

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ковтун Ольга Петровна
Должность: ректор
Дата подписания: 12.04.2024 15:20:01
Уникальный программный ключ:
f590ada38fac7f9d3be3160b34c218b72d19757c

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра микробиологии, вирусологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной
деятельности и молодежной
политике
Т.В. Бородулина
«20» марта 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.01 ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО
СЕКВЕНИРОВАНИЯ**

**Направление подготовки – 06.04.01 Биология
Профиль – Генные и клеточные технологии в медицине
Квалификация (степень) – магистр
Программа подготовки – прикладная магистратура**

**Екатеринбург
2023**

Рабочая программа дисциплины «Введение в технологии высокоэффективного секвенирования» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) - магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2020 г. № 934.

Программа составлена:

ФИО	Должность	уч. степень
Сергеев А.Г.	заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО УГМУ.	д.м.н., профессор
Зорников Д.Л.	доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО УГМУ.	к.м.н., доцент
Григорьева Ю.В.	доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО УГМУ.	к.б.н., доцент
Фадеев Ф.А.	доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО УГМУ.	к.б.н., доцент

Рецензент:

Итани Т.М., к.б.н., руководитель лаборатории энтеральных вирусных инфекций ФБУН Федеральный научно-исследовательский институт вирусных инфекций «Виром» Роспотребнадзора.

РПД утверждена:

- методической комиссией специальностей магистратуры (протокол № 3 от 01.02.2023).

- кафедрой медицинской биологии и генетики (протокол № 6 от 17.01.2023).

1. Цель изучения дисциплины – формирование у обучающихся:

- представления об основных методах и области применения высокопроизводительного секвенирования в диагностике инфекционных и неинфекционных заболеваний человека;
- системного представления об особенностях организации генома человека, алгоритме организации научно-исследовательской работы и порядке проведения лабораторной диагностики с применением методов высокопроизводительного секвенирования;
- профессиональных компетенций, направленных на проведение научно-исследовательской работы и решение задач в области биологии и медицины, связанных с использованием генетических технологий.

2. Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с особенностями организации генома вирусов, эукариотических и прокариотических организмов и методами его исследования;
- формирование у студентов теоретических знаний по основным методам молекулярно-генетических исследований;
- ознакомление студентов с основными принципами и методами высокопроизводительного секвенирования генома;
- привлечение студентов к научным исследованиям, направленным на решение фундаментальных и прикладных задач в области медицины и биологии;
- расширение научного кругозора студентов по вопросам молекулярной диагностики инфекционных и неинфекционных болезней.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Введение в технологии высокопроизводительного секвенирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП по специальности 06.04.01 Биология (уровень магистратуры), дисциплины (модули) по выбору Б1.В.ДВ.01.01. Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

Освоение принципов и методов высокопроизводительного секвенирования генома базируется на знаниях и умениях, полученных в процессе изучения предшествующих дисциплин: физика, математика, биоинформатика, медицинская информатика и статистика, общая химия, биоорганическая химия, биологическая химия, медицинская генетика и геномика, молекулярная биология и геновая инженерия, цитология, эмбриология, физиология.

4. Требования к результатам освоения дисциплины на основании ФГОС.

Процесс изучения дисциплины направлен на обучение и формирование у выпускника следующих компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций и трудовых действий согласно профессиональному стандарту:

- а) универсальных: - не предусмотрены
- б) общепрофессиональных – не предусмотрены
- в) профессиональных:

Тип задач профессиональной деятельности	Компетенции	Индикаторы достижений
Диагностический???	ПК1. Способен понимать, излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области генетики человека и клеточных технологий для решения различных	ПК-1.1. Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными стратегиями поиска научной информации ПК-1.2. Формулирует цель, задачи и осуществляет

	<p>медицинских задач.</p>	<p>планирование научного исследования по актуальной проблеме общественного здравоохранения</p> <p>ПК-1.3. Владеет алгоритмами и методами проведения научно-практических исследований (изысканий), осуществляет выбор дизайна исследования, адекватного цели и задачам научного исследования</p> <p>ПК-1.4. Владеет современными методами статистической обработки результатов и качественного анализа</p> <p>ПК-1.5. Демонстрирует готовность к публичному представлению результатов научного исследования</p> <p>ПК-1.6. Умеет представлять результаты научного исследования в форме научных публикаций, информационно-аналитических материалов</p>
	<p>ПК2. Способен понимать, излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач.</p>	<p>ПК-1.1. Умеет работать с научной и справочной литературой, электронными научными базами (платформами) и владеет современными стратегиями поиска научной информации</p> <p>ПК-1.2. Формулирует цель, задачи и осуществляет планирование научного исследования по актуальной проблеме общественного здравоохранения</p> <p>ПК-1.3. Владеет алгоритмами и методами проведения научно-практических исследований (изысканий), осуществляет выбор дизайна исследования, адекватного цели и задачам научного исследования</p> <p>ПК-1.4. Владеет современными методами статистической обработки результатов и качественного анализа</p> <p>ПК-1.5. Демонстрирует готовность к публичному представлению результатов научного исследования</p> <p>ПК-1.6. Умеет представлять</p>

