

Автономная некоммерческая организация

«Аналитика и Высокие Технологии»

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
Автономной некоммерческой  
Организации «АВТех»



Е.Е. Абрамова

2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
(ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ)

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И  
СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА:  
МЕТОДЫ ПЦР И СЕКВЕНИРОВАНИЯ**

Директор НОЦ «АВТех»

 Р.З. Григорьева  
"15" мая 2026 г.

Куратор курса:

 Р.З. Григорьева

г. Москва

2026 г.

## АННОТАЦИЯ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ:

В настоящее время молекулярная генетика играет существенную роль в жизни человека. Гены контролируют наш рост, цвет волос и кожи. Они отвечают за наследственные заболевания, оказывают влияние на наш характер и поведение. Гены лежат в основе того, «кто мы есть и какие мы есть».

Несмотря на то, что молекулярная генетика – относительно молодая наука, человечество начало осваивать азы «практической генетики» уже несколько тысячелетий тому назад. Примером тому является создание культурных форм растений (например, пшеницы, риса), одомашнивание диких животных. Отбор организмов по признаку продуктивности человек начал семь тысяч лет назад и продолжает его в настоящее время. Используемые сегодня в сельскохозяйственном производстве сорта растений и породы животных приобрели существенные генетические изменения, повысившие их урожайность, питательную ценность, болезнеустойчивость и др. Кульминационным событием внедрения генетики в практическую деятельность человека можно назвать «зеленую революцию» XX века, происходившую в период с 1940 по 1960 г., в ходе которой продуктивность ряда зерновых культур была увеличена на 250%.

В настоящее время генетика играет важную роль в развитии фармацевтической и пищевой промышленности. Ряд лекарственных препаратов и пищевых добавок производится с помощью микробного синтеза с использованием генетически измененных микроорганизмов (бактерий, дрожжей и грибов). Биотехнология использует приемы молекулярной генетики для увеличения продуктивности организмов. Такие известные лекарственные препараты, как гормон роста, инсулин, фактор свертываемости крови можно получать с использованием рекомбинантных штаммов бактерий.

Молекулярно-генетические приемы используются также для создания микроорганизмов, способных извлекать химические элементы из руды, разлагать токсические отходы, защищать растения от болезней и повышать их урожайность.

Велика роль генетики и в развитии современной медицины. Общеизвестным является тот факт, что значительное число заболеваний человека имеет генетическую основу. Если еще совсем недавно в этот список входили такие известные заболевания, как гемофилия, серповидно-клеточная анемия, дальтонизм, хорea Гентингтона, то сегодня он пополнился новым перечнем – астмой, диабетом, гипертонией, раком, ВИЧ и др. В настоящее время в геноме человека идентифицировано более 1400 генов, связанных с наследственными заболеваниями. Задача генетиков – расшифровать их природу и указать пути лечения. Одним из интереснейших подходов в этом плане является разработка методологии «геной терапии» Такого рода эксперименты начаты еще в 1990 г. и за ними будущее медицины.

Генетика воплощает один из основополагающих принципов живого – все организмы используют в качестве генетического материала нуклеиновые кислоты и реализуют наследственную информацию с помощью генетического кода.

Генетика на современном этапе своего развития решает целый ряд глобальных биологических проблем. Весь живой мир сегодня представляет громадную генетическую лабораторию. Непрерывно происходят скрепления на всех уровнях организации живого,

рождается потомство с новыми комбинациями признаков, возникают новые мутации, происходят эволюционные процессы. Это делает сама Природа. Земной шар – это глобальный генетический эксперимент.

Тысячи ученых-генетиков заняты расшифровкой результатов этого генетического эксперимента, подбором адекватных методов его изучения. Современный уровень развития знаний позволяет изучать генетические процессы на уровне клетки, органелл и молекул. Поэтому специалистам так важно в совершенстве овладеть методами выделения нуклеиновых кислот, определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК (секвенированием), ПЦР (полимеразно-цепная реакция), методами клонирования генов, гибридизации и др.

Разработанные методические указания (МУ 1.3.2569-09 «Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I-IV групп патогенности») призваны помочь в организации работы в ПЦР-лаборатории и предназначены для специалистов лабораторий, выполняющих работы с использованием методов амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) при исследовании материала, содержащего (подозрительного на содержание) микроорганизмы I-IV групп патогенности. Тем не менее остается много специфических и практических вопросов для большинства исследовательских, диагностических организаций, которые требуют более тщательного разбора и разъяснения на курсах и отработки соответствующих навыков.

В настоящее время остро встает проблема нехватки специалистов, квалифицированных в области молекулярной диагностики. Подготовка кадров по молекулярной диагностике и современной практике должна обеспечивать необходимые знания и навыки использования принципов, лежащих в основе отечественных и международных стандартов при организации и выполнении исследований по молекулярной диагностике, опираясь на которые, слушатель мог бы самостоятельно подготовить заявку на работу в молекулярно-генетическую лабораторию.

Программа охватывает обширный список тем, начиная от пробоподготовки генетического материала и до его правильной детекции и интерпретации полученных результатов, а также нормативных требований к оборудованию и технологическим решениям и важности комплексного подхода при оснащении современной ПЦР-лаборатории.

В данной программе рассмотрен ряд тем, которые часто или отсутствуют, или недостаточно подробно освещены, что вызывает большое количество вопросов со стороны сотрудников ПЦР-лабораторий.

Программа включает в себя цель, перечень профессиональных компетенций, планируемые результаты обучения, тематический план и содержание (рабочая программа) учебного модуля, организационно-педагогические условия, контроль освоения программы и формы аттестации, вопросы для самостоятельного изучения, оценочные материалы с примером итогового аттестационного теста, учебно-методическое обеспечение программы (список литературы), а также учебный план и учебно-тематический план.

Программа реализуется в соответствии с утвержденным календарным учебным графиком планируемых Автономной некоммерческой организацией «Аналитика и Высокие Технологии» (АНО «АВТех») дополнительных профессиональных образовательных программ (курсов повышения квалификации) на 2026 год.

### ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Целью реализации программы является подготовка слушателей к решению актуальной проблемы организации ПЦР-лаборатории и молекулярно-генетических исследований и секвенирования согласно международным и отечественным требованиям, с освоением современных методик по проведению молекулярно-генетической диагностики от пробоподготовки до интерпретации результатов. С этой целью в программу курса включены соответствующие темы по изучению организации и функционирования современной ПЦР-лаборатории, проведению актуальных молекулярно-генетических исследований.

