



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.05 «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета
Протокол № 4 от 20.04.2024
Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики
Протокол № 15 от 17.04.2024
Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2024 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
а) перечень литературы	12
б) периодические издания	12
в) список авторских методических разработок	15
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	14
6.2. Программное обеспечение	14
6.3. Технические и электронные средства обучения	15
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	15

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель дисциплины заключается в том, чтобы сформировать представления об основных теоретических и методологических подходах к изучению молекулярных механизмов передачи генетической информации, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

Задачи:

- Сформировать у студентов современные представления о молекулярных механизмах генетических процессов, об устройстве генома и основных молекулярных механизмах регуляции активности генов на различных этапах реализации генетической информации;
- Рассмотреть область применения молекулярно-генетических методов, изучить основные проблемы, стоящих перед различными разделами молекулярной генетики.
- Сформировать системные представления о теориях и законах биофизики биологических структур на основе знаний смежных естественнонаучных дисциплин (физика, математика, биохимия и физиология);
- Рассмотреть закономерности физической организации живой материи на разных уровнях, начиная от молекулярного и заканчивая биосферным;
- Дать представление об основных объектах и методах исследования (как теоретических, так и практических) молекулярной молекулярной генетики;
- Научить студентов грамотному восприятию практических проблем, связанных с генетикой в целом.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.05 «Молекулярная генетика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 3 курсе в пятом семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета («Математика», «Химия», «Общая биология», «Биохимия», «Молекулярная биология»)

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Молекулярная генетика», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ПК-1"Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам"

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>ПК-1</i> "Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации побиологическим объектам"</p>	<p align="center"><i>ИДК_{ПК-1.1}</i></p> <p>Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности-</p>	<p>Знать: ведущие перспективы в междисциплинарном аспекте исследований биологических объектов</p> <p>Уметь: ориентироваться в основных методологических подходах в биологических исследованиях</p> <p>Владеть: методами поиска и решения задач по тематике научных исследований</p>
	<p align="center"><i>ИДК_{ПК-2.1}</i></p> <p>Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: современные представления и процессы жизнедеятельности на всех уровнях организации биологических систем</p> <p>Уметь: правильно ставить задачи исследования, обосновывать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость исследования, выбирать методы исследований, прогнозировать перспективы дальнейших исследований.</p> <p>Владеть: классическими и современными методами и подходами в области научных исследований</p>
	<p align="center"><i>ИДК_{ПК-3.1}</i></p> <p>Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: терминологический аппарат в области научного исследования</p> <p>Уметь: организовывать работу в рамках научного исследования</p> <p>Владеть: методами прикладного ПО и баз данных</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.,

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (27 часов)

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Строение генома. Методы исследования молекулярных механизмов генетических процессов	5	16		2	4		10	Контрольные вопросы
2	Тема 2. Молекулярные механизмы основных процессов хранения и передачи генетического материала. Молекулярные механизмы репликации, транскрипции, посттранскрипционного процессинга РНК	5	22		4	8		10	Контрольные вопросы Практические задания
3	Тема 3. Молекулярные механизмы регуляции активности генов.	5	22		4	8		10	Контрольные вопросы Доклады

	Молекулярные механизмы трансляции, посттрансляционной модификации белков								
4	Тема 4. Изменчивость генетического материала. Молекулярные механизмы рекомбинационных процессов, регуляции экспрессии генов	5	22		4	8		10	Контрольные вопросы Практические задания
5	Тема 5. Апоптоз и регуляция индивидуального развития	5	22		4	8		10	Контрольные вопросы Практические задания

