первичная, вторичная и третичная структуры РНК.
21. Характеристика информационной (матричной), рибосомальной и транспортной РНК.
22. Процессинг РНК. Сплайсинг.
23. Трансляция РНК. Этапы трансляции.
24. Синтез РНК (транскрипция ДНК).

25. Процессинг м-РНК.
26. Синтез рибосомальных и транспортных РНК.
27. Характеристика физических методов исследований в области молекулярной биологии.
28. Характеристика физико-химических методов исследований в области молекулярной биологии.
29. Характеристика биологических методов исследований в области молекулярной биологии.
30. Живая материя, понятие жизни. Свойства живых систем. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.
31. Характеристика пиримидиновых и пуриновых оснований, представители.
32. Сравнительная характеристика между ДНК и РНК. Различия между ДНК и РНК по составу нуклеотидов, локализации в клетке и функциям. Правила Э. Чаргаффа.
33. Характеристика первичной, вторичной и третичной структуры ДНК.
34. Уровни компактизации ДНК в хромосомах.
35. Связь структуры и функции белков.
36. Биосинтез белка. Основные принципы процесса трансляции.
37. Характеристика белков. Физико-химические свойства белков.
38. Характеристика глобулярных и фибриллярных белков. Методы выделения белков.
39. Характеристика простых белков и их биологическая роль. Классификация простых белков: по форме белковой молекулы, аминокислотному составу, растворимости.
40. Характеристика и классификация сложных белков, их значение.
41. Применение аминокислот, пептидов, белков в промышленности и медицине. Нанотехнологии в практическом использовании пептидов и белков.
42. Характеристика основных этапов трансляции.
43. Основные пути и механизмы природного синтеза белков.
44. Матричный синтез белков. Основные этапы трансляции.
45. Регуляция биосинтеза белков. Посттрансляционная модификация.
46. Межмолекулярные взаимодействия и их роль в функционировании живых систем.
47. Молекулярные основы эволюции, дифференцировки развития и старения.
48. Молекулярные механизмы регуляции клеточного цикла. Программируемая клеточная гибель.
49. Биотехнологии – технологии будущего.

Билет для экзамена
(пример)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»
Направление подготовки: 06.03.01 Биология
Профиль подготовки: Биоэкология
Кафедра: «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»

Дисциплина «Молекулярная биология»

Экзаменационный билет №1

1. Определение предмета молекулярной биологии, цель, задачи.
2. Живая материя, понятие жизни. Свойства живых систем. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.
3. Обратная транскрипция.

Составитель, к.б.н., доцент _____ В.В. Петряков
подпись

Заведующий кафедрой, д.б.н., профессор _____ В.В. Зайцев
подпись

« _____ » _____ 20 г.

Пример эталонного ответа на вопрос билета к зачёту

Ответ на 1 вопрос:

Выделение молекулярной биологии из биохимии в самостоятельную область науки продиктовано тем, что её главной задачей является изучение структуры и свойств биологических макромолекул, участвующих в различных процессах, выяснение механизмов их взаимодействия. Биохимия же занимается изучением собственно процессов жизнедеятельности, закономерностей их протекания в живом организме и превращений молекул, сопровождающих эти процессы. В конечном счёте, молекулярная биология пытается ответить на вопрос, зачем происходит тот или иной процесс, тогда как биохимия отвечает на вопросы где и как с точки зрения химии происходит рассматриваемый процесс.

Молекулярная биология – наука, изучающая живые системы на молекулярном уровне. Перекрываясь с другими смежными областями биологии и химии, а именно с генетикой и биохимией, молекулярная биология изучает взаимодействия между различными системами живой клетки, включая процессы синтеза таких жизненно важных биополимеров, как ДНК, РНК, и белков, а также взаимодействия, регулирующие эти процессы.

Кроме того, молекулярная биология является одной из дисциплин в биологическом образовании, которая изучает строение соединений обеспечивающих наследственность живого организма и тонкие механизмы передачи наследственной информации.

