



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ
Декан биологического факультета
А.Н. Матвеев
«21» марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.02 «**БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ**»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

Согласовано с УМК биологического факультета
Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.
Председатель Матвеев А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики
Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.
Зав. кафедрой Соловарова В.П. Соловарова

Иркутск 2025 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	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	14
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	16
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
а) перечень литературы	17
б) периодические издания	17
в) список авторских методических разработок	17
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	17
	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	19
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	19
6.2. Программное обеспечение	19
6.3. Технические и электронные средства обучения	20
VII. Образовательные технологии	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	2

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: Изучить и освоить на практике основные принципы и концепции исследования биополимеров с использованием физико-химических, молекулярно-биологических и биоинформационных методов.

Задачи:

- Получить практический опыт использования физико-химических, молекулярно-биологических и биоинформационных методов для исследования биологических макромолекул – белка и нуклеиновых кислот;
- Дать представление о роли этих методов в современной естественно-научной методологии;
- Изучить основные методы и подходы, используемые для выделения, очистки, разделения и идентификации биомолекул;
- изучить принципы постановки эксперимента и теоретической обработки результатов исследований;
- ознакомиться с принципиальными особенностями биохимического и молекулярно-биологического анализа реальных биологических объектов;

- освоить методы биоинформатики, включая работу с молекулярными базами данных, выравнивание последовательностей и молекулярную визуализацию;
- изучить возможности приложения методов информационной биологии, в том числе, теоретического анализа и компьютерного моделирования, к решению фундаментальных и прикладных проблем современной биологии, медицины, фармакологии и экологии.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.02 «Большой практикум» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 4 курсе (седьмой и восьмой семестры).

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета («Математика», «Аналитическая, физическая и коллоидная химия», «Общая биология», «Биохимия», «Молекулярная биология клетки», «Молекулярная генетика», «Физико-химические методы исследований», «Математическая обработка результатов исследований», «Информатика»).

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология лекарственных средств», «Биоинженерные технологии в медицине», «Структурно функциональная биоинформатика», 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

ПК-2 Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных	<i>ИДК ПК 1.1</i> 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	Знать: основные принципы, теории и законы, лежащие в основе методов биоинформатики и биоинженерии Уметь: использовать знания физико-химической биологии для объяснения важнейших процессов, протекающих в живых организмах Владеть: навыками работы с аналитической приборной базой и теоретическими методами

<p>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</p>	<p><i>ИДК ПК 1.2</i> 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: способы приготовления необходимых для исследований реагентов и иных расходных материалов Уметь: устанавливать связи между методами исследования, структурой и свойствами биополимеров Владеть: методами физико-химического и математического описания процессов взаимодействий вещества, энергии и информации в биологических системах.</p>
<p>ПК-2 Способен планировать, организовывать и контролировать проведение исследований, выбирать методы и средства решения поставленных задач, строить математические модели, осваивать новые информационные и программные ресурсы, получать научные результаты с использованием современных методов, оборудования, вычислительных комплексов в области своей профессиональной деятельности, готовить тексты отчетной документации и публикаций.</p>	<p><i>ИДК ПК 2.1</i> Знает классические и современные методы исследований, при реализации научных проектов применяет информационные ресурсы и базы данных, методы формализации и решения задач, анализа научных результатов</p>	<p>Знать: классические и современные методы исследований. Уметь: использовать знания для выбора информационных ресурсов и баз данных для решения поставленных задач: оформлять и решения задач, анализа научных результатов; представлять результаты работы в виде отчета. Владеть: статистическими методами обработки экспериментальных результатов</p>
	<p><i>ИДК ПК 2.2</i> Способен профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p>	<p>Знать: сущность осваиваемых методов, особенности их применения в современных биологических исследованиях Уметь: выполнять исходные вычисления, производить расчеты по результатам эксперимента, проводить статистическую обработку экспериментальных данных Владеть: навыками работы с химическими реагентами и аналитическими приборами</p>

