



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.ДВ.02.01 «ПЦР АНАЛИЗ»

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

(): «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная

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 ВО | 3 |
| III. Требования к результатам освоения дисциплины..... | 3 |
| IV. Содержание и структура дисциплины | 6 |
| 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов | 6 |
| 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 7 |
| 4.3. Содержание учебного материала | 9 |
| 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ | 11 |
| 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) | 12 |
| 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов..... | 13 |
| 4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)..... | 14 |
| V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 14 |
| а) перечень литературы | 14 |
| б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы | 14 |
| VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины | 15 |
| 6.1 учебно-лабораторное оборудование | 15 |
| 6.2. Программное обеспечение..... | 16 |
| 6.3. Технические и электронные средства..... | 17 |
| VII. Образовательные технологии | 17 |

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: формирование знаний о классических и современных видах ПЦР, применяемых в научных исследованиях и медицинской диагностике..

Задачи:

- получить знания об основных этапах и параметрах ПЦР;
- получить представления об основных правилах постановки и особенностях проведения ПЦР;
- изучить различные варианты и виды ПЦР, применяемые в научных исследованиях и медицинской диагностике;
- Изучить правила организации ПЦР лаборатории и принципы «чистой работы» с ДНК и при постановке ПЦР реакции;
- Усвоить основные отличия в применении ПЦР для научных и диагностических целей.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «ПЦР анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Физика», «Математика», «Математический анализ», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Основы программирования», «Информатика», «Общая биология», «Аналитическая, физическая и коллоидная химия», «Биохимия», «Микробиология и вирусология», «Физико-химические методы исследований», «Клеточная биология».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биотехнология», «Большой практикум», «Геномные и постгеномные технологии», «Молекулярная филогенетика», выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные биоинформатика 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 |
|---|---|--|
| <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 по биологическим объектам</p> | <p><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</p> | <p>Знает: принципы лежащие в основе ПЦР. Умеет: продемонстрировать знание основных принципов и особенностей различных подходов, основанных на амплификации ДНК; использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач, в частности, при проведении научных исследований и разработок в области современной экспериментальной биологии, экологии, биомедицине и биотехнологии, осуществлять обзор и анализ современной научной литературы, составлять научные и аналитические отчеты по теме исследования. Владеет: теоретическими и практическими основами молекулярно-биологических методов и подходов, навыками работы с основными генетическими базами данных, средствами анализа молекулярно-биологической информации.</p> |
| | <p><i>ИДК ПК1.2</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>Знает: теоретические основы методов базирующихся на принципах ПЦР. Умеет: использовать современные методы анализа данных, полученных в результате ПЦР. Владеет: методами анализа, описания, интерпретации и визуализации выборок экспериментальных данных.</p> |
| | <p><i>ИДК ПК1.3</i> Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических</p> | <p>Знает: теоретические и методологические подходы для разработки новых технологий на основе ПЦР. Умеет: творчески применять данные об основах ПЦР для разработки методологических подходов связанных с работой ДНК зависимых ферментов. Владеет: владеет методами выработки рекомендаций для решения новых задач в области анализа данных ПЦР анализа.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности | |
| <p><i>ПК-2</i> 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>Знает: классические и современные методы ПЦР анализа. Умеет: работать с базами данных ДНК и анализировать результаты полученные с помощью ПЦР анализа. Владеет: навыками постановки и адаптации ПЦР реакции.</p> |
| | <p><i>ИДК ПК2.2</i> Способен профессионально работать с исследовательским, испытательным оборудованием и установками, вычислительными комплексами, специализированными пакетами программ</p> | <p>Знает: принципы организации амплификаторов, применяемых для постановки ПЦР. Умеет: работать с оборудованием необходимым для ПЦР анализа. Владеет: ключевыми и специализированными подходами к постановке ПЦР.</p> |
| | <p><i>ИДК ПК2.3</i> 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>Знает: ключевое программное обеспечение, необходимое для эффективного анализа данных ПЦР анализа. Умеет: собирать, обобщать, анализировать и представлять данные, полученные в результате применения методов, основанных на ПЦР. Владеет: основными методами и алгоритмами для анализа и визуализации данных ПЦР анализа.</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 10 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/п | 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 | Раздел 1. Введение в ПЦР анализ. Предпосылки появления ПЦР. Становление метода ПЦР. | 5 | 8 | | 2 | 2 | - | 4 | Тестирование |
| 2 | Раздел 2. Детекция результатов ПЦР. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 3 | Раздел 3. Правила организации ПЦР лаборатории. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 4 | Раздел 4. Модификации ПЦР. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 5 | Раздел 5. Специальные и групп- | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |

| специфические ПЦР. | | | | | | | | | |
|--------------------|--|---|---|--|---|---|---|---|--------------|
| 6 | Раздел 6. Количественная ПЦР в реальном времени. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 7 | Раздел 7. Понятие о изотермической ПЦР. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 8 | Раздел 8. Варианты изотермической амплификации. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |
| 9 | Раздел 9. Области применения ПЦР. | 5 | 7 | | 2 | 2 | - | 3 | Тестирование |

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. Ведение в ПЦР анализ. Предпосылки появления ПЦР. Становление метода ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 1-2 нед. | 4 | Тестирование | Раздел 5 а-г |
| 5 | Раздел 2. Детекция результатов ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 3-4 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 3. Правила организации ПЦР лаборатории. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 5-6 нед. | 3 | Тестирование | - « - |

| Семестр | Название раздела, темы | Самостоятельная работа обучающихся | | | Оценочное средство | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы |
|--|---|--|------------------|---------------------|--------------------|--|
| | | Вид самостоятельной работы | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) | | |
| 5 | Раздел 4. Модификации ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 7-8 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 5. Специальные и групп-специфические ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 9-10 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 6. Количественная ПЦР в реальном времени. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 11-12 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 7. Понятие о изотермической ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 13-14 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 8. Варианты изотермической амплификации. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 15-16 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| 5 | Раздел 9. Области применения ПЦР. | Изучение лекционного материала с использованием конспектов, электронных материалов (презентации, книги, статьи) и рекомендуемой литературы, подготовка к практическому занятию и тестированию. | 17-18 нед. | 3 | Тестирование | - « - |
| Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 28 | | | | | | |
| Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 10 | | | | | | |

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение в ПЦР анализ. Предпосылки появления ПЦР. Становление метода ПЦР.

Тема 1.1. Предпосылки появления ПЦР. История открытия ПЦР Кэри Мюллисом.

Тема 1.2. Основные компоненты ПЦР. Виды полимераз и их свойства. Понятие о точности и процессивности полимераз. Молекулы-мишени для ПЦР (ДНК, кДНК, плазмидная ДНК).

Тема 1.3. Основные этапы ПЦР (денатурация, отжиг, элонгация). Температурные и временные режимы ПЦР. Эволюция амплификаторов: от горячих ванн до элементов Пельтье.

Тема 1.4. Понятие о праймерах для ПЦР. Основные характеристики праймеров и особенности их дизайна. Основы работы с базой данных GenBank. FASTA формат представления генетических данных. Понятие о прямом и обратном праймере.

Тема 1.5. Программное обеспечение для автоматического дизайна праймеров. Он-лайн и офф-лайн программное обеспечение для работы с нуклеотидными последовательностями.

Раздел 2. Детекция результатов ПЦР.

Тема 2.1. Гель-электрофорез ПЦР продукта. Использование агарозных и полиакриламидных гелей для горизонтального и вертикального гель-электрофореза продуктов ПЦР. Особенности использования ТАЕ и ТВЕ буферов для гель-электрофореза. Капиллярный гель-электрофорез ДНК.

Тема 2.2. Виды и особенности визуализации ПЦР продукта. Красители: бромистый этидий, SYBR Green, SYBR Safe, SYBR Gold. Особенности использования, чувствительность, техника безопасности.

Тема 2.3. Визуализация ДНК в УФ-излучении.

Тема 2.4. Использование гель-документирующих систем для визуализации результатов ПЦР. Денситометрическая оценка количества ПЦР продукта.