Реализация данной программы направлена на совершенствование компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации и предназначена для повышения профессионального уровня таких специалистов как: руководитель/заведующий лабораторией, ветеринарный врач, научный сотрудник/исследователь, инженерно-технический персонал, лаборант-исследователь, проектировщик, технолог, сотрудник отдела контроля/обеспечения качества, аспирант/преподаватель ВУЗа.

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В результате освоения программы предполагается качественное изменение следующих профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации:

| Категория работника                                                                                                       | Вид профессиональной (трудовой) деятельности и (ВПД) | Профессиональные компетенции (ПК), качественное изменение которых (совершенствование) осуществляется в результате освоения программы                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| руководитель/заведующий лабораторией,<br>ветеринарный врач,<br>исследователь, научный сотрудник,<br>инженерно-технический | ВПД 1.1.<br>Проектно-конструкторская                 | ПК 1.1.1. Способность и готовность использовать нормативную документацию для правильной организации работы в ПЦР-лаборатории, согласно методическим указаниям 1.3.2569-09 (международные и национальные стандарты, приказы, рекомендации, СанПин и т.д.) |
|                                                                                                                           |                                                      | ПК 1.1.2. Профессионально ориентироваться в вопросах проектирования зон в ПЦР-лаборатории.                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                           | ВПД 2.1.                                             | ПК 2.1.1. Знание основных закономерностей подбора ПЦР-смесей.                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>персонал,<br/>лаборант-исследователь</p> <p>проектировщик,<br/>инженер, технолог</p> <p>сотрудник отдела контроля/обеспечения качества</p> <p>аспирант</p> <p>преподаватель ВУЗа</p> | Производственно-технологическая      | ПК 2.1.2. Умение организовать выделение нуклеиновых кислот.                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 2.1.3. Способность грамотно составлять протокол при выполнении молекулярно-диагностического теста.                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 2.1.4. Умение демонстрировать базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях молекулярной диагностики.                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 2.1.5. Способность организовать работу в области постановки ПЦР.                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 2.1.6. Способность и готовность использовать методы управления, организовывать работу исполнителей, находить и принимать ответственные управленческие решения в условиях различных мнений, осуществлять свою деятельность с учетом отечественных и международных норм. |
|                                                                                                                                                                                         | ВПД 3.1.<br>Научно-исследовательская | ПК 3.1.1. Иметь представление о рекомендациях и руководствах, регулирующих молекулярно-генетические исследования.                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 3.1.2. Способность использовать в работе знание теоретических основ правил техники безопасности при работе в ПЦР-лаборатории, в частности при работе с инфекционными агентами.                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 3.1.3. Умение самостоятельно составлять анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов.                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 3.1.4. Владеть навыками разработки молекулярно-генетических тестов, подбором олигонуклеотидных праймеров для постановки ПЦР.                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 3.1.5. Иметь представления об основах технологий секвенирования.                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                         | ВПД 4.1.<br>Контрольно-аналитическая | ПК 4.1.1. Способность и готовность использовать документацию для оценки качества и эффективности работы ПЦР-лаборатории.                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                         |                                      | ПК 4.1.2. Умение грамотно организовать процедуру жизненного цикла молекулярной диагностики в ПЦР-лаборатории от взятия генетического образца до детекции и интерпретации данных.                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           |                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 4.1.3. Систематизировать имеющиеся знания.                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 4.1.4. Уметь применять автоматизацию и экспресс-технологии в молекулярно-генетической диагностике.                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 4.1.5. Знать и уметь применять принципы системы управления качеством при организации и проведении молекулярной диагностики.                                  |
| <b>Категория работника</b>                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Вид профессиональной (трудовой) деятельности (ВПД)</b> | <b>Новые профессиональные компетенции (ПК), получение которых осуществляется в результате освоения программы</b>                                                |
| руководитель/заведующий лабораторией, ветеринарный врач, исследователь, научный сотрудник, инженерно-технический персонал, лаборант-исследователь проектировщик, инженер, технолог сотрудник отдела контроля/обеспечения качества аспирант преподаватель ВУЗа | <b>ВПД 1.2.</b><br>Проектно-конструкторская               | ПК 1.2.1. Реализовать на практике технологические решения для современных ПЦР-лабораторий.                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 1.2.2. Способность разрабатывать технологические потоки, зоны (материальные, персональные) в соответствии с требованиями отечественных и международных норм. |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 1.2.3. Владеть навыками грамотного выбора современного ПЦР-оборудования при организации проведения молекулярной диагностики.                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>ВПД 2.2.</b><br>Производственно-технологическая        | ПК 2.2.1. Анализировать результаты полученных данных, грамотно осуществлять интерпретацию, делать соответствующие выводы.                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 2.2.2. Способность к профессиональной эксплуатации автоматического оборудования при выполнении молекулярной диагностики.                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 2.2.3. Готовность к участию в мероприятиях по приведению ПЦР-лаборатории в соответствие с требованиями международных норм и правил.                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 2.2.4. Владеть базовыми знаниями технологий секвенирования, практическими навыками оптимального варианта секвенирования для решения конкретной задачи.       |
|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                           | ПК 2.2.5. Владеть практическими знаниями в области молекулярных технологий для создания тест-систем на основе классической ПЦР и ПЦР в реальном времени.        |

|  |                                             |                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                             | <b>ПК 2.2.6.</b> Владеть навыками молекулярной эпидемиологии, методическими подходам к построению филогенетических деревьев.                                                                                              |
|  |                                             | <b>ПК 2.2.7.</b> Владеть навыками подбора праймеров для оптимизации ПЦР диагностики.                                                                                                                                      |
|  | <b>ВПД 3.2.</b><br>Научно-исследовательская | <b>ПК 3.2.1.</b> Применять в практике микрочипы для молекулярной диагностики.                                                                                                                                             |
|  |                                             | <b>ПК 3.2.2.</b> Способность и готовность давать рекомендации по выбору оптимального комплексного оснащения ПЦР-лаборатории.                                                                                              |
|  |                                             | <b>ПК 3.2.3.</b> Определить основные переменные составляющие ПЦР.                                                                                                                                                         |
|  | <b>ВПД 4.2.</b><br>Контрольно-аналитическая | <b>ПК 4.2.1.</b> Знание отечественных и международных норм, регулирующих проведение молекулярно-генетической диагностики в ПЦР-лаборатории.                                                                               |
|  |                                             | <b>ПК 4.2.2.</b> Способность организовать грамотную работу полного цикла ПЦР-лаборатории согласно методическим указаниям МУ 1.3.2569-09.                                                                                  |
|  |                                             | <b>ПК 4.2.3.</b> Готовность грамотно пипетировать ПЦР тест-систему, провести интерпретацию полученного результата и выдать этот результат в виде протокола в соответствии с международными и отечественными требованиями. |

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения программы слушатель должен знать молекулярные методы диагностики и современный подход к организации ПЦР-лаборатории и молекулярно-генетическим исследованиям, ориентироваться в вопросах проектирования зон в ПЦР-лаборатории, знать методы выделения нуклеиновых кислот, методы постановки ПЦР тест-систем.