Целью молекулярной биологии является раскрытие биохимических и биофизических основ организации живого организма, выяснение взаимосвязей между структурой и функциями биомолекул, участвующих в передаче наследственной информации.

Таким образом, молекулярная биология – это комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции биополимеров (белков и нуклеиновых кислот).

Важнейшей **задачей** курса является ознакомление с логикой происходящих в живых клетках процессов, их регуляцией и ролью белков и нуклеиновых кислот в них.

Курс «Молекулярная биология» призван дать понимание того, каков конкретный молекулярный механизм происходящих в организмах физиологических процессов и каким образом можно направить эти процессы в клетках микроорганизмов, растений и животных, чтобы они могли быть успешно использованы для нужд современной биотехнологии.

В конце 20 века расширяются и становятся всё более целенаправленными в научно-практическом отношении следующие задачи:

1. Расшифровка структуры геномов.
2. Создание банков генов (сохранение генетического материала).
3. Геномная идентификация (дактилоскопия).
4. Изучение молекулярных основ эволюции, дифференцировки, био-разнообразия, развития и старения, канцерогенеза, иммунитета и др.
5. Создание методов диагностики и лечения генетических болезней, вирусных заболеваний.
6. Создание новых биотехнологий производства пищевых продуктов и разнообразных биологически активных веществ и соединений.

Ответ на 2 вопрос:

Живая материя – это способность существования живых организмов, наделённых внутренней активностью, с устойчивым преобладанием процессов синтеза над процессами распада.

Активной формой существования материи является понятие «жизнь».

Жизнь – это макромолекулярная открытая система, которой свойственны иерархическая организация, способность к самовоспроизведению, самосохранению и саморегуляции, обмен веществ, тонко регулируемый поток энергии. Это способ существования белковых тел и нуклеиновых кислот, существенным моментом которой является постоянный обмен веществ с окружающей средой, причём, с прекращением этого обмена прекращается и жизнь.

Свойства живых структур:

1) самообновление. Основу обмена веществ составляют сбалансированные и четко взаимосвязанные процессы ассимиляции (анаболизм, синтез, образование новых веществ) и диссимиляции (катаболизм, распад);

2) самовоспроизведение. В связи с этим живые структуры постоянно воспроизводятся и обновляются, не теряя при этом сходства с предыдущими поколениями. Нуклеиновые кислоты способны хранить, передавать и воспроизводить наследственную информацию, а также реализовывать ее через синтез белков. Информация, хранимая на ДНК, переносится на молекулу белка с помощью молекул РНК;

3) саморегуляция. Базируется на совокупности потоков вещества, энергии и информации через живой организм;

4) раздражимость. Связана с передачей информации извне в любую биологическую систему и отражает реакцию этой системы на внешний раздражитель. Благодаря раздражимости живые организмы способны избирательно реагировать на условия внешней среды и извлекать из нее только необходимое для своего существования;

5) поддержание гомеостаза – относительного динамического постоянства внутренней среды организма, физико-химических параметров существования системы;

6) структурная организация – упорядоченность, живой системы, обнаруживается при исследовании – биогеоценозов;

7) адаптация – способность живого организма постоянно приспосабливаться к изменяющимся условиям существования в окружающей среде;

8) репродукция (воспроизведение). Так как жизнь существует в виде отдельных живых системы, а существование каждой такой системы строго ограничено во времени, поддержание жизни на Земле связано с репродукцией живых систем;

9) наследственность. Обеспечивает преемственность между поколениями организмов (на основе потоков информации). Благодаря наследственности из поколения в поколение передаются признаки, которые обеспечивают приспособление к среде обитания;

10) изменчивость – за счет изменчивости живая система приобретает признаки, ранее ей несвойственные. В первую очередь изменчивость связана с ошибками при репродукции: изменения в структуре нуклеиновых кислот приводят к появлению новой наследственной информации;

11) индивидуальное развитие (процесс онтогенеза) – воплощение исходной генетической информации, заложенной в структуре молекул ДНК, в рабочие структуры организма. В ходе этого процесса проявляется такое свойство, как способность к росту, что выражается в увеличении массы тела и его размеров;

12) филогенетическое развитие. Базируется на прогрессивном размножении, наследственности, борьбе за существование и отборе. В результате эволюции появилось, огромное количество видов;

13) дискретность (прерывистость) и в то же время целостность. Жизнь представлена совокупностью отдельных организмов, или особей. Каждый

организм, в свою очередь, также дискретен, поскольку состоит из совокупности органов, тканей и клеток.