	<p><i>ИДК ПК 2.3</i></p> <p>Владеет статистическими методами обработки экспериментальных результатов; способен находить и осваивать новые программные ресурсы и применять прикладные компьютерные программные комплексы; представлять результаты исследований и разработок в виде отчетов, докладов, публикаций в научных изданиях.</p>	<p>Знать: принципы работы с базами данных и с обслуживающими их приложениями, методы поиска и обработки информации о последовательностях и структурах биомолекул</p> <p>Уметь: использовать основные физико-химические методы исследований в экспериментальной биологии;</p> <p>Владеть: базовыми пакетами прикладных программ для анализа структуры и последовательной биологических макромолекул</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц в седьмом семестре и 4 зачетных единицы в восьмом семестре, 324 часа.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (65 часов)

Форма промежуточной аттестации: зачет в 7 семестре, зачет с оценкой в 8 семестре.

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				
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Раздел 1. Белки									
1	Лабораторная работа № 1. Количественное определение белка методом оптической спектроскопии	7	20			10		10	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
2	Лабораторная работа № 2. Фракционирование белка методом дробного осаждения	7	28			18		10	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
3	Лабораторная работа № 3. Обессоливание белка методом гель-фильтрации	7	30			20		10	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
4	Лабораторная работа № 4. Электрофорез	7	30			20		10	Контрольные тестовые

	белка в полиакриламидном геле							вопросы Защита отчета
5	Лабораторная работа № 5. Поиск белков в банке данных и визуализация структуры молекулы с помощью прикладных программ	7	30		20		10	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
6	Лабораторная работа № 6. Выравнивание последовательностей белков. Работа с библиографическими базами данных	7	30		20		10	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
	Раздел 2. Нуклеиновые кислоты							
7	Лабораторная работа № 7. Выделение геномной ДНК из изолированных культур микроорганизмов	8	14		10		4	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
8	Лабораторная работа № 8. Выделение нуклеиновых кислот из смешанных микробных ассоциаций	8	14		10		4	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
9	Лабораторная работа № 9. Выделение плазмидной ДНК	8	14		10		4	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
10	Лабораторная работа № 10. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле	8	18		12		6	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
11	Лабораторная работа № 11. Ручная корректировка файла с хроматограммой и последовательностью в программе BioEdit	8	18		12		6	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
12	Лабораторная работа № 12. Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей.	8	18		12		6	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
13	Лабораторная работа № 13. Выравнивание последовательностей в программе ClustalX.	8	18		12		6	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета

14	Лабораторная работа № 14. Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей.	8	18			12		6	Контрольные тестовые вопросы Защита отчета
----	----------------------------------------------------------------------------------------	---	----	--	--	----	--	---	-----------------------------------------------

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.)		
	Раздел 1. Белки					
7	Лабораторная работа № 1.	Подготовка к опросу Подготовка отчета	1-2	10	Контрольные вопросы Отчет по лаб. работе	Раздел 5 а-г
7	Лабораторная работа № 2.	- « -	3-4	10	- « -	- « -
7	Лабораторная работа № 3.	- « -	5-7	10	- « -	- « -
7	Лабораторная работа № 4.	- « -	8-10	10	- « -	- « -
7	Лабораторная работа № 5.	- « -	11-13	10	- « -	- « -
7	Лабораторная работа № 6.	- « -	14-16	10	- « -	- « -
	Раздел 2. Нуклеиновые кислоты					- « -
8	Лабораторная работа № 7.	- « -	1-2	4	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 8.	- « -	3-4	4	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 9.	- « -	5-6	4	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 10.	- « -	7-8	6	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 11.	- « -	9-10	6	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 12.	- « -	11-13	6	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 13.	- « -	14-16	6	- « -	- « -
8	Лабораторная работа № 14.	- « -	17-18	6	- « -	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 102						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 65						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Белки

Лабораторная работа № 1. Количественное определение белка методом оптической спектроскопии

Закономерности взаимодействия вещества с электромагнитной волной. Абсорбция электромагнитной волны молекулой вещества. Закон Ламберта – Бэра. Молярный коэффициент экстинкции. Оптическая плотность. Практическое применение закона Ламберта-Бэра. Калибровочная прямая и уравнение линейной регрессии. Метод Лоури. Метод Кингслея-Вексельбаума (биуретовая реакция). Спектрофотометрический метод, формула Калькара.