Тема 2.5. Направления дальнейшего использования ПЦР-продукта. Очистка ПЦР продукта из геля или ПЦР-смеси. Клонирование ПЦР-продукта в плазмидный вектор. Рестрикционная обработка ПЦР продукта. Секвенирование ПЦР продукта.

Раздел 3. Правила организации ПЦР лаборатории.

Тема 4.1. Зонирование ПЦР-лаборатории: зона приема и хранения материала для выделения ДНК; зона выделения ДНК; зона приготовления ПЦР смеси; зона амплификации; зона детекции.

Тема 4.2. Понятие о контаминации и кросс-контаминации. Способы борьбы с контаминацией ампликонами. Особенности использования Урацил-ДНК-гликозилазы в ПЦР реакции. Лиофилизированные ПЦР-смеси («ПЦР шарики»). Правила хранения реактивов для ПЦР и образцов ДНК.

Тема 4.3. Оборудование и расходные (одноразовые) материалы в ПЦР-лаборатории.

Тема 4.4. Нормативные акты, регламентирующие деятельность ПЦР-лабораторий.

Раздел 4. Модификации ПЦР.

Тема 4.1. Амплификация или детекция сложных или специальных матриц. Вложенная ПЦР. Ассиметричная ПЦР. Холодная ПЦР. Ступенчатая ПЦР. Градиентная ПЦР. Амплификация длинных фрагментов. ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР).

Тема 4.2. ПЦР для геномной инженерии и секвенирования. Egtog-prone (EP) – ПЦР для случайного мутагенеза. RACE-PCR для определения последовательности кДНК. Инвертированная ПЦР. Сборочная ПЦР. Твердофазная ПЦР (мостиковая). Амплификация по типу катящегося шара. Метод сборки вектора по Гибсону. Сайт направленный мутагенез (модификация праймеров). ПЦР с перекрывающимися праймерами.

Раздел 5. Специальные и групп-специфические ПЦР.

Тема 5.1. Специальные ПЦР. Виртуальная ПЦР. Прямая ПЦР без выделения ДНК (Direct PCR). Мультиплексная ПЦР. Метилспецифичная ПЦР. Уникальная (суицидальная) ПЦР. Аллель-специфичная ПЦР. *In situ* ПЦР. ПЦР с горячим стартом.

Тема 5.2. Групп специфические ПЦР. RAPD-ПЦР. AFLP – пролиморфизм длин амплифицированных фрагментов. VNTR-ПЦР – детекция переменного числа tandemных повторов. Rep-ПЦР – детекция повторяющихся палиндромов.

Тема 5.3. Капельная (цифровая) ПЦР. Особенности пробоподготовки и анализа.

Раздел 6. Количественная ПЦР в реальном времени.

Тема 6.1. Особенности устройства амплификатора для детекции продуктов ПЦР в реальном времени.

Тема 6.2. Особенности дизайна праймеров для кПЦР. Понятие об интеркалирующих агентах и зондах с флуорофорами.

Тема 6.3. Различные варианты детекции сигнала кПЦР на основе технологий «Taq-Man», «молекулярный маяк», «скорпион», «LUX-праймер», «SUNRISE-праймер», иммуно-ПЦР.

Тема 6.4. Понятие об относительной и абсолютной экспрессии гена. Расчет и интерпретация результатов кПЦР.

Тема 6.5. Особенности организации ПЦР лаборатории на основе кПЦР. Роботизация и автоматизация кПЦР.

Тема 6.6. Тест-системы на основе кПЦР. Применение кПЦР в науке, медицинской диагностике и криминалистике.

Раздел 7. Понятие о изотермической ПЦР.

Тема 7.1. Понятие о LAMP-технологии амплификации ДНК. Особенности полимеразы Bst и ее основные отличия от Taq полимеразы.

Тема 7.2. Особенности дизайна праймеров для LAMP и основные этапы реакции. Сравнение обычной ПЦР и LAMP амплификации ДНК.

Тема 7.3. Детекция результатов LAMP амплификации.

Тема 7.4. Перспективы применения изотермической ПЦР в медицинской диагностике. Преимущества и недостатки LAMP метода.