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот

Доказательство №1. 1928 г. Опыты Фредерика Гриффита.

Гриффит работал с пневмококками - бактериями, вызывающими пневмонию. Он брал два штамма пневмококков: капсульный и бескапсульный. Капсульный - патогенный (вирулентный), при инфицировании таким штаммом мыши погибают, бескапсульный - непатогенный. При введении мышам смеси убитых нагреванием (и, следовательно, потерявших вирулентность) капсульных пневмококков и живых бескапсульных невирулентных бактерий, животные погибали в результате размножения капсульных вирулентных форм. Обнаруженное явление Гриффит интерпретировал как трансформацию.

Трансформация - это приобретение одним организмом некоторых признаков другого организма за счет захвата части его генетической информации.

В 1944 г. этот эксперимент был повторен Освальдом Эйвери, Колином Мак-Леодом и Маклином Мак-Карти в варианте смешивания бескапсульных пневмококков с взятыми от капсульных белками, полисахаридами или ДНК. В результате этого эксперимента была выявлена природа трансформирующего фактора.

Трансформирующим фактором оказалась ДНК.

Доказательство №2. 1952 г. эксперимент Альфреда Херши и Марты Чейз. Фаги (бактериофаги) - это вирусы, размножающиеся в бактериях. *E. coli* - кишечная палочка (эубактерия).

Суть опыта: фаги, у которых белковая оболочка была мечена радиоактивной серой (S35), а ДНК - радиоактивным фосфором (P32), инкубировали с бактериями. Затем бактерии отмывали.

В смывных водах не обнаруживали P32, а в бактериях - S35. Следовательно, внутрь попала только ДНК. Через несколько минут из бактерии выходили десятки полноценных фагов, содержащих и белковую оболочку, и ДНК.

Отсюда следовал однозначный вывод о том, что именно ДНК выполняет генетическую функцию - несет информацию как о создании новых копий ДНК, так и о синтезе фаговых белков.

Доказательство №3. 1957 г. Опыты Френкеля - Конрата.

Френкель-Конрат работал с вирусом табачной мозаики (ВТМ). В этом вирусе содержится РНК, а не ДНК. Было известно, что разные штаммы вируса вызывают разную картину поражения листьев табака. После смены белковой оболочки "переодетые" вирусы вызывали картину поражения, характерную для того штамма, чья РНК была покрыта чужим белком.

Следовательно, не только ДНК, но и РНК может служить носителем генетической информации.

На сегодняшний день существуют сотни тысяч доказательств генетической роли нуклеиновых кислот. Приведенные три являются классическими.

Ответ на 3 вопрос:

На обратной транскрипции основано размножение ретровирусов (вирусы, у которых геномом служит не ДНК, как обычно, а РНК) и ретротранспозонов (являются транспозиционными элементами, которые не имеют вирионных частиц, и, следовательно, в отличие от ретровирусов, не могут независимо «переносить себя» между клетками), образование так называемых ретропсевдогенов (или процессированные псевдогены это ретропоследовательности, которые потеряли свою функцию, они несут все признаки функциональных ретропоследовательностей, но имеют молекулярные дефекты, которые не дают им экспрессироваться) и достройка кончиков хромосом (теломер), укорачивающихся при каждом клеточном делении. Если молекула ДНК повреждена - например, подверглась разрыву (double-strand break, DSB) - для ее починки необходима матрица, в которой последовательность нуклеотидов соответствует исходному, «правильному» состоянию поврежденного участка. Ранее считалось, что в качестве таких матриц всегда используются другие молекулы ДНК. Позже было установлено, что иногда эти ДНК-матрицы синтезируются путем обратной транскрипции на основе РНК при участии ретротранспозонов.