В результате освоения программы слушатель должен уметь грамотно организовать процедуру жизненного цикла молекулярной диагностики в ПЦР-лаборатории от взятия генетического образца до детекции и интерпретации данных, выбрать оптимальный вариант секвенирования для решения конкретной задачи, овладеть практическими знаниями в области молекулярных технологий для создания тест-систем на основе ПЦР, ПЦР в реальном времени, быть способным организовать грамотную работу ПЦР-лаборатории полного цикла согласно отечественным и международным нормам.

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Для реализации программы «Молекулярно-генетическая диагностика и современная практика: методы ПЦР и секвенирования» АПО «АВТех» располагает наличием учебно-методической документации и материалами по всем разделам учебного модуля; учебно-методической литературой для внеаудиторной работы слушателей; материально-технической базой, обеспечивающей организацию всех видов дисциплинарной подготовки слушателей.

Обучение заочное с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий посредством интернета в Сервисе дистанционного обучения, включающих использование в процессе обучения мультимедийного и текстового комплекса учебных материалов, а также иных образовательных методик. Теоретические занятия проходят в онлайн формате по индивидуальному графику. Режим занятий определяется слушателем самостоятельно.

Объем программы составляет 26 академических часов (один академический час составляет 45 минут). Общее время теоретических занятий по освоению лекционного материала в онлайн формате составляет 25 академических часов и итоговое тестирование составляет 1 академический час. В процессе обучения слушатель обязан добросовестно осваивать Программу, выполнять задания для подготовки к занятиям, предусмотренным Учебным планом (<https://www.awtec.ru/noc/calendar/>), соблюдать учебную дисциплину, совершенствовать свои знания путем изучения научных статей, руководств, монографий, нормативной и специальной литературы, в том числе размещенной на Сервисе дистанционного обучения. Обучение проходит в заочной форме, в соответствии с действующим расписанием.

Всем слушателям предоставляется список обязательных условий для прохождения обучения:

а) Рекомендованные технические условия для стабильного доступа к Сервису дистанционного обучения Слушателя, просмотра видеолекций, выполнения практических и тестовых занятий:

– Аппаратные требования:

- Intel Pentium или аналогичный процессор с тактовой частотой 300MHz и выше.
- SVGA монитор, с разрешением экрана, как минимум, 800x600 точек и глубиной цвета 16 bit (рекомендуемое разрешение экрана — 1024x768 и глубиной цвета 24 или 32 бита).
- Звуковая карта, акустическая система или наушники.
- Доступ в Интернет на скорости не ниже 1 Мбит/с. Видео будут загружаться быстрее, если закрыть другие вкладки, браузеры и приложения. Рекомендуется подключаться к Интернету с помощью кабеля, а не по беспроводному соединению;

- В труднодоступных районах, подключаемых к сети Интернет с использованием спутниковых каналов связи, скорость прямого канала должна быть не ниже 512 Кбит/с, обратного - не ниже 128 Кбит/с;
- Программное обеспечение:
  - Операционная система семейства Windows 7, Mac OS X 10.7, Ubuntu 10 или их более поздние версии.
  - Последняя версия браузера Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge или Safari
  - Последняя версия AdobeFlashPlayer. Последнюю версию AdobeFlashPlayer можно скачать на официальном сайте <https://get.adobe.com/ru/flashplayer/otherversions/>;
- Для просмотра учебных материалов на компьютере Слушателя необходимы следующие программы:
  - Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше;
  - Microsoft Office 2003, 2007 (Word, Excel, Power Point) и выше.

б) Слушатель должен самостоятельно обеспечить себе доступ к сети Интернет, а также иные технические средства, необходимые для освоения Программы.

Слушателю обеспечивается доступ к учебно-методическим и программным материалам, необходимым для прохождения обучения, посредством предоставления Слушателю доступа к Сервису дистанционного обучения путем отправки на Адрес электронной почты Слушателя сообщения, содержащего ссылку на Сервис дистанционного обучения, Логин и Пароль для входа.

По окончании обучения слушатели заполняют «анкеты обратной связи» и получают ссылку на архив электронных данных, размещенных в Интернет-ресурсе («Облако»), для получения запрошенных презентаций, видеороликов, фотографий и иной учебно-методической литературы, справочной информации, предоставляемых лекторами курса. Образец рабочей тетради (с титульным листом) и рекомендованное расписание курса приведены в Приложениях.

Обучение проходит на русском языке.

#### **ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН:**

1. Автоматизация исследований в молекулярно-генетических лабораториях.
2. Биочипы в науке и медицине. История, проблемы, перспективы.
3. Выбор оптимального варианта секвенирования для решения конкретной задачи.
4. Выделение нуклеиновых кислот из биологических образцов.
5. Генетические исследования в медицине: медико-генетическое консультирование и анализ предрасположенности – сходство и различие подходов.
6. Ключ к контролируемой ПЦР: приборная база, пластик, реагенты.
7. Методы генетической диагностики.
8. Организация ПЦР лаборатории.

9. Основы разработки тест-систем для ПЦР-диагностики фитопатогенов и диагностические наборы для выявления ключевых карантинных и некарантинных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.
10. Особенности ПЦР-диагностики COVID-19
11. Полимеразы, используемые в полимеразной цепной реакции.
12. ПЦР: этапы, контроль качества, источники ошибок.
13. Теоретические и практические основы ПЦР.
14. Технологии секвенирования.

## **СОДЕРЖАНИЕ (РАБОЧАЯ ПРОГРАММА) УЧЕБНОГО МОДУЛЯ:**

Программа курса состоит из модуля «Молекулярно-генетическая диагностика и современная практика: методы ПЦР и секвенирования»:

**Выделение нуклеиновых кислот из биологических образцов.** Методы выделения ДНК/РНК: обзор. Пробоподготовка, транспортировка и консервация образцов. Принципы выделения ДНК/РНК; методические особенности. Оценка качества выделенной ДНК/РНК спектрофотометрическим методом. Сравнение методов.

**Теоретические и практические основы ПЦР.** Технология постановки ПЦР с различными вариантами детекции результатов. Методы детекции ПЦР. Практические рекомендации. Составление протоколов. ПЦР в реальном времени. Виды. Особенности. Проблемы. Преимущества. Возможности ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени; Мультиплексные ПЦР. Генетические исследования. Практические моменты по подбору реакционных смесей, постановки ПЦР реакции. Интерпретация результатов ПЦР анализа. Основные источники ошибок ПЦР-диагностики. Контроль качества в работе ПЦР-лаборатории. Новые методы ПЦР диагностики. Цифровая ПЦР. Микрочипы.

**Методы генетической диагностики.** Моногенные и многофакторные заболевания человека. Генетический полиморфизм. SNP. Методы определения SNP при помощи ПЦР и её модификаций. Принципы работы наборов для определения SNP. Коммерчески доступные наборы. Использование чипов для диагностики и научных исследований. GWAS. Краткий обзор применения NGS в медицине.

**Организация ПЦР лаборатории.** Основные рабочие зоны ПЦР лаборатории. «Чистые» и «грязные» зоны лаборатории. Правильная организация потоков персонала, материала. Требования к системе вентиляции и кондиционирования (HVAC). Боксы биологической безопасности: принцип работы, техническое обслуживание. Типовой список оборудования для организации ПЦР лаборатории. Пример планировочных решений для ПЦР лаборатории. Комплексные решения для лабораторий.

**Биочипы в науке и медицине. История, проблемы, перспективы.** Биологические микрочипы (биочипы). Основные определения. Ключевые преимущества. Классификация биочипов. Методы изготовления и регистрации сигналов анализа на биочипах. Анализ последовательностей нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) на биочипах. Технология гидрогелевых биочипов ИМБ РАН. Достоинства и недостатки. Гидрогелевые биочипы в лабораторной диагностике туберкулеза. Гидрогелевые биочипы для анализа генома человека. Белковые биочипы для диагностики аллергии, выявления онкомаркеров, анализа

патогенов и маркеров системной воспалительной реакции. Перспективы различных платформ биологических микрочипов и технологии гидрогелевых биочипов ИМБ РАН.

**Полимеразы, используемые в полимеразной цепной реакции.** Характеристика. Стратегия подбора.

**Технологии секвенирования.** Виды секвенирования. Обзор методов секвенирования. Сравнительная характеристика. Основные преимущества. Область применения NGS-секвенирования.

**Выбор оптимального варианта секвенирования для решения конкретной задачи.** Стратегия подбора праймеров. Оптимизация проекта.

**Генетические исследования в медицине: медико-генетическое консультирование и анализ предрасположенности – сходство и различие подходов.** Генетический полиморфизм. Молекулярно-биологические и ассоциативные исследования. Принципы количественной оценки генетического риска. Исследование SNP в рутинной клинической практике. Показания и этические аспекты генотипирования. Трактовка результатов, полученных на практике.

**Особенности ПЦР-диагностики COVID-19.** Методы диагностики новой коронавирусной инфекции, опыт выявления РНК SARS-CoV-2 у различного контингента, включая пациентов инфекционного стационара. Принципы организации скрининга на носительство вируса и требования к диагностическим системам и лаборатории. Анализ величины вирусной нагрузки и ее клиническое значение. Современные тенденции ПЦР-диагностики COVID-19.

**Ключ к контролируемой ПЦР: приборная база, пластик, реагенты.** Основные переменные составляющие ПЦР. Переменность термоциклера. Вариации температуры реакционного блока между приборами разных производителей. Регулярная калибровка термоциклера. Переменность пластика. Однородность пластика. Влияние используемого пластика на ПЦР. Материал, дизайн, цвет. Как достичь «контролируемую» ПЦР.

**Основы разработки тест-систем для ПЦР-диагностики фитопатогенов и диагностические наборы для выявления ключевых карантинных и некарантинных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.** Основные таксономические группы фитопатогенов, и вызываемые ими болезни. Методы диагностики фитопатогенов, их характеристики, преимущества и недостатки. Принципы метода ПЦР, его основные модификации. Этапы разработки диагностического набора. Основные проблемы ПЦР-диагностики фитопатогенов. Диагностические наборы, разрабатываемые ООО "АгроДиагностика".

**Автоматизация исследований в молекулярно-генетических лабораториях.** Материальная база современных автоматических станций. Современные технологии автоматизации пробоподготовки для лабораторных исследований. Область применения автоматических станций.

## **КОНТРОЛЬ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ И ФОРМА АТТЕСТАЦИИ**

Контроль освоения программы повышения квалификации «Молекулярно-генетическая диагностика и современная практика: методы ПЦР и секвенирования» проходит в виде итоговой аттестации слушателей.

Итоговая аттестация слушателей проходит в виде удаленного онлайн тестирования по системе зачетов баллов как определено локальными нормативными документами АНО «АВТех».

Слушателям, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Слушателям, которые не прошли итоговую аттестацию, вручается Сертификат участника данного курса (справка о прослушивании курса).

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ (примеры)**

1. Провести сравнительный анализ современных тенденций в развитии теории и практики молекулярно-генетических исследований.
2. Изучить Национальные Стандарты Российской Федерации в области метода ПЦР.
3. Изучить Методические указания МУ 1.3.2569-09 «Организация работы лаборатории, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I-IV группы патогенности».
4. Как следует описать организацию генетического материала, оперонную организацию генетического материала у бактерий (теория оперона)?
5. Как описывается современная модель организации генетического материала у эукариот.
6. Какова структура РНК? Опишите с пояснениями.
7. Как происходит синтез РНК? Зачем требуются разные системы синтеза РНК?
8. Как происходит транскрипция ДНК?
9. Для чего необходим процессинг РНК?
10. Опишите процесс распада мРНК.
11. Как происходит трансляция мРНК, какие вы знаете ингибиторы трансляции?
12. Опишите структуру биомембран, процесс переноса вещества через биомембрану.
13. Что такое генотипирование? Дайте определение термину «генодиагностика». Опишите преимущества генетической диагностики по сравнению с традиционными методами.
14. Проанализируйте преимущества/недостатки ПЦР-диагностики с различными методами детекции: электрофоретический и ПЦР в режиме реального времени (real time). Методы экспресс-ПЦР-диагностики.
15. Гены антибиотикорезистентности: опишите известные Вам.
16. Какие преимущества и недостатки имеет ДНК-ДНК зондирование?
17. Сколько поколений секвенаторов Вам известно? Опишите этапы развития метода.
18. Для чего необходимо изучение полиморфизма нуклеотидных последовательностей?
19. Что такое регуляторные SNP и каковы методы их выявления и анализа?
20. Какими методами изучается экспрессия индивидуальных генов?
21. Каковы преимущества и недостатки изучения транскрипции генов методом ПЦР в режиме реального времени?
22. Какие существуют методы массового изучения транскрипции генов?

23. Каковы принципы изучения транскриптома эукариотических клеток с помощью ДНК-микрочипов?
24. Для чего необходимо выявление стартов транскрипции генов? Какие существуют методы идентификации стартов транскрипции генов?
25. Для чего нужны методы массового выявления сайтов связывания транскрипционных факторов?
26. Какие современные методы выделения ДНК/РНК Вы знаете? Их принцип и область использования. Преимущества и ограничения.
27. Какие методы молекулярной диагностики инфекционных болезней Вам известны?
28. Роль метода ПЦР в современной диагностике вирусных заболеваний.
29. Требования к лабораториям, в которых проводится выявление РНК SARS-CoV-2.
30. Современный подход к автоматизации исследований в молекулярно-диагностических лабораториях.

### **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ИТОГОВЫЙ АТТЕСТАЦИОННЫЙ ТЕСТ**

Итоговый аттестационный тест для контроля уровня знаний слушателей по программе «Молекулярно-генетическая диагностика и современная практика: методы ПЦР и секвенирования» с указанием правильных ответов приведен в Приложении.

Итоговый аттестационный тест включает в себя следующие вопросы:

1. Какая ключевая особенность Taq-полимеразы из термофильных бактерий позволила значительно оптимизировать технологию ПЦР?
2. При помощи чего осуществляется контроль за накоплением продукта при проведении ПЦР в реальном времени?
3. Укажите недостатки ПЦР в реальном времени.
4. Возможно ли применение смеси полимераз при проведении ПЦР?
5. Укажите, что не используется для выделения нуклеиновых кислот.
6. Укажите, что используется для элюции ДНК.
7. При какой температуре происходит денатурация высокомолекулярной двухцепочечной ДНК?
8. Выбрать разделение автоматизированных дозирующих станций по принципу базовой технологии дозирования.
9. Укажите отличительную особенность метода цифровой ПЦР.
10. Допускается ли наличие одного входа в лабораторию, где проводятся работы с патогенами 3 и 4 группы биологической опасности?
11. Определите помещения, которые не относятся к чистой зоне лаборатории, где работают с патогенными биологическими агентами?
12. Определите тип рабочей зоны, которая должна быть изолирована с целью предотвращения контаминации продуктами амплификации через воздушный поток.
13. Допустимо ли объединение зоны выделения нуклеиновых кислот и детекции в одном помещении. Если да – то при каком условии. Если нет – то объяснить, почему.
14. Укажите параметры работоспособности бокса микробиологической безопасности, которые должны быть в обязательном порядке проверены после его монтажа, ремонта или перемещения согласно 3.3686-21.
15. Какой метод рутинно используется для определения концентрации нуклеиновых кислот?
16. Что невозможно определить при использовании ПЦР в реальном времени?
17. Укажите ключевую особенность технологии биочипов при анализе биомолекул.

18. Каков оптимум числа геномных мишеней при анализе с использованием технологии биочипов (в сравнении с ПЦР детекцией в режиме реального времени и высокопроизводительным секвенированием)?
19. Флуоресцентные красители какого спектрального диапазона предпочтительны для анализа с использованием технологии биочипов?
20. Укажите наиболее яркое применение технологии гидрогелевых биочипов в клинической лабораторной диагностике.
21. В каких случаях не используется генотипирование?
22. В каких лабораториях может проводиться выявление РНК SARS-CoV-2?
23. Какие элементы обязательно присутствуют в нагревательном блоке термоциклера/амплификатора?
24. Какие методы не используются при разработке диагностических наборов?
25. Что входит в состав стандартного набора для ПЦР-диагностики фитопатогенов?

### **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

1. Garibyan L, Avashia N (2013). "Polymerase Chain Reaction". Journal of Investigative Dermatology 133.
2. Kalendar R, Lee D, Schulman AH 2011. Java web tools for PCR, in silico PCR, and oligonucleotide assembly and analysis. Genomics, 98(2).
3. Moller, Simon (2006). PCR (THE BASICS). US: Taylor & Francis Group. p. 144.
4. San Millan RM, Martinez-Ballesteros I, Rementeria A, Garaizar J, Bikandi J (2013). "Online exercise for the design and simulation of PCR and PCR-RFLP experiments". BMC Research Notes 6: 513.
5. Schwartz JJ, Lee C, Shendure J. (2012). "Accurate gene synthesis with tag-directed retrieval of sequence-verified DNA molecules". Nature Methods 9 (9): 913–915
6. Биомедицинские нанотехнологии: Учеб.-методический комплекс. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011, 223 с.
7. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. — М.: Мир, 2002. — 589 с.
8. ГОСТ 31719-2012 Продукты пищевые и корма. Экспресс-метод определения сырьевого состава (молекулярный).
9. ГОСТ 32148-2013 Пищевые продукты переработки яиц сельскохозяйственной птицы. Метод идентификации видовой принадлежности яиц птицы.
10. ГОСТ ISO 20837-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) для обнаружения патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах. Требования к подготовке образцов для качественного обнаружения
11. ГОСТ ISO 22118-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) для обнаружения и количественного учета патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах.
12. ГОСТ ISO 22119-2013 Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) в режиме реального времени для определения патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах. Общие требования и определения
13. ГОСТ Р 52173-2003 Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения.
14. ГОСТ 34150-2017 «Межгосударственный стандарт. Биологическая безопасность. Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации генно-модифицированных организмов (ГМО) растительного происхождения с применением биологического микрочипа. Введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 04.08.2017 № 805-ст».

