

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет» (КемГУ)
Управление развития дополнительного образования (УРДО)

УТВЕРЖДАЮ

Министр науки и высшего образования

/И. А. Ганиева/

04 2022 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
повышения квалификации

Современные молекулярно-генетические методы

Ответственный руководитель ЦРК

Ю. Н. Журавлев

Кемерово 2022

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цели реализации программы

Основной целью изучения программы «Современные молекулярно-генетические методы» является получение слушателем представлений о современных лабораторных молекулярно-генетических методах, а также формирование профессиональных знаний, умений и навыков с учетом современных достижений науки и техники.

1.2. Планируемые результаты обучения

Программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (бакалавриат) (приказ Минобрнауки России от 07 августа 2020 г., № 920) и Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистратура) (приказ Минобрнауки России от 23-09-2015 г. №1052).

Наименование программы	Наименование выбранного профессионального стандарта
Современные молекулярно-генетические методы	«Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»

Связь образовательной программы «Современные молекулярно-генетические методы» с квалификационными требованиями

Таблица 1

Наименование программы	Профессиональный стандарт	Уровень квалификации
Современные молекулярно-генетические методы	Приказ Минтруда России от 04.03.2014 N 121н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	6 уровень

Сопоставление описания квалификации в профессиональном стандарте с требованиями к результатам подготовки по ФГОС ВО

Таблица 2

Квалификационные требования (трудовая функция и должностные обязанности)	ФГОС ВО	Выводы (квалификационные требования)
<i>Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</i>	способен применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6)	Знать: цели и задачи проводимых исследований и разработок; методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в различных областях молекулярной генетики; методы и средства планирования и организации исследований и разработок; ме-

		<p>тоды проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;</p> <p>Уметь: применять методы анализа научно-технической информации в области современной молекулярной генетики;</p> <p>Владеть: навыками сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта и результатов экспериментов и исследований в различных областях молекулярной генетики</p>
--	--	--

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	Практический опыт	Знания	Умения
Научно-производственная и проектная	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6)	проведение лабораторных исследований и экспертиз биологического материала	<ul style="list-style-type: none"> - требования техники безопасности при работе с микроорганизмами I-IV групп патогенности, - принципов организации работы в ПЦР-лаборатории на современном лабораторном оборудовании (направления движения материалов, правила работы сотрудников, борьба с контаминацией, эксплуатация оборудования); - методологию внутрилабораторного и внешнего контроля качества молекулярно-генетических исследований. 	<ul style="list-style-type: none"> - выделять ДНК и РНК; - проводить исследования нуклеиновых кислот методом ПЦР; - применять методы анализа научно-технической информации в области современной молекулярной генетики.

Категория слушателей

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу повышения квалификации, должны быть студентами выпускных курсов высших учебных заведений или иметь высшее образование в области естественно-научных или медицинских наук, наличие которого подтверждается документом государственного или установленного образца.

Форма обучения

Очно-заочная.

Трудоемкость программы

Общая трудоемкость программы составляет 72 академических часов.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

«Современные проблемы географии и геологии»

2.1 Учебный план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Общая трудо- ёмкость (часов)	Виды учебных занятий, включая самостоя- тельную работу (в ча- сах)		Формы текущего контроля
			Ауд. учеб- ные заня- тия	Самост. работа	
		всего			
1.	Организация работ в лабора- тории при проведении моле- кулярно-генетических ис- следований. Техника без- опасности, контроль каче- ства.	20	6	14	тест
2.	Методы выделения ДНК и РНК. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование ДНК и РНК.	30	12	18	тест
3.	Основы анализа молекуляр- но-генетических данных. Ге- номные браузеры и базы данных. Введение в биоин- форматику.	20	6	14	тест
4.	Итоговая аттестация (зачет)	2	2		тест
	Итого:	72	26	46	Зачет

2.2 Календарный учебный график

№	Учебные предметы	Часов, всего	Неделя	
			1	2
1.	Организация работ в лаборатории при проведении мо- лекулярно-генетических исследований. Техника без- опасности контроль качества	20	УП	
2.	Методы выделения ДНК и РНК. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование ДНК и РНК.	20	УП	
3.	Основы анализа молекулярно-генетических данных. Геномные браузеры и базы данных. Введение в биоин- форматику.	30	УП	УП
4.	Итоговая аттестация (зачет)	2		ИА
	Итого:	72	36	36

Условные обозначения

УП

 Учебный процесс

ИА

 Итоговая аттестация

2.3 Рабочие программы

№ п/п	Наименование дисциплин	Дидактическое содержание дисциплины	Формируемые компетенции
1	Организация работ в лаборатории при проведении молекулярно-генетических исследований. Техника безопасности, контроль качества	Принципы организации работы в ПЦР-лаборатории на современном лабораторном оборудовании (направления движения материалов, правила работы сотрудников, борьба с контаминацией, эксплуатация оборудования. Основы техники безопасности при работе с микроорганизмами I-IV групп патогенности. Методология внутрилабораторного и внешнего контроля качества молекулярно-генетических исследований.	ПК-1
2	Методы выделения ДНК и РНК. Полимеразная цепная реакция. Секвенирование ДНК и РНК.	<p>Характеристика существующих технологий выделения нуклеиновых кислот из различных биологических материалов. Оборудование, реагенты, технологические особенности в зависимости от задач исследования.</p> <p>Выделение ДНК методом фенол-хлороформной экстракции из клеток периферической крови.</p> <p>Принципы, методы и особенности выделения РНК (организация рабочего места, проверка реагентов, условия хранения). Способы оценки качества и количества РНК в пробе. Способы очистки нуклеиновых кислот в зависимости от задач исследования.</p> <p>Общие сведения о ПЦР: принцип, разновидности. Организация ПЦР-лаборатории, оборудование и материалы. Визуализация накопления ДНК при проведении real-time ПЦР. Использование ПЦР для определения однонуклеотидного полиморфизма. Особенности количественного определения вирусной нагрузки. Использование количественной ПЦР для анализа экспрессии генов. Принцип метода, реагенты, особенности технологии.</p> <p>Секвенирование: сравнение принципов и возможностей секвенирования 1-го, 2-го и 3-го поколения. Преимущества и проблемы нанопорового секвенирования. Основные протоколы секвенирования, баркодирование библиотек. Секвенирование кДНК и прямое секвенирование РНК. Метагеномные исследования.</p>	ОПК-6
3	Основы анализа молекулярно-	Анализ результатов ПЦР: методы и средства анализа графиков накопления ДНК; определение	ПК-1

<p>генетических данных. Геномные браузеры и базы данных. Введение в биоинформатику.</p>	<p>эффективности ПЦР. Групповые оценки результатов: анализ соответствия наблюдаемых распределений генотипов ожидаемым при равновесии Харди-Вайнберга. Геномные браузеры и базы данных. Анализ результатов анализа РНК: абсолютное и относительное определение представленности транскриптов. Нормировка данных. Введение в биоинформатику. Основные алгоритмы (динамическое программирование, локальное и глобальное выравнивание (BLAST); сборка геномов из коротких прочтений; псевдовыравнивание (kalissto). Сборка геномов и транскриптомов (de novo genome assembly / de novo transcriptome assembly).</p>	
---	---	--

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1 Материально-технические условия реализации программы

Занятия проводятся в учебных аудиториях, в аудиториях, соответствующих действующим санитарно-техническим нормам материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки предусмотренных учебным планом. Специализированные лекционные аудитории оборудованы мультимедийным оборудованием и обеспечивают современный уровень представления информации во время проведения всех видов учебных занятий. Учебный процесс обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием дисциплин.

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
Мультимедийная аудитория	Лекции, практические занятия	Компьютер с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска, интерактивная доска.
Лаборатория геномной медицины КемГУ	Лабораторные работы	<p>ПЦР-бокс с УФ-рециркулятором UVC/T-AR (BioSan, Латвия);</p> <p>Термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот исполнения C1000 Touch в комплекте с модулем реакционным оптическим CFX96 (BioRad, США)</p> <p>Термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот T100 (T100 Thermal Cycler) (BioRad, США)</p> <p>Минисеквенатор MinION с комплектом принадлежностей (Oxford Nanopore Technologies, UK)</p> <p>2 Вертикальных низкотемпературных морозильника CryoCube F570, объем 570 л., -</p>