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Раздел 1. Введение. Строение генома. Методы исследования молекулярных механизмов генетических процессов.	Реферативная работа	2	10	Контрольные вопросы	Раздел 5 а-г
5	Раздел 2. Молекулярные механизмы основных процессов хранения и передачи генетического материала. Молекулярные механизмы репликации, транскрипции, посттранскрипционного процессинга РНК	Реферативная работа	4	10	Контрольные вопросы Отчет по ПР	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Раздел 3. Молекулярные механизмы регуляции активности генов. Молекулярные механизмы трансляции, посттрансляционной модификации белков.	Реферативная работа	8	10	Контрольные вопросы Доклад	- « -
5	Раздел 4. Изменчивость генетического материала. Молекулярные механизмы рекомбинационных процессов, регуляции экспрессии генов.	Реферативная работа	10	10	Контрольные вопросы Отчет по ПР	- « -
5	Раздел 5. Апоптоз и регуляция индивидуального развития.	Реферативная работа	12	10	Контрольные вопросы Отчет по ПР	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 50						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 20						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Строение генома. Методы исследования молекулярных механизмов генетических процессов.

Тема 1.1. Строение генома. Методы исследования молекулярных механизмов генетических процессов

Тема 1.2. Предмет молекулярной генетики. Преемственность проблем классической и молекулярной генетики.

Тема 1.3. Определение нуклеотидных последовательностей полных геномов эукариот, бактерий и архей. Основные сходства и различия.

Тема 2. Молекулярные механизмы основных процессов хранения и передачи генетического материала. Молекулярные механизмы репликации, транскрипции, посттранскрипционного процессинга РНК

Тема 2.1. Рекомбинация, ее регуляция, механизм и биологическая роль.

Тема 2.2. Регуляция на уровне перестроек генома. Регуляция транскрипции у эукариот. Способы регуляции трансляции у про- и эукариот. Регуляция инициации и элонгации трансляции.

Тема 2.3. Строение и функции промоторов у прокариот. Принцип каскадной регуляции. Роль суперспирализации и метилирования в регуляции экспрессии генов.

Тема 2.4. Понятие о слабых и сильных промоторах. Эnhансеры и белки-регуляторы. Классификация оперонных систем у бактерий. Системы негативного и позитивного контроля.

Тема 2.5. Регуляция транскрипции на уровне терминации. Регуляция триптофанового оперона: функции лидерной области, аттенуатора. РНК-полимеразы трех типов, транскрипционные факторы, свойства промоторов, энхансеров и сайленсеров. Роль метилирования в регуляции транскрипции.

Тема 3. Молекулярные механизмы регуляции активности генов. Молекулярные механизмы трансляции, посттрансляционной модификации белков.

Тема 3.1. Репрограммирование трансляции. Регуляция экспрессии генов двухцепочечной РНК (интерференция РНК). Модели репликации, регуляция. Теломера, ее структура и функции. Понятие о типах репарационных процессов.

Тема 3.2. Особенности процессов репарации в клетках млекопитающих: роль хроматина, репарация в активно транскрибируемых генах, сопряжение систем транскрипции и репарации. Связь нарушений в системах репарации ДНК с молекулярными наследственными болезнями и раком.

Тема 3.3. Закономерности рекомбинационных перестроек генома. Мобильные элементы эукариот, ретротранспозоны; их роль в регуляции активности геномов. Запрограммированные перестройки генетического материала в онтогенезе.

Тема 4. Изменчивость генетического материала. Молекулярные механизмы рекомбинационных процессов, регуляции экспрессии генов.

Тема 4.1. Автономная и общая нестабильность генома. Роль мигрирующих генетических элементов в возникновении мутаций, делеций, дупликаций

Тема 4.2. Молекулярные механизмы спонтанного мутагенеза. Гены-мутаторы и антимутаторы.

Тема 4.3. Механизмы индуцированного мутагенеза, связанные с процессом репликации. Роль генов *hcsA*, *lexA*, *umuCD*.

Тема 4.4. Роль метилирования ДНК у прокариот. Метилированные азотистые основания. Системы рестрикции – модификации. Типы рестриктаз и особенности их действия. Использование рестриктаз в генной инженерии. Метилирование и репарация.

Тема 4.5. Метилирование ДНК у эукариот, его особенности и биологическая роль. Геномный родительский импринтинг.

Тема 4.6. Использование достижений молекулярной биологии в систематике.

Тема 5. Апоптоз и регуляция индивидуального развития.

Тема 5.1. Что такое апоптоз, отличительные особенности, основные стадии (системы и белки, принимающие участие). Функции апоптоза.

Тема 5.2. Какие нарушения апоптоза бывают и к чему они приводят. Молекулярные механизмы контроля апоптоза в организме. Апоптоз и эмбриогенез.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Тема 1.1. Строение генома. Методы исследования молекулярных механизмов генетических процессов. Тема 1.2. Определение нуклеотидных последовательностей полных геномов эукариот, бактерий и архей. Основные сходства и различия.		10	Тестирование	ПК-1 ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3
2	Тема 2	Тема 2.1. Строение и функции промоторов у прокариот. Принцип каскадной регуляции. Роль суперспирализации и метилирования в регуляции экспрессии генов. Тема 2.2. Понятие о слабых и сильных промоторах. Эnhансеры и белки-регуляторы. Классификация оперонных систем у бактерий. Системы негативного и позитивного контроля. Тема 2.3. Регуляция транскрипции на уровне терминации. Регуляция триптофанового оперона: функции лидерной области, аттенуатора. РНК-полимеразы трех типов, транскрипционные факторы, свойства промоторов, энхансеров и		10	Устный опрос; Реферат	ПК-1 ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3

		сайленсеров. Роль метилирования в регуляции транскрипции..				
3	Тема 3	<p>Тема 3.1. Особенности процессов репарации в клетках млекопитающих: роль хроматина, репарация в активно транскрибируемых генах, сопряжение систем транскрипции и репарации.</p> <p>Тема 3.2. Закономерности рекомбинационных перестроек генома. Мобильные элементы эукариот, ретротранспозоны; их роль в регуляции активности геномов.</p>		10	Тестирование	ПК-1 ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3
4	Тема 4	<p>Тема 4.1. Метилирование ДНК у эукариот, его особенности и биологическая роль. Геномный родительский импринтинг.</p> <p>Тема 4.2. Использование достижений молекулярной биологии в систематике.</p>		10	Устный опрос; Реферат	ПК-1 ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3
5	Тема 5	<p>Тема 5.1. Что такое апоптоз, отличительные особенности, основные стадии (системы и белки, принимающие участие). Функции апоптоза.</p> <p>Тема 5.2. Какие нарушения апоптоза бывают и к чему они приводят. Молекулярные механизмы контроля апоптоза в организме. Апоптоз и эмбриогенез.</p>		10	Устный опрос; Реферат	ПК-1 ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Тема 1. Введение. История, предмет и значение генетики на современном этапе.	Написание реферата по предложенной теме, подготовка доклада	ПК-1	-ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3
2	Тема 2. Законы Менделя	Написание реферата по предложенной теме, подготовка доклада	ПК-1	= ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3
3	Тема 3. Рекомбинация	Написание реферата по предложенной теме, подготовка доклада	ПК-1	ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3-
4	Тема 4. Хромосомная теория наследственности	Написание реферата по предложенной теме, подготовка доклада	ПК-1	ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3-
5	Тема 5. Генетическая изменчивость	Написание реферата по предложенной теме, подготовка доклада	ПК-1	ИДК 1.1 ИДК 1.2 ИДК 1.3-

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Молекулярная генетика» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- Работа над конспектом лекции;
- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции;
- подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- подготовка отчетов по практическим заданиям;
- подготовка к экзамену.

Письменные работы. Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Рекомендации по подготовке презентации.