15. ГОСТ Р 52833-2007 Микробиология пищевой продукции и кормов для животных. Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) для определения патогенных микроорганизмов. Общие требования и определения
16. ГОСТ Р 53214-2008 Продукты пищевые. Методы анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и полученных из них продуктов. Общие требования и определения
17. ГОСТ Р 53244-2008 Продукты пищевые. Методы анализа для обнаружения генетически модифицированных организмов и полученных из них продуктов. Методы, основанные на количественном определении нуклеиновых кислот
18. ГОСТ 32148-2013 Пищевые продукты переработки яиц сельскохозяйственной птицы. Метод идентификации видовой принадлежности яиц птицы
19. Альбертс Б. и др. «Молекулярная биология клетки» (последние издания).
20. Методические рекомендации. Качественное и количественное определение генетически модифицированных источников (ГМИ) растительного происхождения в продуктах питания и пищевом сырье с использованием "сухих" наборов реагентов серии "RT-ПЦР-ядро"
21. Методические рекомендации. Организации работы лаборатории, использующей для проведения исследований метод полимеразной цепной реакции с детекцией в режиме реального времени. Изд. Триада. Тверь, 2008. Разработаны сотрудниками: Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени академика Н.Ф. Гамалеи; Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова.
22. Методические указания МУ 1.3.2569-09. Организация работы лабораторий, использующих методы амплификации нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы i- iv группы патогенности.
23. Методические указания. Выделение и очистка ДНК. Joint Research Centre, ВОЗ, Европейское региональное бюро. Сессия 4.
24. Методические указания. Полимеразно-цепная реакция (ПЦР). Joint Research Centre, ВОЗ, Европейское региональное бюро. Сессия 6.
25. МУК 4.2.2872-11 Методы выявления и идентификации патогенных бактерий - возбудителей инфекционных заболеваний с пищевым путем передачи в продуктах питания на основе ПЦР с гибридационно-флуоресцентной детекцией
26. Патрушев Л. И. Искусственные генетические системы. — М.: Наука, 2005. — В 2 т.
27. Современное приборное оснащение количественной и цифровой ПЦР, Биомика, 2011, Том 1, №1, С.15-60 Уфимский Научный Центр РАН, Уфа.
28. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. — 496 с.
29. Льюис Б. Гены/ пер. 9-го англ. изд. — М.: Бином. Лаборатория знаний. 2012. — 896 с.
30. Ahn, S.N. RFLP analysis of genomic regions associated with cooked-kernel elongation in rice / Ahn S.N., Bollich C.N., McClung A.M. et al. // Theor. Appl. Genet.- 1991.- V. 87.- P. 141-145.
31. Ahn, S.N. Molecular mapping of a new gene for resistance to rice blast (*Pyricularia grisea* Sacc.) / Ahn S.N., Kim Y.K., Hong H.C. et al. // Euphytica.- 2000.- V. 116.- P. 17-22.
32. Atkins, J.S. International set of rice varieties for differentiating races of *Pyricularia oryzae* / Atkins J.S. Robert A.L., Adair C.R. et al. // Phytopathology.- 1967.- V. 57.- P. 297-301.
33. Ayres, N.M. Microsatellites and a single-nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germ plasm / Ayres N.M., McClung A.M., Larkin H.P. // Theor. Appl. Genet.-1997.- V. 94.- P. 773-781.
34. Castiglioni, P An AFLP-Based Procedure for the Efficient Mapping of Mutations and DNA Probes in Barley / Castiglioni P., Pozzi C., Heun M., Terzi V., et al. // Genetics.- 1998.- V. 149.- P. 2039-2056.

35. Causse, M.A. Saturated molecular map of the rice genome based on an interspecific backcross population / Causse M.A., Fulton T.M., Cho Y.G. et al. // *Genetics*.- 1994.- V.138.- P. 1251-1274.
36. Chen, M. Sequence organization and conservation in sh2/al-homologous regions of sorghum and rice / Chen M., San Miguel P., Bennetzen J.L. // *Genetics*.- 1998.- V. 148.- P. 435-443.
37. Chin, E.C.L. Maize simple repetitive DNA sequences: abundance and allele variation / Chin E.C.L., Senior M.L., Shu H. et al. // *Genome*.- 1996.- V.39.- P. 866-873.
38. Correa-Victoria, F.J. Gene combinations in rice for the development of durable resistance to *Pyricularia grisea* in Colombia / Correa-Victoria F.J.,
39. Foote, T. Detailed comparative mapping of cereal chromosome regions corresponding to the Phi locus in wheat / Foote T., Roberts M., Kurata N et al. // *Genetics*.- 1997.-V. 147.-P. 801-807
40. Fuentes, J.L. Analysis of genetic diversity in Cuban rice varieties using isozyme, RAPD, and AFLP markers / Fuentes J.L., Escobar F., Alvarez A. et al. // *Euphytica*.- 1999.-V.109.- P. 107-115.
41. Fuji, K. Gene analysis of panicle blast resistance in rice cultivars with rice stripe resistance / Fuji K., Hayano-Saito Y., Sugiura N. et al. // *Breed. Res.*- 1999.-V.I.- P. 203-210.
42. Fukuoka, S. QTL-analysis and mapping of pi21, a recessive gene for field resistance to rice blast in Japanese upland rice / Fukuoka S., Okuno K. // *Theor. Appl. Genet.*- 2001.- V. 103.- P. 185-190.
43. Girish Kumar, K. Marker assisted backcross gene introgression of major genes for blast resistance in rice/ Girish Kumar K., Hittalmani S., Srinivasachary K. // *Advances in Rice Blast Research*.- 2000.- P.43-53.
44. Goff, S.G. A draft sequence of the rice genome (*Oryza sativa* L. ssp. japonica) / Goff S.G., Ricke D., Lan T.H., Presting G., Wang R. et al. // *Science*.- 2002.- V.296.- P. 92-100.
45. Hittalmani, S. Fine mapping and DNA marker-assisted pyramiding of the three major genes for blast resistance in rice / Hittalmani S., Parco A., Mew T.V. // *Theor. Appl. Genet.*- 2000.- V.100.- P. 1121-1128.
46. Huang, N. Pyramiding of bacterial blight resistance genes in rice: marker-assisted selection using RFLP and PCR / Huang N., Angeles E.R., Domingo J. et al. // *Theor. Appl. Genet.*- 1997.- V.95.- P. 313-320.
47. Ichicawa, N. A rapid PCR-aided selection of a rice line containing the Rf-1 gene which is involved in restoration of the cytoplasmic male sterility/ Ichicawa N., Kishimoto N., Inagaki A. et al. // *Mol. Breed*.-1997.- V. 3.- P. 195-202.
48. Jiang J. and Wang S. Identification of a 118-kb DNA fragment containing the locus of blast resistance gene Pi-2(t) in rice // *Mol. Genet. Genomics*.-2002.- V.268.- P. 249-252.
49. Kinoshita T., Report of Committee on Gene Symbolization, Nomenclature and Linkage Groups // *Rice Genetics Newsletter*- 1995.- V. 12.- P. 9-153.
50. Kiyosawa S., Yamaguchi H., Yamada M. The influence of resistance gene frequencies in rice plants on virulence gene frequencies in blast fungus population in Japan // *Ann. Phytopath. Sos. Jap.*- 1982.-V.48.- P. 199-209.
51. Kurata N., Moore G., Nagamura Y, Foote T. et al. Conservation of genome structure between rice and wheat // *Biotechnology*- 1994.-V. 12.- P. 276-278.
52. Lang N., Subudhi P., Virmani S., Brar D. et al. Development of PCR-based markers for thermosensitive genetic male sterility gene tms3(t) in rice
53. Mackill D.J. Level of polymorphism and genetic mapping of AFLP markers in rice / Mackill D.J., Zhang Z., Redona E.D. et al. // *Genome*.-1996.- V.39.- P.969-977.
54. Mekwatanakarn, P. Sexually fertile *Magnaporthe grisea* rice pathogens in Thailand / Mekwatanakarn P.,