		результаты научного исследования в форме научных публикаций, информационно-аналитических материалов
	ПК3. Способен и готов применять методы генетики и генетические технологии в диагностике патологии человека.	ПК-3.1. Владеет современными методами генетики и генетическими технологиями ПК-3.2. Умеет применять методы генетики и генетические технологии для диагностики патологии человека
	ПК4. Способен и готов применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на терапию наследственной патологии.	ПК-4.1. Владеет современными методами генетики и генетическими технологиями ПК-4.2. Умеет применять методы генетики и генетические технологии для диагностики патологии человека

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные принципы различных технологий высокопроизводительного секвенирования, их возможности, преимущества и недостатки;
- правильно выбирать и использовать методы биоинформатической обработки результатов секвенирования нуклеиновых кислот.

Уметь:

- пользоваться учебной и научной литературой, информационными ресурсами сети Интернет для профессиональной деятельности;
- корректно планировать эксперимент по использованию методов высокопроизводительного секвенирования;
- правильно подбирать условия и параметры подготовки библиотек нуклеиновых кислот для секвенирования;
- использовать современные методы обработки результатов секвенирования для решения широкого круга экспериментальных задач

Владеть:

- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом;
- методиками анализа нуклеотидных последовательностей нуклеиновых кислот.
- базовыми навыками работы в командной строке Linux.

5. Объем и вид учебной работы

Виды учебной работы	трудоемкость		Семестры (семестр курс)
	ЗЕТ	часы	
Аудиторные занятия (всего)	1	36	4 семестр
В том числе:			
Лекции		24	24

Практические занятия		12	12
Лабораторные работы			
Самостоятельная работа (всего)		36	36
Формы аттестации по дисциплине	зачет		
Общая трудоемкость дисциплины	2	72	72

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание разделов и дидактические единицы

Содержание дисциплины (дидактическая единица и код компетенции, для формирования которой данная ДЕ необходима)	Основное содержание раздела, дидактической единицы (тема, основные закономерности, понятия, термины и т. п.)
ДЕ1. Строение и репликация ДНК и РНК	ДНК: строение и свойства. Репликация ДНК <i>in vivo</i> . Ферменты, участвующие в репликации ДНК: ДНК-полимеразы, хеликаза, топоизомераза, ДНК-гираза. Фрагменты Оказаки. Понятие «праймер». Строение РНК. Особенности репликации РНК. Обратная транскрипция. Обратная транскриптаза.
ДЕ 2. Особенности строения генома прокариот и вирусов.	Организация бактериального генома. Опероны и связанные с этим понятия. Транскрипция у бактерий. Особенности регуляции экспрессии генов. Генотипическая изменчивость бактерий и ее влияние на вирулентность и лекарственную устойчивость бактерий. Генетика ДНК- и РНК-содержащих вирусов. Организация генома вирусов. Особенности репликации нуклеиновых кислот у РНК-вирусов, ДНК-вирусов. Генотипическая изменчивость вирусов и ее влияние на вирулентность и лекарственную устойчивость. Способы оценки генотипической изменчивости вирусов и бактерий. Обоснование необходимости и преимуществ использования секвенирования.
ДЕ 3. Особенности строения генома эукариот.	Организация генома эукариот. Экзоны и интроны. Регуляция экспрессии генов. Энхансеры и сайленсеры. ТАТА и CG блоки. Особенности генома человека. Структура генома человека: кодирующая и некодирующая ДНК. Понятие транскриптома. Генетический полиморфизм. Виды полиморфизма. SNP. Роль мутаций и полиморфизма в развитии патологий у человека. Генетический груз. Способы изучения индивидуальных особенностей генома человека. Применение секвенирования. Биоинформатические методы обработки чтений ДНК и РНК.
ДЕ 4. Основные методы работы с	Техника безопасности при работе в молекулярно-

<p>нуклеиновыми кислотами. Полимеразная цепная реакция</p>	<p>генетической лаборатории. Знакомство с методами выделения геномной ДНК (выделение ДНК из клеток и тканей, контроль качества ДНК). Полимеразная цепная реакция: механизм, область применения. