

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ФБУН Центрального научно-
исследовательского института
эпидемиологии
В.Г. Акимкин

«31» января 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ФКУЗ «Российский научно-
исследовательский противочумный институт
«Микроб»

В.В. Кутырев

«30» января 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. директора ФБУН Научно-
исследовательский институт дезинфектологии
В.М. Говорун

«28» января 2022 г.

«СЕКВЕНИРОВАНИЕ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В ДИАГНОСТИКЕ
ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЕЗНЕЙ
И ТИПИРОВАНИИ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ»

Программа повышения квалификации

САРАТОВ-МОСКВА

2022

Составители программы:

ФКУЗ Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора: Ю.А. Попов, Н.А. Осина, Я.М. Краснов, Е.А. Горельникова, Т.П. Шмелькова, Т.А. Малюкова, С.А. Щербакова

ФБУН Центрального научно-исследовательского института эпидемиологии Роспотребнадзора: А.С. Черкашина, А.В. Валдохина, В.П. Буланенко, Н.П. Николаева, Е.М. Суходольская, Ю.Н. Спиридонова, Е.В. Соложенко

ФБУН Научно-исследовательский институт системной биологии и медицины Роспотребнадзора: Говорун В.М., Ильина Е.Н., Сперанская А.С., Самойлов А.Е., Пенкин Л.Н., Корнеев Е.В.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель программы повышения квалификации «Секвенирование нуклеиновых кислот в диагностике инфекционных болезней и типировании патогенных микроорганизмов» (далее - программа), заключается в совершенствовании профессиональных компетенций (то есть повышении профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации) и (или) получении новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности специалистов с высшим и средним медицинским, биологическим и иным образованием для учреждений Роспотребнадзора, других министерств и ведомств по использованию методов секвенирования (фрагментное по Ф. Сэнгеру и высокопроизводительное по технологии нанопор) для определения нуклеотидной последовательности выявленных в пробах нативного материала возбудителей инфекционных болезней и проведения на основе полученных результатов молекулярного типирования патогенов.

В процессе обучения происходит освоение новых теоретических знаний по вопросам организации и проведения исследований с целью определения нуклеотидных последовательностей фрагментов генома патогенов бактериальной и вирусной природы с помощью фрагментного секвенирования по Ф.Сэнгеру и всего генома возбудителей методом нанопорового высокопроизводительного секвенирования; приобретение умений и навыков подготовки и проведения анализа проб биологического материала и объектов окружающей среды, подозрительных на зараженность микроорганизмами I-IV групп патогенности, методами полногеномного и фрагментного секвенирования.

Программа разработана в рамках реализации ведомственной целевой программы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «Санитарный щит».

Программа составлена в соответствии с положениями Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» ФЗ-273 от 29.12.2012 г. (ч. 1 и 4, ст. 76), профессиональными стандартами «Специалист в области медико-профилактического дела» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 25 июня 2015 г. N 399н), «Специалист в области лабораторной диагностики со средним медицинским образованием» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 31 июля 2020 года N 473н); образовательными стандартами послевузовской профессиональной подготовки по специальности «Бактериология» (2001); ФГОС ВО по специальностям 32.05.01 «Медико-профилактическое дело», 32.08.14 «Бактериология», ФГОС СПО 31.02.03 «Лабораторная диагностика»; действующими санитарными правилами по организации и проведению безопасной работы с патогенными биологическими агентами (ПБА) I-IV групп (СанПиН 3.3686-21) и методическими указаниями по организации работы лабораторий, использующих методы секвенирования нуклеиновых кислот при работе с материалом, содержащим микроорганизмы I-IV групп патогенности, с учетом требований приказа Министерства образования и науки Российской Федерации № 499 от 01.07.2013 "Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам", методических рекомендаций по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных программ, утв. 22.01.2015 г.

Обязательным требованием к обучающимся для освоения учебной программы является знание методики полимеразной цепной реакции (ПЦР) и наличие умений и навыков ее применения с целью лабораторной диагностики инфекционных болезней. Количество обучаемых: не более 4 человек в группе.

Содержание программы построено в соответствии с модульно-компетентностным принципом, обеспечивающим практикоориентированную подготовку на основании положений нормативно-методических документов, регламентирующих лабораторную диагностику инфекционных болезней, в том числе применение молекулярно-генетических методов, и обеспечение биологической безопасности при работе с ПБА на территории Российской Федерации.