Подготовка к работе фотоэлектрокалориметра и порядок работы на нем. Построение калибровочного графика. Расчет параметров калибровочной прямой. Определение концентрации белка в растворе. Расчет общего количества белка. Статистическая оценка достоверности результатов измерений. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 2. Фракционирование белка методом дробного осаждения

Высаливание как метод очистки и выделения белка. Достоинства метода и границы его применимости. Молекулярные механизмы высаливания. Ряд Гофмейстера. Факторы, определяющие растворимость белка: температура, pH, исходная концентрация белка, ионная сила раствора. Формула расчета ионной силы. Соосаждение. Проблема потери целевого белка, вызванной соосаждением. Экстракционное высаливание, его особенности.

Расчет концентраций сульфата аммония, необходимых для дробного фракционирования белка. Приготовление рабочих растворов. Определение общего количества белка в исходном растворе. Дробное осаждение белка серией концентраций сульфата аммония 1М (25%); 1,6 М (40%); 2,4 М (60%); 3,2 М (80%). Определение содержания белка в полученных фракциях. Расчет баланса белка между исходным раствором и полученными фракциями. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 3. Обессоливание белка методом гель-фильтрации

Хроматография – общий принцип метода. Виды хроматографии по агрегатному состоянию фаз, в зависимости от механизма разделения и аппаратурного оформления. Принцип разделения смесей молекул методом гель-проникающей хроматографии (ГПХ). Основные понятия ГПХ: коэффициент распределения, объем элюирования, разность объемов выхода.

Набухание и отмучивание сефадекса. Заполнение колонки. Удаление из колонки хлорида натрия. Приготовление рабочего раствора белка (альбумин) и хлорида натрия. Введение рабочего раствора в колонку. Элюирование и сбор фракций. Определение содержания белка во фракциях. Расчет баланса белка между исходным раствором и полученными фракциями. Определение содержания хлорида во фракциях. Определение внутреннего объема воды, объема выхода и коэффициента распределения для хлорида натрия. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 4. Электрофорез белка в полиакриламидном геле.

Теория электрофореза. Виды электрофореза: с подвижной границей, зональный, непрерывный. Электрофорез на бумаге, гель-электрофорез. Типы используемых гелей: полиакриламидный и агарозный. Электрофорез в денатурирующих условиях – SDS-электрофорез. Физико-химические механизмы концентрирования белка при зональном электрофорезе. Использование электрофореза для разделения и идентификации белков.

Подготовка к работе камеры для электрофореза и порядок работы с ней. Подключение камеры к блоку питания. Правила выбора значений напряжения (силы тока) при проведении электрофореза. Приготовление необходимых материалов и реагентов: акриламид, метиленбисакриламид, буферные растворы (электродный буфер, буфер для образцов и гелей), ТЕМЕД, персульфат калия, додецилсульфат натрия, красители (кумасси и

бромфеноловый синий). Приготовление белковых образцов для электрофореза – маркерные и исследуемые белки. Заливка и полимеризация концентрирующего и разделяющего гелей. Нанесение образцов на гель. Заливка электродного буфера. Проведение электрофореза. Фиксация и окраска электрофореграммы. Отмывка геля и протоколирование результатов электрофореза. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 5. Поиск белков в банке данных и визуализация структуры молекулы с помощью прикладных программ

Идентификация организмов с помощью белковых последовательностей. Поиск белков в базе данных UniProtKB. Заполнение формы описания белка. Визуализация белковых молекул с помощью программы RasMol. Работа с PDB-файлом. Визуализация молекул с помощью программы ACD ChemSketch. Изображение структуры аминокислот. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 6. Выравнивание последовательностей белков. Работа с библиографическими базами данных.