При изучении ретровирусов, геном которых представлен молекулами одноцепочечной РНК, было обнаружено, что в процессе внутриклеточного развития ретровирус проходит стадию интеграции своего генома в виде двухцепочечной ДНК в хромосомы клетки-хозяина. В 1964 г. Темин выдвинул гипотезу о существовании вирусспецифичного фермента, способного синтезировать на РНК-матрице комплементарную ДНК. Усилия, направленные на выделение такого фермента, увенчались успехом, и в 1970 г. Темин с Мизутани, а также независимо от них Балтимор открыли искомым фермент в препарате внеклеточных вирионов вируса саркомы Рауса. Данная РНК-зависимая ДНК-полимераза получила название обратная транскриптаза, или ревертаза.

Каждый вирион (полноценная вирусная частица, состоящая из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки) ретровирусов содержит две идентичные цепи РНК размером от 8000 до 10 000 нуклеотидов. Области 5'- и 3'-концов обеих цепей модифицированы, как у всех эукариотических мРНК (5'-кэпы, 3'-полиадениловые хвосты). Вирусные РНК имеют 5 структурных элементов: 1) прямые повторы на 5'- и 3'-концах РНК (R); 2) последовательность из 80 - 120 нуклеотидов, находящуюся около 5 концевой повтора (U5); 3) последовательность из 170 - 1200 нуклеотидов около 3'-концевого повтора (U3); 4) последовательность из 15 20 нуклеотидов (P), в пределах которой клеточная тРНК комплементарно взаимодействует с ретровирусной РНК, что создает праймер для синтеза первой цепи ДНК; 5) сегмент Ри, находящийся непо-

средственно перед повтором U3 и являющийся сайтом для праймирования второй цепи ДНК - такой сегмент одинаков у РНК всех ретровирусов определенного типа.

Этапы обратной транскрипции: Нарастивание тРНК-праймера на матрицах U5 и R в направлении 3'→5'. Роль РНК-праймера выполняет одна из клеточных тРНК (например, триптофановая, пролиновая и т.д.). На расстоянии примерно 100 - 200 нуклеотидов от 5'-конца РНК (для каждого вируса - это величина постоянная) имеется участок, комплементарный 3'-концевой последовательности молекулы тРНК, который используется в качестве затравки. Этот участок обычно обозначают как pbs (от англ. primer binding site - участок связывания затравки). Обратная транскриптаза синтезирует сегмент ДНК, комплементарный 5'-концевой последовательности вирусной РНК. Этот сегмент принято называть (-) «strong-stop» ДНК, поскольку синтез ДНК после завершения копирования 5'-конца матрицы временно останавливается. (-) «strong-stop» ДНК содержит последовательности, комплементарные концевому району R и району U5. Таким образом, синтез ДНК начинается недалеко от 5'-конца матрицы и образуется короткий продукт. Но этот короткий продукт (-) «strong-stop» имеет последовательность, комплементарную также и 3'-концу вирусной РНК, а как известно, для снятия ДНК-копии с 3'-конца матрицы всегда требуется праймер. У ретровирусов комплемент 3'-конца матрицы производится в «удобном» месте, а затем переносится на «свое» место. Это происходит следующим образом: 5'-конец вирусной РНК, образующий дуплекс с (-) «strong-stop» ДНК, разрушается под влиянием присущей обратной транскриптазе активности РНКазы Н.

РНКазы Н, специфичная к РНК в составе гибридного РНК-ДНК дуплекса, расщепляет сегмент РНК этого дуплекса. В результате (-) «strong-stop» (RU5) оказывается в одонитевой форме и может взаимодействовать с 3'-концом (с участком R) той же самой или другой молекулы вирусной РНК, поскольку на 3'-конце РНК имеется повтор R. Новосинтезированная короткая цепь ДНК вместе с праймером «перепрыгивает» на 3'-конец матрицы и взаимодействует там с комплементарным ей участком К.