Презентации — способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру,

организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд - одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис - аргументы – вывод. Выводы всегда должны быть даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Старайтесь делать слайды на однородном светлом фоне с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

Содержание и форма отчета по практической работе

Отчет по лабораторной работе должен включать следующие разделы:

1. НАЗВАНИЕ РАБОТЫ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ
3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В данном разделе приводятся перечень использованных в работе компьютерных программ, иных электронных ресурсов и баз данных; описание методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе приводятся результаты работы в виде таблиц, рисунков и схем. Дается обсуждение результатов работы: адекватность результатов поставленным задачам, интерпретация результатов с позиции основных биологических теорий и т.д.

5. ВЫВОДЫ
ПОДПИСЬ, ДАТА

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. [Ченцов, Юрий Сергеевич](#). Введение в клеточную биологию [Текст] : учеб. для ун-тов, обучающихся по направл. 510600 "Биология" и биологическим спец. / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп., стер. изд. - М. : Альянс, 2015. - 494 с. : ил., 8 л. цв. ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 487. - ISBN 978-5-91872-080-6 (30 экз.)+

2. Островская Р.М. Генетика: учебное пособие / Р.М.Островская, В.И.Чемерилова. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. – 247 с. (70 экз.)+

3. [Чемерилова, Валентина Ивановна](#). Генетика микроорганизмов: генетический анализ регуляции экспрессии генов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Чемерилова. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0792-0 +

б) периодические издания

«Биологические мембраны», «Биохимия», «Биофизика», «Биотехнология», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология».

в) список авторских методических разработок:

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет-версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биомедицинских исследований. Статьи в pdf-формате.
2. <http://www.6years.net/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биохимической направленности.
3. <http://www.chemexper.com/> - поиск химических соединений в различных базах данных
4. <http://www.dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области.
5. <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
6. <http://www.tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
7. <http://www.biengi.ac.ru/analyz.htm> - Биоинформатика в Центре «Биоинженерия» РАН
8. <http://www.bioinformatix.ru/> - Биоинформатика, геномика, протеомика, биософт, имейджинг — портал по биоинформатике, имейджингу и биософту.
9. <http://www.ebi.ac.uk/> - база данных EMBL EBI (European Bioinformatics Institute).
10. <http://www.expasy.ch/> - система анализа белка ExPASy (Expert Protein Analysis System, SwissProt, TrEMBL)
11. <http://www.iscb.org/> - Международное сообщество вычислительной биологии.
12. <http://www.matbio.org/> - электронный журнал «Математическая биология и биоинформатика».
13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - сайт NCBI (National Center Biotech Information)
14. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast> - программа выравнивания последовательностей BLAST (Basic Local Alignment Sequence Tool)
15. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankSearch.html> - база данных GenBank
16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> - библиографическая база данных PUBMED
17. <http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - Интернет версия международного журнала по биохимии и биохимическим аспектам молекулярной биологии, биоорганической химии, микробиологии, иммунологии, физиологии и биоинформатике. Статьи в pdf-формате.
18. <http://www.rcsb.org/pdb/> - база данных по белкам PDB (Protein 3D Structure database)
19. <http://www.rusbiotech.ru/> - Российские биотехнологии и Биоинформатика

20. molbiol.ru - российский сервер с большим количеством справочной информации по биоинформатике на русском языке.
21. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
22. ЭБС «Руконт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
23. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
24. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные OHAUS – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр КФ 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Молекулярная генетика» *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в виде презентации.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок tium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной мебелью* на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр"- 1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

- DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

6.3. Технические и электронные средства:

- Презентации по всем темам курса;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa;
- Онлайн версии программ для выравнивания последовательностей и филогенетического анализа (BLAST, CLUSTAL, PhyML, T-Coffee, MUSCLE, COBALT)

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Молекулярная генетика» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция* - это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий является коллоквиум.
- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются письменные работы студентов, проводится защита докладов.
- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии,

реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Молекулярная генетика» используется *компьютерные сетевые технологии* (интернет-технологии) – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ (educa.isu.ru).

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

Для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется тестирование по основным разделам математики, физики, химии, биохимии и молекулярной биологии.