		<p>86 С(<u>Eppendorf</u>, Германия)</p> <p>Система высокой очистки воды Simplicity (вода тип I, 18,2 МОм/см, 0,5 л/мин) в комплекте с картриджем Simplipak, финишным фильтром и вент. Фильтром (Millipore, Франция)</p> <p>Шкаф вытяжной ЛАБ-PRO ШВ 180.80.225 TR (Новолаб, Россия)</p> <p>pH-метр ST10 в комплекте с электродом и комбинированный прибор Starter 3100M с отдельным держателем электрода, 4-х электродным датчиком STCON3, pH-электрод «2 в 1» ST230, темп. датчиком STTEMP30(<u>Ohaus</u>, США)</p> <p>Термостат типа "Драй-блок" TDB-120, вариант исполнения: Термостат TDB-120 с крышкой и термоблоком А-53(<u>BioSan</u>, Латвия).</p> <p>Ламинарный шкаф горизонтальный поток, ширина раб. зоны 90 см, УФ лампа, подставка, 2 розетки (<u>Faster</u>, Италия)</p> <p>Инкубатор BD с принадлежностями, BD23 (<u>Binder</u>, Германия)</p> <p>ПК-5 шт; МФУ Canon i-Senses MF 4430 -1 шт</p> <p><u>Центрифуги:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Центрифуга 5425 с ротором FA-24x2, 15060 об/мин, 21300 (<u>Eppendorf</u>, Германия) • Центрифуга–Вортекс для ПЦР планшет (<u>BioSan</u>, Латвия) • Центрифуга лабораторная многофункциональная серии 58, вариант исполнения 5804 R (<u>Eppendorf</u>, Германия) • Мульти-вортекс V-32 с платформой на 32 места (<u>BioSan</u>, Латвия) • Центрифуга "Фуга/вортекс Комбиспин FVL-2400N", 2800 об/мин, роторы R-1.5, R-0.5/0.2 (<u>BioSan</u>, Латвия) <p>Гель-документирующая система GelDoc Go (<u>BioRad</u>, США)</p> <p>Мини-гомогенизатор Minilys (<u>Bertin Technologies</u>, Франция)</p> <p>Концентратор Concentrator plus complete system с ротором на пробирки 48x1,5-2 мл и насосом (<u>Eppendorf</u>, Германия)</p> <p>Мешалка магнитная с подогревом. Скорость вращения 150-1250 об/мин. (MSH-300) (<u>BioSan</u>, Латвия)</p> <p>Весы портативные серии Navigator NV2201 (<u>Ohaus</u>, США)</p>
Рабочее место пользова-	Самостоятельная	Компьютер с выходом в Интернет

3.2 Перечень методов, средств обучения и образовательных технологий

При реализации ДПП рекомендуются следующие основные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов.

Используются активные формы лекции – лекции-визуализации и лекции-беседы.

Лекция-визуализация является результатом нового использования принципа наглядности, содержание которого меняется под влиянием данных психолого-педагогической науки, форм и методов активного обучения. Подготовка данной лекции преподавателем состоит в переконструировании учебной информации по теме лекционного занятия в визуальную форму для представления студентам через технические средства обучения (мультимедийные презентации). Чтение лекций сводится к связному, развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных материалов, полностью раскрывающему тему данной лекции. Представленная таким образом информация обеспечивает систематизацию имеющихся у обучающихся знаний, создание проблемных ситуаций и возможности их разрешения.

Лекция-беседа («диалог с аудиторией») предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией и позволяет привлекать внимание обучающихся к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом возрастных и психологических особенностей обучающихся. В основе лекции-беседы лежит диалогическая деятельность, что обеспечивает более высокую активность аудитории, поскольку диалог требует постоянного умственного напряжения, мыслительной активности.

На лабораторных и практических занятиях:

Кейс-метод - обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

Проектное обучение – создание условий, при которых обучающиеся самостоятельно приобретают недостающие знания из разных источников; учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач; приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах; развивают исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, общения); развивают системное мышление.

3.3 Квалификация педагогических кадров

3.3. Требования к педагогическим кадрам

Реализация настоящей программы обеспечена научно-педагогическими кадрами, Квалификация руководящих и научно-педагогических работников организации соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (бакалавриат) (приказ Минобрнауки России от 07 августа 2020 г., № 920) и Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистратура) (приказ Минобрнауки России от 23-09-2015 г. №1052).

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет 70 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

Реализация программы обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на условиях гражданско-правового договора.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу, составляет 100 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу, составляет не менее 70 процентов.

3.4 Учебно-методическое обеспечение программы

3.4.1. Нормативно-правовую основу разработки программы составляют:

1. Федеральный закон от 29.12.2013 № 273-ФЗ (редакция от 31.12.2014 года) «Об образовании в Российской Федерации»;

2. Приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.08.2013 N 29444);

• 3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23 «О Правилах разработки, утверждения и применения стандартов»;

• 4. приказ Минтруда России от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов»;

5. Положение о порядке реализации образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам. Редакция 2. Дата введения 18.12.2017. Принято Научно-методическим советом КемГУ 22 марта 2017 г. (с изменениями, принятыми научно-методическим советом КемГУ 13.12.2017г.)

6. Методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов (письмо Минобрнауки ВК-1032/06 от 22.04.2015).

7. Постановление Минтруда России от 20.12.2002 N 82 "Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей и специалистов организаций геологии и разведки недр".

8. Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (бакалавриат) (приказ Минобрнауки России от 07 августа 2020 г., № 920).

9. Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистратура) (приказ Минобрнауки России от 23-09-2015 г. №1052).

3.4.2. Литература

1. ПЦР «в реальном времени» / Ребриков Д.В, Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. и др.; под ред. Д.В. Ребрикова – 2-е изд.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.-223 с.

2. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия // Новосибирск: изд-во Новосибирского университета, 1994.