Цепь ДНК удлиняется, в качестве матрицы используется остальная часть вирусной РНК. На этой стадии в качестве затравки выступает уже (-) «strong-stop» ДНК; элонгация затравки приводит к синтезу (-) цепи ДНК, в которой отсутствует комплемент района RU5, поскольку соответствующий участок (+) матрицы был разрушен РНКазой Н.

К моменту завершения синтеза первой цепи ДНК большая часть вирусной РНК разрушается РНКазой Н.

Синтез 3'-конца второй цепи ДНК.

Удаление тРНК и оставшегося участка вирусной (+) РНК РНКазой Н.

Второй прыжок, в результате которого новосинтезированная вторая цепь ДНК комплементарно взаимодействует с тРНК-связывающей последовательностью первой цепи.

Удлинение 3'-концов каждой цепи, образование дуплекса ДНК.

Вся последовательность реакций протекает без явного участия ферментов репликации клетки-хозяина (топоизомеразы, хеликазы, праймазы, ДНК-связывающего белка, лигазы и т.д.). При этом следует отметить, что молекулы вирусных ДНК длиннее молекул вирусных РНК, которые послужили матрицей для обратной транскрипции. Действительно, к 5'-концу (+) цепи вирусной ДНК добавилась последовательность U3, а к 3'-концу этой цепи - последовательность U5. В результате на концах молекулы вирус специфической ДНК появился длинный (несколько сотен нуклеотидов) концевой повтор (ДКП или LTR.), имеющий структуру U3U5.

Реакцию обратной транскрипции проводят в специально подобранных условиях с использованием сильных ингибиторов РНКазной активности. При этом удается получать полноразмерные ДНК-копии целевых молекул РНК. В качестве праймера при обратной транскрипции поли (А) - содержащих мРНК используют олиго (йТ)-праймер, а для молекул РНК, не имеющих 3'-поли (А) концов, - химически синтезированные олигонуклеотиды, комплементарные 3'-концу изучаемой РНК. После синтеза на мРНК комплементарной цепи ДНК и разрушения РНК (обычно применяют обработку щелочью) осуществляют синтез второй цепи ДНК. При этом используют способность ревертазы образовывать на 3'-концах одноцепочечных кДНК самокомплементарные шпильки, которые могут выполнять функции праймера. Матрицей служит первая цепь кДНК. Данная реакция может катализироваться как ревертазой, так и ДНК-полимеразой I E. coli. Показано, что сочетание этих двух ферментов позволяет повысить выход полноценных двухцепочечных молекул кДНК. По окончании синтеза первая и вторая цепи кДНК остаются ковалентно связанными петлей шпильки, служившей праймером при синтезе второй цепи. Эту петлю расщепляют эндонуклеазой S1, специфически разрушающей одноцепочечные участки нуклеиновых кислот. Образующиеся при этом концы не всегда оказываются тупыми, и для повышения эффективности последующего клонирования их репарируют до тупых с помощью фрагмента Кленова ДНК-полимеразы I E. coli (остающаяся часть молекулы, которая сохраняет присущие ей каталитические активности).

8.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций Критерии оценки к экзаменационным билетам.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена. Ответ обучающегося на экзамене квалифицируется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Шкала оценивания экзамена

оценка	Уровень освоения	Критерии оценивания
--------	------------------	---------------------