Понятие расстояния между последовательностями, счет выравнивания, алгоритм выравнивания. Виды выравнивания биополимеров. Область применения выравнивания последовательностей. Выравнивание последовательностей с помощью программы BLAST. Алгоритм работы программы. Карта локального сходства. Поиск белка по его гомологу.

Поиск информации в библиографических базах данных. Работа с системами PubMed и elibrary. Работа с публикациями определенной направленности. Оформление отчета.

Раздел 2. Нуклеиновые кислоты

Лабораторная работа № 7. Выделение геномной ДНК из изолированных культур микроорганизмов

Работа с микропипетками, правила работы с биологическим материалом и техника безопасности. Работа с вортексом и центрифугой: порядок и правила работы, уравновешивание пробирок.

Приготовление реагентов. Лизис клеточной супензии. Денатурация белков и полисахаридов. Осаждение нуклеиновых кислот. Растворение нуклеиновых кислот. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 8. Выделение нуклеиновых кислот из смешанных микробных ассоциаций

Наборы для выделения ДНК или ДНК/РНК, для очистки ДНК или ПЦР-продуктов. Лизис клеточной супензии и денатурация белков и полисахаридов. Экстракция белков и полисахаридов. Экстракция нуклеиновых кислот. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 9. Выделение плазмидной ДНК

Биологическая роль плазмид. Значение плазмид в биоинженерии и биотехнологии. Приготовление растворов. Лизис клеточной супензии и денатурация белков. Удаление хромосомной ДНК. Осаждение плазмидной ДНК. Расщепление тРНК и остатков рибосомной РНК. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 10. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле

Особенности электрофореза нуклеиновых кислот. Приготовление растворов и полимеризация геля. Подготовка и нанесение образцов. Маркеры молекулярного веса. Визуализация результатов электрофоретического разделения нуклеиновых кислот. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 11. Ручная корректировка файла с хроматограммой и последовательностью в программе BioEdit

Идентификация организмов по нуклеотидным последовательностям. Коррекция нуклеотидной последовательности, замена вырожденных букв и N. Сборка последовательности из двух и более фрагментов. Использование опций программы BioEdit. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 12. Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей.

Сравнительный анализ заданной последовательности с помощью пакета программ FASTA. Сравнительный анализ заданной последовательности с помощью пакета программ BLAST. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 13. Выравнивание последовательностей в программе ClustalX.

Установка программного обеспечения. Работа с программой ClustalX. Выравнивание последовательностей. Построение филогенетических взаимоотношений с помощью программы ClustalX. Оформление отчета.

Лабораторная работа № 14. Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей.

Практическое и теоретическое значение филогенетического анализа. Базы данных для извлечения информации о последовательностях: BLAST, ENA EMBL Prokaryota и ENA EMBL Environmental. Выравнивание последовательности в программе Mega. Проведение филогенетического анализа. Параметры филогенетического анализа. Построение и корректировка филогенетического дерева. Оформление отчета.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
	Раздел 1					
1	ЛР 1	Количественное определение белка методом оптической спектроскопии	10	10	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
2	ЛР 2	Фракционирование белка методом дробного осаждения	18	18	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
3	ЛР 3	Обессоливание белка методом гель-фильтрации	20	20	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
4	ЛР 4	Электрофорез белка в поликарбамидном геле по Лэммли	20	20	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
5	ЛР 5	Поиск белков в банке данных и визуализация структуры молекулы с помощью прикладных программ	20	20	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
6	ЛР 6	Выравнивание последовательностей белков. Работа с библиографическими базами данных.	20	20	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
	Раздел 2					
7	ЛР 7	Выделение геномной ДНК из изолированных культур микроорганизмов	10	10	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
8	ЛР 8	Выделение	10		Контрольные	ПК-1, ПК-2