Раздел 8. Варианты изотермической амплификации.

Тема 8.1. Хеликазозависимая амплификация.

Тема 8.2. Рекомбиназная полимеразная амплификация.

Тема 8.3. Технология SHERLOCK - рекомбиназная полимеразная амплификация в сочетании с технологией CRISPR-Cas.

Раздел 9. Области применения ПЦР.

Тема 9.1. ПЦР в клинической медицине и диагностике. Персонализированная медицина.

Тема 9.2. ПЦР в криминалистике и судебной медицине. Установление отцовства.

Тема 9.3. ПЦР в научных исследованиях и разработках. Генная инженерия. Антропология. Палеонтология.

Тема 9.4. ПЦР в сельском хозяйстве и биотехнологии.

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № 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 | Раздел 1. Ведение в ПЦР анализ. Предпосылки появления ПЦР. Становление метода ПЦР. Темы: №№ 1.1 – 1.5. | Введение в ПЦР анализ. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 2 | Раздел 2. Детекция результатов ПЦР. Темы: №№ 2.1 – 2.5. | Методы детекции результатов ПЦР. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 3 | Раздел 3. Правила организации ПЦР лаборатории. Темы: №№ 3.1 – 3.4. | Правила организации ПЦР лаборатории. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 4 | Раздел 4. Модификации ПЦР. Темы: №№ 4.1 – 4.2. | Виды ПЦР. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |

| | | | | | | |
|---|---|--|---|---|--------------|--|
| 5 | Раздел 5. Специальные и групп-специфические ПЦР. Темы: №№ 5.1 – 5.3. | Специальные и групп-специфические ПЦР. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 6 | Раздел 6. Количественная ПЦР в реальном времени. Темы: №№ 6.1 – 6.6. | Количественная ПЦР в реальном времени. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 7 | Раздел 7. Понятие о изотермической ПЦР. Темы: №№ 7.1 – 7.4. | Понятие о изотермической ПЦР. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 8 | Раздел 8. Варианты изотермической амплификации. Темы: №№ 8.1 – 8.3. | Варианты изотермической амплификации. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |
| 9 | Раздел 9. Области применения ПЦР. Темы: №№ 9.1 – 9.4. | Области применения ПЦР. | 2 | 2 | Тестирование | ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3 ПК-2 ИДК ПК 2.1 ИДК ПК 2.2 ИДК ПК 2.3 |

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

| № п/п | Тема | Задание | Формируемая компетенция | ИДК |
|-------|--|--|-------------------------|--|
| 1. | Температурные и временные режимы ПЦР. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | 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. | Денситометрическая оценка количества ПЦР продукта. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | 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. | Нормативные акты, регламентирующие деятельность ПЦР-лабораторий. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |
| 4 | RACE-PCR для определения последовательности кДНК. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |
| 5 | AFLP – пролиморфизм длин амплифицированных фрагментов. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |
| 6 | Тест-системы на основе кПЦР. Применение кПЦР в науке, медицинской диагностике и криминалистике. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |
| 7 | Преимущества и недостатки LAMP метода. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> |
| 8 | Рекомбиназная полимеразная амплификация. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |
| 9 | ПЦР в сельском хозяйстве и биотехнологии. | Ознакомиться с материалом, подготовиться к тестированию. | ПК-1 ПК-2 | <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> <i>ИДК ПК 1.3</i> <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> <i>ИДК ПК 2.3</i> |

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и преследует следующие цели:

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

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «ПЦР анализ» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- изучение материала, изложенного в лекциях;
- изучение и анализ рекомендованной литературы;
- самостоятельный поиск, изучение и анализ литературы по дисциплине, не указанный в списке рекомендованной литературы;

- самостоятельное изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой, но не изложенного в лекциях;

- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.):

- подготовка к опросу;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к тестированию.