Основными компонентами программы являются:

- общие положения;
- планируемые результаты обучения;
- требования к итоговой аттестации;
- календарный учебный план;
- рабочие программы учебных модулей: «Определение нуклеотидной последовательности фрагмента ДНК методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру», «Определение нуклеотидной последовательности полного генома патогена методом высокопроизводительного нанопорового секвенирования»;
- организационно-педагогические условия реализации программы;
- оценочные средства.

Трудоёмкость освоения - 72 академических часов, включая 19 часов теоретических (лекции, экзамен) и 48 часов практических занятий, 2 часа освоения обучающего симуляционного курса, 3 часа дистанционного обучения. Один академический час равен 45 минутам. Форма обучения: очная или очно-заочная с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для актуализации или формирования профессиональных умений и навыков, необходимых для проведения секвенирования (фрагментное по Ф. Сэнгеру и высокопроизводительное по технологии нанопор) для определения нуклеотидной последовательности выявленных в пробах нативного материала возбудителей инфекционных болезней и проведения на основе полученных результатов молекулярного типирования патогенов в программе отводят часы на ОСК. Программа состоит из двух компонентов: 1) курс, направленный на формирование общепрофессиональных умений и навыков; 2) курс, направленный на формирование специальных профессиональных умений и навыков.

Итоговая аттестация выявляет теоретическую и практическую подготовку обучающегося в соответствии с целями и содержанием программы и осуществляется посредством проведения экзамена в форме тестирования и решения контрольной ситуационной задачи.

По окончании обучения слушателям курсов выдают документы, предусмотренные действующими законодательными и подзаконными актами Российской Федерации в сфере дополнительного профессионального образования.

***Примечание.** Учреждение, имеющее лицензию на право ведения образовательной деятельности и осуществляющее подготовку кадров в рамках настоящей программы,*

имеет право внести изменения в порядок и очередность проведения занятий, дополнить программу новыми разделами при условии сохранения объема и содержания программы в целом, а также соблюдения основного принципа расположения учебного материала. Количество часов, регламентированных учебным планом, может быть изменено в пределах 20 % от общего количества времени, отведенного на каждый учебный модуль. Специалисты, ведущие практические занятия в соответствии с личным опытом преподавания, могут в пределах часов, отведенных для каждого модуля, располагать материал в той последовательности и форме, которые, с их точки зрения, обеспечивают наилучшее приобретение слушателями знаний, умений и навыков, необходимых для практической работы.

II. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты обучения направлены на совершенствование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций (профессиональных знаний, навыков и умений их применять), имеющих преемственность с нормативными документами по лабораторной диагностике инфекционных болезней, молекулярному типированию возбудителей инфекционных болезней, обеспечению безопасности работ с ПБА I- IV групп; профессиональными стандартами и квалификационными характеристиками врача-бактериолога, врача-вирусолога, биолога, лаборанта микробиологической лаборатории.

2.1 Характеристика универсальных компетенций обучающегося

В результате освоения программы у обучающегося совершенствуются следующие универсальные компетенции (далее - УК):

- способность анализировать социально-значимые проблемы, использовать на практике методы естественнонаучных, медико-биологических наук в различных видах своей профессиональной деятельности (УК-1);
- способность осуществлять свою деятельность с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм, соблюдать правила врачебной этики, законы и нормативные правовые акты по работе с конфиденциальной информацией, сохранять врачебную тайну (УК-2).

2.2 Характеристика общепрофессиональных компетенций обучающегося

В результате освоения программы у обучающегося совершенствуются следующие общепрофессиональные компетенции (далее - ОПК):

- способность и готовность использовать нормативную документацию, принятую в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, охраны здоровья (законодательство Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, приказы, указания, рекомендации, международную систему единиц (далее - СИ), действующие международные классификации), а также документацию для оценки качества и эффективности работы организаций федеральной службы по надзору в сфере защиты прав и благополучия человека (ОПК-1);
- способность и готовность использовать знания по организации санитарной охраны, анализировать и прогнозировать санитарно-эпидемиологическую обстановку и планировать санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия (ОПК-2);
- способность и готовность использовать знания по функционированию системы мониторинга, лабораторной диагностики инфекционных и паразитарных болезней, индикации и молекулярного типирования ПБА, в том числе с применением методов секвенирования, в Российской Федерации; проводить оценку эффективности современных организационных технологий при осуществлении диагностических исследований (ОПК-3).

2.3 Характеристика профессиональных компетенций обучающегося

У обучающегося совершенствуются следующие профессиональные компетенции

(далее-ПК):

в производственно-технологической деятельности:

- готовность к выполнению требований биобезопасности при работе с ПБА в лаборатории, в том числе к использованию средств индивидуальной защиты (ПК-1);
- готовность к проведению исследований по определению нуклеотидной последовательности диагностически значимых фрагментов генома или всего генома патогенов методами секвенирования (ПК-2);
- готовность к использованию методов секвенирования при выявлении возбудителей инфекционных болезней бактериальной и вирусной природы (ПК-3);
- готовность к организации рабочих зон, соответствующих этапам проведения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и нанопорового высокопроизводительного секвенирования (ПК-4);
- готовность к применению инженерно-технических систем, регламентированных при полногеномном и фрагментном секвенировании (ПК-5);
- готовность к обеспечению антиконтаминационного режима (ПК-6);

в организационно-управленческой деятельности:

- готовность к использованию нормативных документов, регламентирующих деятельность лабораторий, использующих молекулярно-генетические методы (ПК-7);
- готовность к использованию современных достижений в области совершенствования молекулярной диагностики инфекционных болезней (ПК-8);
- понимание роли и места методов секвенирования в осуществлении федерального государственного контроля (надзора) в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей (ПК-9).

Результаты освоения профессиональных компетенций

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	По окончании обучения обучающийся должен знать:	По окончании обучения обучающийся должен уметь	По окончании обучения обучающийся должен владеть
1	2	3	4	5
производственно-технологическая	ПК 1	<ul style="list-style-type: none"> - правила обеспечения биобезопасности при организации и проведении работ с ПБА в лаборатории, - особенности обеспечения биобезопасности при проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и нанопорового высокопроизводительного секвенирования: требования к помещениям, оборудованию, персоналу, проведению стандартных операционных микробиологических процедур на этапах секвенирования и прочее; 	<ul style="list-style-type: none"> - организовать исследование ПБА с помощью фрагментного секвенирования по Сэнгеру и нанопорового высокопроизводительного секвенирования согласно требованиям биобезопасности к помещениям, оборудованию, персоналу; 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками выполнения этапов секвенирования в соответствии со стандартными операционными процедурами;
	ПК 2	<ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы определения нуклеотидной последовательности фрагментов ДНК патогена методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру; - теоретические основы определения нуклеотидной последовательности полного генома патогена методом 	<ul style="list-style-type: none"> - проводить определение нуклеотидной последовательности ДНК патогена методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру; - проводить определение нуклеотидной 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками определения нуклеотидной последовательности ДНК патогена методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру; - навыками определения нуклеотидной последовательности полного генома патогена методом

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	По окончании обучения обучающийся должен знать:	По окончании обучения обучающийся должен уметь	По окончании обучения обучающийся должен владеть
1	2	3	4	5
		нанопорового высокоразрешающего секвенирования;	последовательности полного генома патогена методом нанопорового высокоразрешающего секвенирования;	нанопорового высокоразрешающего секвенирования;
	ПК-3	<ul style="list-style-type: none"> - особенности применения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования при исследовании выявленных в нативных пробах возбудителей инфекционных болезней вирусной и/или бактериальной природы; - особенности применения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования при исследовании выделенных культур патогенов 	<ul style="list-style-type: none"> - проводить подготовку и исследование проб нативного материала методами фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования; - проводить исследование выделенных культур патогена методами фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования с целью изучения отдельных фрагментов их генома или всего генома 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками подготовки проб нативного материала и проведения исследования методами фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования с целью изучения отдельных фрагментов генома или всего генома выявленных в них возбудителей инфекционных болезней вирусной и/или бактериальной природы; - навыками проведения исследования выделенных культур патогена методами фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования с целью изучения отдельных

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	По окончании обучения обучающийся должен знать:	По окончании обучения обучающийся должен уметь	По окончании обучения обучающийся должен владеть
1	2	3	4	5
				фрагментов их генома или всего генома
	ПК 4	- перечень требований к организации рабочих зон, соответствующих этапам проведения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования;	- организовывать рабочие зоны, соответствующие этапам проведения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования;	- навыками организации рабочих зон, соответствующих этапам проведения фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования;
	ПК 5	- инженерно-технические средства защиты, используемые при проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования: зонирование территории, шлюзы для передачи контейнеров с ПБА, средства индивидуальной защиты, приточно-вытяжная вентиляция, боксы микробиологической безопасности, оборудование для паровой стерилизации, дезинфицирующие средства;	- использовать инженерно-технические средства защиты при проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования;	- навыки использования инженерно-технических средств защиты при организации и проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования; - навыками надевания, снятия и обеззараживания средств индивидуальной защиты в соответствии с правилами биобезопасности; - навыками работы с ПБА в боксе микробиологической безопасности в соответствии с правилами биобезопасности; - навыками приготовления