		нуклеиновых кислот из смешанных микробных ассоциаций		10	вопросы Отчет по ЛР	
9	ЛР 9	Выделение плазмидной ДНК	10	10	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
10	ЛР 10	Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле	12	12	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
11	ЛР 11	Ручная корректировка файла с хроматограммой и последовательностью в программе BioEdit	12	12	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
12	ЛР 12	Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей	12	12	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
13	ЛР 13	Выравнивание последовательностей в программе ClustalX	12	12	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2
14	ЛР 14	Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей	12	12	Контрольные вопросы Отчет по ЛР	ПК-1, ПК-2

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

п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
	Раздел 1.			
1	Количественное определение белка методом оптической спектроскопии	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
2	Фракционирование белка методом дробного осаждения	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
3	Обессоливание белка методом гель-фильтрации	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
4	Электрофорез белка в полиакриламидном геле	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3

5	Поиск белков в банке данных и визуализация структуры молекулы с помощью прикладных программ	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
6	Выравнивание последовательностей белков. Работа с библиографическими базами данных	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
Раздел 2.				ПК-1, ПК-2
7	Выделение геномной ДНК из изолированных культур микроорганизмов	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
8	Выделение нуклеиновых кислот из смешанных микробных ассоциаций	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
9	Выделение плазмидной ДНК	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
10	Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
11	Ручная корректировка файла с хроматограммой и последовательностью в программе BioEdit	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
12	Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей.	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
13	Выравнивание последовательностей в программе ClustalX.	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3
14	Филогенетический анализ нуклеотидных последовательностей.	1. Контрольные вопросы по теме 2. Подготовка отчета по ЛР	ПК-1, ПК-2	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3

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 «Большой практикум» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- подготовка отчетов по практическим заданиям.

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.

Содержание и форма отчета по лабораторной 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 научных приборов, 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. Даётся 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. Белькова Н.Л. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике [Текст] : учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / Н. Л. Белькова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - ISBN 978-5-9624-0956-6. Ч. 2 : Нуклеиновые кислоты. - 2014. - 155 с. - ISBN 978-5-9624-1184-2 (39 экз.)+
2. Приставка А. А. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике [Текст] : учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / А. А. Приставка, В. П. Саловарова - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - Ч. 1 : Белки. - 2013. - 121 с. - ISBN 978-5-9624-0962-7 (69 экз.) +
3. Приставка, Алексей Александрович Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / А. А. Приставка. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013 - . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9624-0956-6. Ч. 1 : Белки. - 2013. - ISBN 978-5-9624-0962-7+

б) периодические издания

«Математическая биология и биоинформатика», «Биохимия», «Биофизика», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Известия РАН. Серия биологическая», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология», «Вопросы вирусологии».

в) список авторских методических разработок:

1. Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова ; [под общ. ред. В. П. Саловаровой]. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 1 электронный оптический диск
2. Приставка А.А. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике. В 3 ч. Ч. 1. Белки : учеб.-метод. пособие / А.А. Приставка, В.П. Саловарова. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 121 с. - ISBN 978-5-9624-0962-7 (69 экз.)
3. Физико-химические методы в биологии / В. П. Саловарова, А.А. Приставка, Н.Л. Белькова, Г. В. Юринова, О.А. Берсенева; под ред. В.П. Саловаровой. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. - ISBN 978-5-9624-0806-4 (50 экз.)
4. Физико-химические методы в биологии: теоретические и экспериментальные основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Л. Михайленко, Приставка А.А., Саловарова В.П., Юринова Г.В., Тетерина Г.А. - Электрон. текстовые дан., 5,34 Мб. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018 . - эл. опт. диск (CD-ROM) - ISBN 978-5-9624-1622-9

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, имэйджинг — 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., Вольтметр 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 ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 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 Speco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Большой практикум» *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 блокAthlon 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 трилокуляр"-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. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1B08161103014721370444.