4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Введение в биоинформатику : пер. с англ. / А. М. Леск ; ред.: А. А. Миронов, В. К. Швядаса. - М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с. : ил., [2] вкл. л. цв. ил. ; 25 см. - Пер. изд. : Introduction to bioinformatics / Arthur M. Lesk. - Oxford, 2002. - ISBN 978-5-94774-501-6 (9 экз.).+
2. Стефанов В.Е. Биоинформатика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2022. - 252 с. - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-534-00860-9+
3. Биология клетки. Физико-химические, структурно-функциональные и информационные основы [Текст] : учеб. пособие / Г. Ф. Жегунов [и др.] ; ред. Г. Ф. Жегунов. - 5-е изд., стер. - М. : Ленанд, 2018. - 542 с. - ISBN 978-5-9710-4976-0 +

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov> – веб-сайт Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), который предоставляет бесплатный доступ к различным базам данных, включая базы данных, содержащие различные типы генетических данных, базы данных аннотаций публикаций биомедицинской и общебиологической направленности; содержит популярные приложения и инструменты биоинформационного анализа.

2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> – архивная генетическая база данных GenBank Национального центра биотехнологической информации США (NCBI), которая содержит общедоступную аннотированную коллекцию всех нуклеотидных последовательностей закодированных в них последовательностей белков.

3. <http://www.ebi.ac.uk> – веб-сайт Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), который предоставляет бесплатный доступ к популярным приложениям для биоинформационного анализа нуклеотидных и белковых последовательностей, поиска данных с мощными возможностями перекрестных ссылок.

4. <https://www.ebi.ac.uk/ena> - Европейский архив нуклеотидов (ENA), архивная генетическая база данных Европейского института биоинформатики (EMBL-EBI), которая содержит исчерпывающую информацию о последовательности нуклеотидов в мире, включая данные о необработанных последовательностях, информацию о сборках и функциональные аннотации.

5. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сенгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.

6. <http://www.ddbj.nig.ac.jp/> – Японская база данных ДНК DDBJ, которая содержит информацию о нуклеотидных последовательностях, относящихся к различным генам и организмам.

7. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> – англоязычная текстовая база данных PubMed, содержащая цитаты, аннотации и ссылки на полные тексты публикаций биомедицинской и общебиологической направленности Национального центра биотехнологической информации США (NCBI).

8. <https://www.sciencedirect.com> – база данных англоязычной научной периодики ScienceDirect издательства Elsevier, предоставляет бесплатный доступ к аннотациям всех публикаций, содержащихся в базе, и к более 1,2 млн. полных текстов статей.

9. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 29 млн научных статей и публикаций.

10. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».

11. <https://www.researchgate.net> – бесплатная социальная сеть ResearchGate для сотрудничества учёных всех научных дисциплин, включает такие сетевые приложения, как семантический поиск, совместное использование файлов, обмен публикациями, тематические форумы, методологические дискуссии и так далее.

12. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.

13. <http://e.lanbook.com/> – ЭБС «Издательство Лань».

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебно-лабораторное оборудование

Материально-техническое обеспечение дисциплины «ПЦР анализ» базируется на следующих ресурсах.

- Аудитория для проведения занятий лекционного 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 МПВ-310 – 1 шт. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «ПЦР-анализ». *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «ПЦР анализ»: презентации в количестве 9 шт.

- 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. служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «ПЦР анализ».

- 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 Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. 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

1. 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 30.10.2014 г.

2. 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.

3. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

4. Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

5. Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

6.3. Технические и электронные средства

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «ПЦР анализ» применяются следующие образовательные технологии:

1. *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

2. *Лекция-визуализация.* В ходе лекции студент преобразовывает устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи, слайды-презентации, к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции проводится в виде связного развернутого комментирования подготовленных наглядных пособий.

3. *Проблемная лекция.* В ходе проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема не имеет однотипного решения, готовой схемы нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. В ходе лекции происходит диалог преподавателя и студентов.

4. *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

5. *Лекция с разбором конкретной ситуации.* В ходе лекции конкретная ситуация излагается устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи и т. п. Студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

6. *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 в вузе является семинар.

7. *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 4.4).