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Молекулярная генетика» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- выполнение отчетов по практическим работам
- контроль самостоятельной работы.

Текущий контроль проводится для оценки степени усвоения студентами учебных материалов, обозначенных в учебной рабочей программе, и осуществляется в виде *непрерывного* и *рубежного* контроля. К непрерывному контролю относятся систематические проверки знаний и навыков студентов в форме контрольных вопросов, задач, устных опросов и рефератов. Текущий контроль осуществляется на семинарских занятиях. Рубежный контроль охватывает содержание части курса и проводится два раза в семестр.

Фонд оценочных средств включает:

- вопросы тестовых заданий
- темы рефератов
- примерный список вопросов к зачету.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

Вопросы тестовых заданий (указать правильные утверждения)

Псевдогены это:

- а) гены, утратившие функцию;
- б) межгенные последовательности;
- в) интроны.

Экзоны соответствуют:

- а) активным центрам ферментов;
- б) межгенным последовательностям;
- в) концам полипептидных цепей.

Минимальное число интронов найдено в генах:

- а) животных;
- б) растений;
- в) эубактерий.

Амплификация происходит при:

- а) транспозиции;
- б) необходимости большого количества продукта гена;
- в) сплайсинге.

Зондами для выявления последовательностей в ДНК являются:

- а) фрагменты ДНК;
- б) фрагменты РНК;
- в) фрагменты белков.

Каталитическая аминокислота в молекулах топоизомераз это:

- а) тирозин;
- б) триптофан;
- в) фенилаланин.

К какому типу повторов относится последовательность АТГЦ ГЦАТ:

- а) тандемный;
- б) инвертированный;
- в) палиндром.

Какие ферменты кодируют IS элементы:

- а) матуразы;
- б) инвертазы;
- в) транспозазы.

Ретротранспозоны это:

- а) дефектные ретровирусы;
- б) продукты обратной транскрипции РНК;
- в) некодирующие последовательности.

Какой вид сплайсинга идет без участия белков:

- а) транссплайсинг;
- б) альтернативный;
- в) аутосплайсинг.

Транспозоны это:

- а) IS элементы;
- б) IS элементы + дополнительные гены;
- в) некодирующие последовательности.

Репликация идет по механизму:

- а) консервативному;
- б) полуконсервативному;

в) мозаичному.

Функции ДНК-полимеразы I при репликации ДНК кишечной палочки заключаются в:

- а) расплетение цепей ДНК;
- б) удаление РНК-праймера и замещение его на ДНК;
- в) сшивании фрагментов ДНК отстающей цепи.

ДНК-полимераза III E.coli ведет:

- а) удлинение РНК-праймера;
- б) раскручивание дуплекса ДНК;
- в) замену РНК-праймера на ДНК.

ДНК-лигаза при репликации ДНК ведет:

- а) стабилизацию одноцепочечных участков ДНК;
- б) сшивку фрагментов ДНК в отстающей цепи;
- в) разделение катенанов.

Укорочению линейных дуплексов ДНК при репликации препятствует фермент:

- а) ДНК-полимераза I;
- б) ДНК-полимераза III;
- в) теломераза.

При проведении n циклов полимеразной цепной реакции число копий фрагмента ДНК возрастают в:

- а) n раз;
- б) $2n$ раз;
- в) 2^n раз.

Прямую репарацию тиминовых димеров в ДНК ведет:

- а) ДНК-полимераза;
- б) ДНК-аза;
- в) ДНК-фотолиаза.

Структуры Холидея это:

- а) пространственные структуры в РНК;
- б) изомерные структуры при гомологической рекомбинации;
- в) элементы структуры хроматина.

Рестриктазы, функционирующие отдельно от метилаз это:

- а) рестриктазы I типа;
- б) рестриктазы II типа;
- в) рестриктазы III типа.