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	По окончании обучения обучающийся должен знать:	По окончании обучения обучающийся должен уметь	По окончании обучения обучающийся должен владеть
1	2	3	4	5
				рабочих растворов дезинфицирующих средств; - навыками подготовки объектов с ПБА к паровой стерилизации; - навыками проведения текущей и заключительной дезинфекции в боксах микробиологической безопасности и помещениях;
	ПК 6	- виды контаминации при фрагментном секвенировании по Сэнгеру и высокопроизводительном нанопоровом секвенировании и способы борьбы с ней;	- обеспечивать антиконтаминационный режим в лаборатории при проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования;	- навыками проведения антиконтаминационных мероприятий при проведении фрагментного секвенирования по Сэнгеру и высокопроизводительного нанопорового секвенирования
организационно-управленческая	ПК 7	- нормативно-методическую базу деятельности лабораторий, использующих молекулярно-генетические методы: амплификации нуклеиновых кислот, определение нуклеотидной последовательности фрагментов генома или всего генома с помощью фрагментного и высокопроизводительного секвенирования;	- использовать нормативно-методические документы, регламентирующие деятельность лабораторий, использующих молекулярно-генетические методы: амплификации нуклеиновых кислот, секвенирование;	- навыками организации и проведения работ в лаборатории, использующей молекулярно-генетические методы, в том числе амплификацию нуклеиновых кислот и секвенирование, в соответствии с нормативно-методическими документами;

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	По окончании обучения обучающийся должен знать:	По окончании обучения обучающийся должен уметь	По окончании обучения обучающийся должен владеть
1	2	3	4	5
	ПК-8	- современные тенденции молекулярной диагностики инфекционных болезней: выявление и молекулярное типирование возбудителей инфекционных болезней бактериальной и вирусной природы;	- разбираться в основных понятиях генетического анализа, в том числе с применением технологий секвенирования, молекулярного типирования патогенов;	- навыками оперирования основными понятиями генетического анализа, молекулярного типирования;
	ПК-9	- роль и место методов секвенирования в осуществлении эпиднадзора в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.	- принимать решение о своевременном использовании методов секвенирования в ряду методов лабораторной диагностики инфекционных болезней.	- навыками использования методов секвенирования в общей системе лабораторной диагностики инфекционных заболеваний.

III. ТРЕБОВАНИЯ К ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Итоговая аттестация по программе повышения квалификации «Секвенирование нуклеиновых кислот в диагностике инфекционных болезней и типировании патогенных микроорганизмов» должна выявлять теоретическую и практическую подготовку обучающегося в соответствии с требованиями квалификационных характеристик и профессиональных стандартов.

Обучающегося допускают к итоговой аттестации после освоения дисциплин в объеме, предусмотренном учебным планом данной программы.

Лица, освоившие программу повышения квалификации и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают удостоверение о повышении квалификации.

IV. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

программы повышения квалификации «Секвенирование нуклеиновых кислот в диагностике инфекционных болезней и индикации патогенных микроорганизмов»

Цель - совершенствование теоретических знаний по молекулярно-генетическим методам (фрагментное секвенирование по Сэнгеру и высокопроизводительное секвенирование), используемым в лабораторной диагностике инфекционных болезней для идентификации и типирования бактериальных и вирусных патогенов, приобретение практических навыков осуществления анализа проб биологического материала и объектов окружающей среды, подозрительных на зараженность патогенными биологическими агентами бактериальной и вирусной природы методом полногеномного и фрагментного секвенирования.

совершенствовании профессиональных компетенций (то есть повышении профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации) и (или) получении новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности специалистов с высшим и средним медицинским, биологическим и иным образованием для учреждений Роспотребнадзора, других министерств и ведомств по использованию методов секвенирования (фрагментное по Ф. Сэнгеру и высокопроизводительное по технологии нанопор) для определения нуклеотидной последовательности выявленных в пробах нативного материала возбудителей инфекционных болезней и проведения на основе полученных результатов молекулярного типирования патогенов.