55. Mohan, M. Genome mapping, molecular marker and marker-assisted selection in crop plants / Mohan M., Nair S., Bhagwat A. et al. // *Molecular Breeding*.- 1997.- V.3.- P. 87-103.
56. Morgante, M. PCR-amplified microsatellite markers in plant genetics /Morgante M., Oliveri A.M. // *Plant J.*- 1993.- V.3.- P. 175-182.
57. Ribaut, J.M. Marker-assisted selection: new tools and strategies / Ribaut J.M., Hoisington D. // *trends in plant science*.- 1998.- V. 3.- P.236-239.
58. Saghai Maroof, M.A. Analysis of the barley and rice genomes by comparative RFLP mapping/ Saghai Maroof M.A., Yang G.P., Biyashev R.M. et al. // *Theor. Appl. Genet.*- 1996.- V.92.- P. 541-551.
59. Saji, S. A physical map with yeast artificial chromosome (YAC) clones covering 63% of the 12 rice
60. Temnykh, S. Mapping and genome organization of microsatellite in rice (*Oryza sativa* L.) / Temnykh S., Park W.D., Ayres N. // *Theor. Appl. Genet.*-2000.-V. 100.-P. 697-712.
61. Альберте Б. и др. Молекулярная биология клетки. М. Мир. 1994.
62. Уилсон Дж., Хант Т. Молекулярная биология клетки: Сборник задач: Пер. с англ. - М.: Мир, 1994
63. М. Сингер, П. Берг. Гены и геномы (в 2-х томах) М. Мир. 1998
64. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск, Сибирское университетское издательство, 2003.
65. Люин Б. Гены. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2011.
66. С. Примроуз, Р. Тваймен. Геномика. Роль в медицине., Бином. Лаборатория знаний. 2008.
67. Щелкунов С. Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство, 2004
68. Разин С. В., Быстрицкий А. А.: Хроматин. Упакованный геном., Бином. Лаборатория знаний. 2009 г.
69. Гвоздев В.А. Механизмы регуляции активности генов в процессе транскрипции. СОЖ 1996 №1
70. Ратнер В.А. Генетика, молекулярная кибернетика: личности и проблемы. - Новосибирск: Наука, 2002. 272 с.
71. Ратнер В.А. Генетический код как система // *Соросовский образовательный журнал*. 2000. Т. 6. № 3. С. 17-22.
72. Спирин А.С. Биосинтез белка: инициация трансляции. СОЖ 1999 №5
73. Овчинников Л.П. Что и как закодировано в мРНК. СОЖ 1998 №4
74. Гвоздев В.А. Подвижная ДНК эукариот. Часть 1. структура, механизмы перемещения и роль подвижных элементов в поддержании целостности хромосом. СОЖ 1998 №8
75. Гвоздев В.А. Подвижная ДНК эукариот. Часть 2. Роль в регуляции активности генов и эволюции генома СОЖ 1998 №8
76. Дымшиц Г.М. Нерадиоактивно меченые олиго- и полинуклеотидные зонды – инструмент изучения структуры генома и диагностики СОЖ т.7, №9, 2001
77. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск: изд. Новосибирского университета Сибирское университетское издательство, 2002.
78. Пухальский В.А. Введение в генетику. – М.: КолосС, 2007.
79. Иванова С.В., Долгодворова Л.И., Потоцкая И.В., Фесенко И.А., Большакова Л.С. Практикум по генетике. – М.: РГАУ-МСХА, 2007.
80. Глазер В.М., Ким А.И., Орлова Н.Н. и др. Задачи по современной генетике. М. Книжный дом «Университет», 2005.
81. Сборник задач по генетике с методическими указаниями к ним. – М.: МСХА. – 1989.
82. Долгодворова Л.И. и др. Задачник по генетике. – М.: МСХА, 1996.
83. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. – М.: Высшая школа, 1989.

84. Гершензон С. М. Основы современной генетики. - К. , 1983.
85. Лобашев М.Е. Генетика. – Л.: изд-во Ленинградского университета, 1967.
86. Кайдапов Л.З. Генетика популяций. - М.: Высш.шк., 1996.
87. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. – М.: Мир, 1987.
88. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции, 2013 г. Е.К. Хлесткина.

#### **ПРИЛОЖЕНИЯ:**

1. Рекомендуемое расписание курса (образец)
2. Итоговый аттестационный тест (с указанием правильных ответов)
3. Рабочая тетрадь (в электронном виде: <https://zenclass-files-hot-01.storage.yandexcloud.net/f2ca0ea2-353f-4a4a-9029-51c102f2dd01.pdf>)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
Автономной некоммерческой  
Организации «АВТех»

Е.Е. Абрамова

2026 г.



## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА: МЕТОДЫ ПЦР И СЕКВЕНИРОВАНИЯ.

**Цель:** совершенствование и приобретение новых компетенций по направлениям:

1.5.3. Молекулярная биология; 4.2.3 «Инфекционные болезни и иммунология животных».

**Категория слушателей:** лица, имеющие/получающие высшее профессиональное образование

**Срок обучения (объем программы):** 26 академических часов

**Количество учебных модулей:** 1 модуль

**Режим занятий:** самостоятельные онлайн занятия по индивидуальному графику

**Форма обучения:** заочная, обучение проходит в онлайн формате, в соответствии с действующим расписанием

| №<br>п/п          | Наименование разделов, дисциплин, тем                                                     | Всего,<br>ак.час. | Онлайн учебная<br>нагрузка, в том числе: |                             | Форма контроля                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
|                   |                                                                                           |                   | Теоретиче<br>ские<br>занятия             | Практиче<br>ские<br>занятия |                                      |
| I                 | Молекулярно-генетическая диагностика и современная практика: методы ПЦР и секвенирования. | 25                | 25                                       | 0                           | письменный тест;<br>балльная система |
| ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ |                                                                                           | 1                 | 1                                        |                             |                                      |
| ИТОГ:             |                                                                                           | 26                | 26                                       | 0                           |                                      |

Директор НОЦ «АВТех»  Р.З. Григорьева

" 15 " мая 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
Автономной некоммерческой  
Организации «АВТех»

Е.Е. Абрамова

2026 г.



## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА: МЕТОДЫ ПЦР И СЕКВЕНИРОВАНИЯ.

**Цель:** совершенствование и приобретение новых компетенций по специальностям:

1.5.3. Молекулярная биология; 4.2.3 «Инфекционные болезни и иммунология животных».

**Категория слушателей:** лица, имеющие/получающие высшее профессиональное образование

**Срок обучения (объем программы):** 26 академических часов

**Количество учебных модулей:** 1 модуль

**Режим занятий:** самостоятельные онлайн занятия по индивидуальному графику

**Форма обучения:** заочная, обучение проходит в онлайн формате, в соответствии с действующим расписанием

Директор НОЦ «АВТех»

Р.З. Григорьева

" 15 " мая

2026 г.

| № п/п      | НАИМЕНОВАНИЕ МОДУЛЕЙ и<br>УЧЕБНЫХ ТЕМ:                                                                                                                               | Всего<br>акад.<br>часов | Учебная нагрузка, в том<br>числе: |                         | Форма<br>контроля |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1          | 2                                                                                                                                                                    | 3                       | 5                                 | 6                       | 8                 |
|            | <b>УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 1:</b><br>"МОЛЕКУЛЯРНО-<br>ГЕНЕТИЧЕСКАЯ<br>ДИАГНОСТИКА И<br>СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА.<br>МЕТОДЫ ПЦР И<br>СЕКВЕНИРОВАНИЯ".                              |                         | теоретические<br>занятия          | практические<br>занятия |                   |
|            | <b>УЧЕБНЫЕ ТЕМЫ:</b>                                                                                                                                                 |                         |                                   |                         |                   |
| <b>I</b>   | <b>МОЛЕКУЛЯРНО-<br/>ГЕНЕТИЧЕСКИЕ<br/>ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВЫ<br/>ПЦР-АНАЛИЗА</b>                                                                                       | <b>6</b>                | <b>6</b>                          | <b>0</b>                |                   |
|            | Выделение нуклеиновых кислот из<br>биологических образцов                                                                                                            | 1                       | 1                                 | 0                       |                   |
|            | Теоретические и практические<br>основы ПЦР.                                                                                                                          | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
|            | Биочипы в науке и медицине.<br>История, проблемы, перспективы.                                                                                                       | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
|            | Методы генетической диагностики.                                                                                                                                     | 1                       | 1                                 | 0                       |                   |
| <b>II</b>  | <b>II ступень. АКТУАЛЬНЫЕ<br/>ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И<br/>ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЦР-<br/>ЛАБОРАТОРИИ.</b>                                                                        | <b>8</b>                | <b>8</b>                          | <b>0</b>                |                   |
|            | Организация ПЦР лаборатории.                                                                                                                                         | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
|            | ПЦР: этапы, контроль качества,<br>источники ошибок.                                                                                                                  | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
|            | Ключ к контролируемой ПЦР:<br>приборная база, пластик, реагенты.                                                                                                     | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
|            | Автоматизация исследований в<br>молекулярно-генетических<br>лабораториях.                                                                                            | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |
| <b>III</b> | <b>ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ<br/>ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЦР-<br/>АНАЛИЗА</b>                                                                                                         | <b>6</b>                | <b>6</b>                          | <b>0</b>                |                   |
|            | Генетические исследования в<br>медицине: медико-генетическое<br>консультирование и анализ<br>предрасположенности – сходство и<br>различие подходов.                  | 3                       | 3                                 | 0                       |                   |
|            | Особенности ПЦР-диагностики<br>COVID-19                                                                                                                              | 1                       | 1                                 | 0                       |                   |
|            | Основы разработки тест-систем для<br>ПЦР-диагностики фитопатогенов и<br>диагностические наборы для<br>выявления ключевых карантинных<br>и некарантинных возбудителей | 2                       | 2                                 | 0                       |                   |

|           |                                                                          |           |           |          |                                      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|--------------------------------------|
|           | болезней сельскохозяйственных культур.                                   |           |           |          |                                      |
| <b>IV</b> | <b>МЕТОДЫ СЕКВЕНИРОВАНИЯ.</b>                                            | <b>5</b>  | <b>5</b>  | <b>0</b> |                                      |
|           | Полимеразы, используемые в полимеразной цепной реакции.                  | 2         | 2         | 0        |                                      |
|           | Технологии секвенирования.                                               | 1         | 1         | 0        |                                      |
|           | Выбор оптимального варианта секвенирования для решения конкретной задачи | 2         | 2         | 0        |                                      |
| <b>V</b>  | <b>Итоговая аттестация</b>                                               | <b>1</b>  | <b>1</b>  |          | письменный тест;<br>балльная система |
|           |                                                                          |           |           |          |                                      |
| <b>VI</b> | <b>ИТОГО, акад.часов:</b>                                                | <b>26</b> | <b>26</b> | <b>0</b> |                                      |