Метилирование генов эукариот ведет к:

- а) увеличению их экспрессии;
- б) уменьшению экспрессии;
- в) нарушению комплементарных взаимодействий в ДНК гена.

Единица транскрипции это:

- а) репликон;
- б) транскриптон;
- в) промотор.

Промотор это:

- а) сайт начала репликации ДНК;
- б) сайт начала транскрипции;
- в) сайт метилирования ДНК.

Транскрипцию генов яРНК у эукариот ведет:

- а) РНК-полимераза I;
- б) РНК-полимераза II;
- в) РНК-полимераза III.

Процессинг это:

- а) укорочение и модификация первичных транскриптов РНК;
- б) инициация трансляции;
- в) перенос РНК из ядра в цитоплазму.

Исключение из универсального генетического кода найдены в:

- а) ядерной ДНК эукариот;
- б) в митохондриальной ДНК;
- в) сателлитной ДНК.

Иницирующей аминокислотой при трансляции у прокариот является:

- а) метионин;
- б) формилметионин;
- в) любая аминокислота.

Транслокация рибосом требует энергии в виде:

- а) АТФ;
- б) ГТФ;
- в) энергия не нужна.

Аттенюатор это:

- а) последовательность в ДНК, влияющая на скорость репликации;
- б) последовательность в мРНК, влияющая на скорость ее транскрипции;
- в) нуклеотидная последовательность в тРНК.

Энхансер это:

- а) последовательность в ДНК, увеличивающая скорость транскрипции;
- б) последовательность в м-РНК, изменяющая скорость трансляции;
- в) последовательность в т-РНК, изменяющая скорость трансляции.

«Маскировка» мРНК у эукариот это:

- а) ускоренная ее деградация;
- б) выключение мРНК из трансляции при связывании ею специальными белками;
- в) образование двухцепочечной мРНК.

Темы рефератов

1. Целостность генома и горизонтальный перенос генов у представителей различных царств живого мира. Методы доказательства горизонтального переноса генов
2. Мобильные элементы, их видоспецифичность, механизмы распространения в природе
3. Мобильные элементы у эукариот. Гибридный дисгенез и его молекулярные механизмы, возможности использования для решения биотехнологических задач
4. Направленная модификация геномов. Возможности, практические успехи и проблемы

5. История регулирования направленных вмешательств в устройство генетического аппарата различных организмов
6. Перспективы и возможные ограничения молекулярной хирургии
7. Фундаментальные различия между механизмами регуляции активности генов у эукариот, бактерий и архей
8. Регуляция генетической активности на посттранскрипционном уровне у эукариот, возможности использования механизмов регуляции в терапевтических целях
9. Сравнение характеристик молекулярных механизмов поддержания стабильности геномов
10. Системы метилирования — рестрикции у микроорганизмов, возможности их использования

Критерии оценки реферата:

- Новизна текста: а) актуальность темы; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутриспредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.
- Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие содержания теме и плану доклада; б) полнота и глубина знаний по теме; в) обоснованность способов и методов работы с материалом; г) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).
- Обоснованность выбора источников: а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).
- Соблюдение требований к оформлению: а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соответствие презентации содержанию доклада и рекомендациям по ее подготовке (см. п. 4.4).

Оценка *«отлично»*. В реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, хорошим научным языком. Реферат сопровождается презентацией, которая составлена с соблюдением общих требований оформления, содержит ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д. При обсуждении студент демонстрирует понимание изучаемой проблемы и методологии научного исследования, владение профессиональной терминологией и умение грамотно отвечать на вопросы аудитории.

Оценка *«хорошо»*. Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Имеются недочеты в оформлении презентации или презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента на вопросы не являются исчерпывающими и аргументированными.

Оценка *«удовлетворительно»*. Тема раскрыта не полностью, материал не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент дает неправильные или исчерпывающие ответы.

Оценка *«неудовлетворительно»*. Тема не раскрыта, приведен скудный объем материала; презентация отсутствует или не соответствует требованиям. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют вопросам.

Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Ответ оценивается на «отлично», если студент: полно излагает изученный материал, дает правильное определение понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на «хорошо», если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«Удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но при этом: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если ответ не удовлетворяет требованиям положительной оценки или студент отказывается отвечать на контрольные вопросы

Форма аттестации - **зачет**. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1.

Примерный список вопросов к зачету

1. Предмет молекулярной генетики. Преимущество проблем классической и молекулярной генетики.
2. Свойства нуклеиновых кислот как генетического материала.
3. Методы молекулярной генетики. Основные вехи в развитии технологии рекомбинатных ДНК.
4. Вирусы, бактерии и эукариотические микроорганизмы как модельные объекты молекулярной генетики.
5. Репликация ДНК. Полуконсервативный способ репликации ДНК.
6. Прерывистый характер синтеза ДНК. Этапы репликации.
7. Ключевые ферменты, участвующие в процессе репликации ДНК. Роль РНК-затравки. Свойства ДНК-полимераз.
8. Регуляция процессов репликации. Понятие о репликоне.
9. Особенности организации и репликации хромосом прокариот.
10. Особенности организации и репликации хромосом высших организмов.
11. Ориджины репликации. Репликация концов хромосом: структура теломерных участков.
12. Проблема стабильности генетического материала. Типы структурных повреждений ДНК.
13. Механизм и значение фотореактивации.
14. Эксцизионная репарация. Выщепление пиримидиновых димеров.
15. Пострепликативная репарация. Генетика и энзимологии.
16. Утрата и замещение нуклеотидов. Роль гликолаз и инсерттаз. Репарация путем замены модифицированных оснований.
17. Нарушение в системах репарации ДНК. Связь с молекулярными наследственными

- болезнями и раком.
18. Общая или гомологичная рекомбинация.
 19. Сайт специфическая и негомологичная рекомбинация.
 20. Молекулярные механизмы генных мутаций.
 21. Структурные мутации хромосом.
 22. Геномные мутации. Причины возникновения.
 23. «Мутагенные» и «безошибочные» процессы репарации ДНК. Индуцибельные механизмы репарации. SOS – репарация.
 24. Частота мутирования. Концентрации мутаций в горячих точках.
 25. Регуляция транскрипции у эукариот.
 26. Позитивная и негативная регуляции.
 27. Генетический анализ Lac-оперона.
 28. Структурная часть гена Интроны и экзоны.
 29. Альтернативный сплайсинг. Псевдогены.
 30. Регуляторные участки гена. Эnhансеры и сайленсеры.
 31. Роль белков в регуляции активности генов. Регуляция транскрипции на уровне терминации.
 32. Регуляция трансляции. РНК-интерференция.
 33. Мобильные элементы генома. Функциональное значение и роль в возникновении мутаций, делеций и дупликаций.
 34. Автономная и общая нестабильность генома. Молекулярные механизмы спонтанного мутагенеза.
 35. Мобильные элементы прокариот.
 36. Мобильные элементы эукариот. Ретротранспозоны.
 37. Тандемные и диспергированные повторяющиеся участки ДНК. Роль ретротранспозонов в регуляции активности генов.
 38. Полимеразная цепная реакция. Механизм и возможности использования в молекулярных исследованиях.

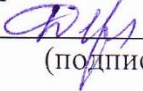
Итоговый контроль - зачет. К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие две промежуточные аттестации и получившие оценку по реферату.

Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета.

Критерии оценки: ответ полный, раскрывающий историю рассматриваемой проблемы, основных авторов проблемы, теоретические положения проблемы, пути их решения.

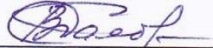
Формально: оценивается достижение целей образовательного стандарта высшего профессионального образования и соответствия фактического уровня развития личности профессионала проектируемому уровню.

Разработчик:

 профессор Щербаков Д.Ю.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 17.04.2024 г. протокол № 15.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.