Категория обучающихся: специалисты с медицинским (средним и высшим), высшим биологическим, ветеринарным и иным образованием, занимающиеся лабораторной диагностикой инфекционных болезней в учреждениях Роспотребнадзора, других министерств и ведомств, владеющие знанием методики ПЦР, умением и навыками ее применения.

Трудоемкость обучения: 72 академических часов.

Режим занятий: 6 академических часов в день.

Форма обучения: очная или очно-заочная с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Обучение ведется на русском языке.

Код	Наименование разделов	Всего	В том числе ¹	Форма
-----	-----------------------	-------	--------------------------	-------

¹ Л – лекции, СЗ – семинарские занятия, Э – экзамен, ОСК - обучающий симуляционный курс, ПЗ – практическое занятие, СР – самостоятельная работа, ДО – дистанционное обучение

	дисциплин и тем	часов	Л, СЗ, Э	ОСК	ПЗ	СР	ДО	контроля
Рабочая программа учебного модуля «Теоретические основы секвенирования»								
1	Молекулярная эпидемиология патогенных микроорганизмов.	2	2	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
2	Базовые принципы определения нуклеотидной последовательности нуклеиновых кислот микроорганизмов.	2	2	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
3	Мономолекулярное секвенирование	2	2	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
4	Введение в биформатику.	1	1	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
		1	-	-	-	-	1	Промежуточный контроль (зачет, включая дистанционный)
Рабочая программа учебного модуля «Определение нуклеотидной последовательности фрагмента ДНК методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру»								
5	Основы определения нуклеотидной последовательности фрагментов ДНК методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру: принцип метода, основные этапы, методология каждого этапа	2	2	-	-	-	-	Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
6	Организация и оснащение лаборатории для проведения фрагментного секвенирования по Сэнгеру: зонирование помещений, перечень оборудования, вопросы биологической и антиконтаминационной безопасности	3	3	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное))
7	Особенности проведения исследований проб	1	1	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное)

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	В том числе ¹					Форма контроля
			Л, СЗ, Э	ОСК	ПЗ	СР	ДО	
	биологического материала и штаммов микроорганизмов методом фрагментного секвенирования по Сэнгеру							собеседование, включая дистанционное)
8	Проведение анализа панели образцов биологического материала с использованием фрагментного секвенирования по Сэнгеру: постановка ПЦР для получения ампликонов, анализ полученных фрагментов методом гель-электрофореза, ферментная очистка ампликонов, постановка с ними ПЦР с мечеными нуклеотидами, очистка полученных образцов и внесение их в генетический анализатор, учет и интерпретация результатов.	25	-	1	24	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
		1	-	-	-	-	1	Промежуточный контроль (зачет, включая дистанционный)
Рабочая программа учебного модуля «Определение нуклеотидной последовательности полного генома патогенна методом высокопроизводительного нанопорового секвенирования»								
9	Основы способа определения нуклеотидной последовательности полных геномов патогена методом нанопорового высокопроизводительного секвенирования: принцип метода, основные этапы, методология каждого этапа	1	1	-	-	-	-	Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
10	Организация и оснащение лаборатории для проведения нанопорового высокопроизводительного	4	1	-	-	-		Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	В том числе ¹					Форма контроля
			Л, СЗ, Э	ОСК	ПЗ	СР	ДО	
	секвенирования: зонирование помещений, перечень оборудования, вопросы биологической и антиконтаминационной безопасности							
11	Особенности проведения исследований проб биологического материала и штаммов микроорганизмов методом нанопорового высокопроизводительного секвенирования	1	1	-	-	-	-	Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
12	Проведение анализа панели образцов биологического материала с использованием нанопорового высокопроизводительного секвенирования: постановка ПЦР для получения ампликонов, анализ полученных фрагментов методом гель-электрофореза, очистка с использованием магнитных частиц и определение концентрации, достраивание концов фрагментов ДНК, нативное лигирование баркодов, реакция лигирования адаптеров, очистка и определение концентрации, внесение образцов в ячейку секвенатора, учет и интерпретация результатов	25		1	24			Текущий контроль (индивидуальное собеседование, включая дистанционное)
		1				-	1	Промежуточный контроль (зачет, включая дистанционный)
	Консультации по всем разделам программы	2	2	-	-	-	-	
	Итоговая аттестация	1	-	-	-	-	1	Экзамен (тестирование)

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	В том числе ¹					Форма контроля
			Л, СЗ, Э	ОСК	ПЗ	СР	ДО	
Всего		72	18	2	48	-	4	