	компетенций	
«отлично»	высокий уровень	<p>Выставляется, если студент дает полный и правильный ответ на поставленные в экзаменационном билете вопросы, а также на дополнительные (если в таковых была необходимость).</p> <p>Строит ответ логично в соответствии с планом, показывает максимально глубокие знания. Устанавливает содержательные межпредметные связи. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит убедительные примеры. Обнаруживает способность анализа в освещении различных концепций. Делает содержательные выводы. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации. Имеет место высокий уровень выполнения лабораторных, контрольных и самостоятельных работ в течение учебного процесса.</p>
«хорошо»	повышенный уровень	<p>Выставляется, если студент строит свой ответ в соответствии с планом. Устанавливает содержательные межпредметные связи. В ответе представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно. Допускает несущественные ошибки в изложении теоретического материала, исправленные после дополнительного вопроса экзаменатора. Развернуто аргументирует выдвигаемые положения, приводит необходимые примеры, однако показывает некоторую непоследовательность анализа. Выводы правильны. Речь грамотна. Демонстрирует знание специальной литературы в рамках учебного методического комплекса и дополнительных источников информации. Имеет место средний уровень выполнения лабораторных, контрольных и самостоятельных работ в течение учебного процесса.</p>
«удовлетворительно»	пороговый уровень	<p>выставляется, если ответ недостаточно логически выстроен, план ответа соблюдается непоследовательно. Студенту требуется помощь со стороны преподавателя (путем наводящих вопросов, небольших разъяснений и т.п.). Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументированы. Ответ носит преимущественно теоретический характер, примеры ограничены, либо отсутствуют. Имеет место низкий уровень выполнения лабораторных, контрольных и самостоятельных работ в течение учебного процесса.</p>
«неудовлетворительно»	минимальный уровень не достигнут	<p>выставляется при условии недостаточного раскрытия в экзаменационном билете вопросов. Обнаруживает незнание или непонимание</p>

	<p>большой или наиболее существенной части содержания учебного материала, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов, допускает грубое нарушение логики изложения. Выводы поверхностны. Имеет место очень низкий уровень выполнения лабораторных работ и тестирования в течение учебного процесса.</p>
--	--

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Молекулярная биология» проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у них умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения; организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях (опрос, решение индивидуальных заданий, обсуждение результатов лабораторных экспериментов);
- по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов;
- по результатам отчета обучающихся в ходе индивидуальной консультации преподавателя, проводимой в часы самоподготовки, по имеющимся задолженностям.

Контроль за выполнением обучающимися каждого вида работ может осуществляться поэтапно и служит основанием для предварительной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, лабораторных умений и навыков по дисциплине требованиям ФГОС по направлению подготовки в форме экзамена

Экзамен проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения экзамена производится устно – по билетам. Оценка по результатам экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Все виды текущего контроля осуществляются на лабораторных и практических занятиях, а также по результатам доклада на научной студенческой конференции.

Каждая форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний и лабораторно-практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций, обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки (на каждом занятии).
2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и обучающимися группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекса мер по устранению недостатков.
3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.
4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1	Доклад	<p>Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.</p> <p>Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы.</p> <p>Тематика докладов выдается на занятии, выбор темы осуществляется самостоятельно. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Результаты</p>	Темы докладов

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
		озвучиваются на научных студенческих конференциях, регламент – 7 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие обучающиеся.	
2	Устный опрос	Устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лабораторного или практического занятия в течение 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего практического занятия по заранее выданной тематике. Выбранный преподавателем обучающийся может отвечать с места либо у доски.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Индивидуальные задания	Совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.	Комплект задач
4	Экзамен	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций обучающегося.	Комплект билетов к экзамену

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).
 Рабочую программу разработал:
 Доцент кафедры «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных», к.б.н., Петряков В.В.

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Рабочую программу разработал:

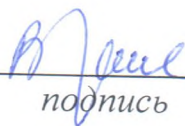
Доцент кафедры «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»,
к.б.н., Петряков В.В.



подпись

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных» «20» 04 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой,
д.б.н., профессор В.В. Зайцев



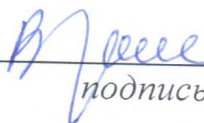
подпись

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии факультета,
д.в.н., профессор А.В. Савинков


подпись

Руководитель ОПОП ВО,
д.б.н, профессор В.В. Зайцев



подпись

Начальник УМУ,
к.т.н., доцент С.В. Краснов



подпись