4 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

4.1 Итоговая аттестация

Целью итоговой аттестации является оценка сформированности компетенций Итоговая аттестация (далее – ИА) направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки требованиям. Итоговая аттестация слушателей проводится в форме теста, включающего вопросы по всем дидактическим единицам программы. Зачтено ставится в случае верного ответа на 80% заданий.

Примеры тестовых заданий

Раздел 1.

1. С целью профилактики контаминации ампликонами рабочих зон ПЦР-лаборатории проводят:
 - А) **УФ-облучение и аэрозольную обработку растворами с поверхностно-активными веществами**
 - Б) кипячение рабочих растворов, проветривание помещений, генеральные уборки помещений с использованием калиевой соли марганцовой кислоты;
 - В) двукратную ежедневную влажную уборку помещений с проветриванием и обработку всех поверхностей спиртом, хлорсодержащими средствами, мыльными растворами.
2. Пластик, используемый при проведении ПЦР (наконечники, пробирки), в производственных условиях подвергают стерилизации с использованием гамма-излучения. При этом погибают:
 - А) преимущественно патогенные микроорганизмы;
 - Б) условно-патогенные микроорганизмы;
 - В) **все виды и формы микроорганизмов.**
3. Выберите направление, для которого используется ПЦР
 - А) контроль за химическим загрязнением окружающей среды и продуктов питания;
 - Б) **получение для исследований большого количества чистых участков ДНК;**
 - В) клонирование организмов.
4. ПЦР можно использовать для определения:
 - А) стадии рака молочной железы;
 - Б) **мониторинга прогрессирования и/или эффективности лекарственной терапии ВИЧ-инфекции;**
 - В) мутаций de novo.
5. Контаминация различными типами ДНК и РНК рабочих зон, оборудования и одежды сотрудников приводит к ложноположительным результатам ПЦР. Для своевременного выявления контаминации необходимо:
 - А) **постановка отрицательных контролей в каждой постановке опыта или эксперимента.**
 - Б) постановка положительных контролей для каждой партии или серии реактивов;
 - В) исследование всех опытных образцов в дублях.

Раздел 2

1. Процедура выделения ДНК из клеток и тканей в медицинских лабораторных исследованиях состоит из следующих этапов:
 - А) разрушение клеточных стенок, рестрикция, амплификация
 - Б) растирание в жидком азоте, нагревание до 95°C, осаждение на магнитных частицах
 - В) **лизис клеток, денатурация белков, осаждение нуклеиновых кислот**
2. При проведении ПЦР в модификации «Hot-start PCR» пробирки с амплификационной смесью предварительно прогревают при температуре 95°C в течение 3–5 минут, для того чтобы:
 - А) прогреть амплификатор;
 - Б) избежать клонирования неспецифических ДНК-фрагментов;
 - В) **активировать фермент с блокированной полимеразной активностью.**
3. Каждый цикл полимеразно-цепной реакции состоит из трех основных этапов:
 - А) денатурация, рестрикция, элонгация;
 - Б) диссоциация, гибридизация/отжиг, репарация;
 - В) **денатурация, гибридизация, элонгация.**
4. Ложноположительные результаты или детекция неспецифических продуктов ПЦР связаны с:
 - А) ошибками при подборе праймеров, температурного режима проведения ПЦР

- Б) контаминации среды лаборатории ампликонами;
 - В) нарушением соотношения компонентов реакционной смеси с преобладанием dNTP.
5. Метод ПЦР с обратной транскрипцией используется для:
- А) для диагностики генетических заболеваний и полуколичественного определения специфических молекул РНК.
 - Б) обнаружения мутаций в промоторном регионе гена;
 - В) определение абсолютной концентрации РНК в физиологических жидкостях организма.

Раздел 3.

1. Метагеномика изучает:
 - А) Частоту аллелей в популяции
 - Б) Механизмы экспрессии генов
 - В) **Специфику состава сообществ микроорганизмов**
 - Г) Строение и функции хромосом

2. В качестве геномного браузера может использоваться:
 - А) ENSEMBL
 - Б) FASTQC
 - В) STAR
 - Г) QIIME

3. **К преимущественно протеомной базе данных относится:**
 - А) EnsemblPlants
 - Б) GreenGenes
 - В) **UniProt**
 - Г) SILVA

4. Для визуализации результатов GWAS используется:
 - А) Сигналы флюоресценции
 - Б) **Манхэттенский график**
 - В) Данные гель-электрофореза
 - Г) Капиллярный электрофорез

5. **FASTQ файлы состоят из:**
 - А) Одной строки
 - Б) Трёх строк
 - В) **Четырёх строк**
 - Г) Двух строк.

Составитель программы

Минина В.И., д.б.н., доцент, зав. кафедрой генетики и фундаментальной медицины
КемГУ