8. *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «ПЦР анализ» используются следующие технологии:

- *кейсовая технология* – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- *интернет-технология* – 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. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «ПЦР анализ» используются следующие формы текущего контроля:

- Тестирование.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине;
- перечень вопросов для самостоятельного изучения (СРС);
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ПК-1 и ПК-2 (см. п. III). Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считается имеющим текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

1. Расположите в правильной последовательности стадии ПЦР:

- денатурация в цикле
- инициирующая денатурация
- элонгация в цикле
- финальная элонгация
- отжиг праймеров

Ответ

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

2. Что из нижеперечисленного не может являться матрицей для работы ДНК-полимеразы в ходе ПЦР:

- плазмидная ДНК
- двухцепочечная ДНК
- кДНК
- мРНК
- общая РНК

Ответ _____

Обоснование _____

3. Расположите в правильной последовательности этапы выделения ДНК:

- Очистка ДНК на спин-колонках
- Фиксация материала
- Отмывка ДНК спиртом
- Гомогенизация материала в буфере для выделения ДНК
- Отбор материала

Ответ:

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации - **зачет**.

К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану, и только затем допускаются к сдаче зачета. Зачет проводится в форме **тестирования**.

Оценка ответа осуществляется в соответствии со следующими критериями: полнота ответа на вопросы, степень владения материалом, изложенного в основных и дополнительных источниках литературы, степень владения профессиональной терминологией и понятийным аппаратом дисциплины.

Вопросы для подготовки к выполнению тестовых заданий для зачета

1. Виды полимераз и их свойства.
2. Понятие о точности и процессивности полимераз.
3. Основные молекулы-мишени для ПЦР (ДНК, кДНК, плазмидная ДНК).
4. Основные этапы ПЦР (денатурация, отжиг, элонгация).
5. Температурные и временные режимы ПЦР.
6. Основные характеристики праймеров и особенности их дизайна.
7. Особенности использования агарозных и полиакриламидных гелей для горизонтального и вертикального гель-электрофореза продуктов ПЦР.
8. Особенности использования ТАЕ и ТВЕ буферов для гель-электрофореза.
9. Особенности капиллярного гель-электрофореза ДНК.
10. Денситометрическая оценка количества ПЦР продукта.
11. Клонирование ПЦР-продукта в плазмидный вектор.
12. Правила организации ПЦР лаборатории.
13. Понятие о контаминации и кросс-контаминации.
14. Способы борьбы с контаминацией ампликонами.
15. Оборудование и расходные (одноразовые) материалы в ПЦР-лаборатории.
16. Нормативные акты, регламентирующие деятельность ПЦР-лабораторий.
17. Вложенная ПЦР.
18. Ассиметричная ПЦР.
19. Холодная ПЦР.
20. Ступенчатая ПЦР.
21. Градиентная ПЦР.
22. Амплификация длинных фрагментов.
23. ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР).
24. Error-prone (EP) – ПЦР для случайного мутагенеза.
25. RACE-PCR для определения последовательности кДНК.
26. Инвертированная ПЦР.
27. Метод сборки вектора по Гибсону.

28. Прямая ПЦР без выделения ДНК (Direct PCR).
29. Мультиплексная ПЦР.
30. Метилспецифичная ПЦР.
31. Уникальная (суицидальная) ПЦР.
32. Аллель-специфичная ПЦР.
33. ПЦР с урацил-N-гликозилазой.
34. ПЦР с горячим стартом.
35. RAPD-ПЦР.
36. AFLP – пролиморфизм длин амплифицированных фрагментов.
37. VNTR-ПЦР – детекция переменного числа tandemных повторов.
38. Различные варианты детекции сигнала кПЦР на основе технологий «Taq-Man», «молекулярный маяк», «скорпион», «LUX-праймер», «SUNRISE-праймер», иммуно-ПЦР.
39. Понятие о LAMP-технологии амплификации ДНК.
40. Хеликазозависимая амплификация.
41. Рекомбиназная полимеразная амплификация.
42. Технология SHERLOCK - рекомбиназная полимеразная амплификация в сочетании с технологией CRISPR-Cas.
43. ПЦР в клинической медицине и диагностике.
44. ПЦР в криминалистике и судебной медицине.
45. ПЦР в сельском хозяйстве и биотехнологии.

Разработчик:


(подпись)

доцент Павличенко В.В.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 Биология.

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.