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 некоторым темам дисциплины;
- Образовательный портал Educa;
- Онлайн версии программ для выравнивания последовательностей и филогенетического анализа (BLAST, CLUSTAL, PhyML, T-Coffee, MUSCLE, COBALT)

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Большой практикум» применяются следующие образовательные технологии:

- *Лабораторные занятия* – занятия, нацеленные на формирование практических навыков с использованием приборов и технических средств. Предназначены для углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования.
- *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 «Большой практикум» 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 текущего контроля

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

- устный опрос;
- выполнение отчетов по лабораторным работам

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ПК-1, ПК-2.

Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

Содержание и ход выполнения лабораторных работ по каждой теме, а также требования к отчетам представлены в авторских методических разработках (см. Основная литература [1, 2]).

Критерии оценивания отчетов:

Оценка «*отлично*» выставляется, если лабораторная работа выполнена правильно, продемонстрированы понимание использованных физико-химических и математических методов, правильность выбора и использования программного обеспечения, способность интерпретировать результаты, приведено детальное и полное описание хода работы и сформулированы выводы;

Оценка «*хорошо*» выставляется, если лабораторная работа выполнена правильно, но студент затрудняется изложить и обосновать ход работы, описать алгоритм использованных методов и / или интерпретировать полученные результаты;

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется, если работа выполнена неправильно, но студент демонстрирует верный подход к проблеме, поставленной в целях и задачах;

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется, если работа выполнена неправильно или не выполнена совсем.

Контрольные вопросы по каждой теме представлены в авторских методических разработках (см. Основная литература [1, 2]).

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 определенное 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

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачета

Форма промежуточной аттестации 7 семестр – зачет, 8 семестр – **зачет с оценкой**. 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 компетенций ПК-1, ПК-2. Зачет проводится в форме тестирования (приводятся вопросы для подготовки к тестированию).

Примерный список вопросов для подготовки к тестированию (7 семестр)

1. Методы количественного определения белков в растворе.
2. Физические основы молекулярной спектрофотометрии.
3. Методы фракционирования белков. Особенности фракционирования методом осаждения.
4. Методы обессоливания белков. Виды хроматографии, используемые для обессоливания белковых растворов.
5. Электрофоретическое разделение белков. SDS-электрофорез – его особенности и преимущества.
6. Методы определения аминокислотной последовательности белка.
7. Базы данных белковых последовательностей и структур.
8. Поиск белковых последовательностей в банках данных.

Примерный список вопросов для подготовки к тестированию (7 семестр)

1. Основные цели, задачи, виды и принципы выравнивания.
2. Методы попарного выравнивания последовательностей. Алгоритмы Нидлмена-Вунша и Смита-Уотермена. Алгоритмы и возможности программы BLAST.
3. Библиографические базы данных.
4. Методы выделения НК из биологического материала и их очистки.
5. Количественное определение нуклеиновых кислот в растворе.
6. Особенности выделения неядерной ДНК из клетки.
7. Методы определения последовательности нуклеиновых кислот.
8. Электрофорез нуклеиновых кислот – особенности метода.
9. Методы корректировки результатов секвенирования последовательностей белков и нуклеиновых кислот.
10. Выравнивание последовательностей в программе FASTA. Алгоритм выравнивания.
11. Множественное выравнивание. Алгоритмы и возможности программы ClustalX.
12. Филогенетический анализ нуклеотидных и белковых последовательностей. Методы и алгоритмы построения филогенетических деревьев.

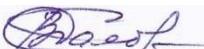
Разработчик:


(подпись)

доцент Юринова Г.В.

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 19.03.2025 г. протокол № 12.

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.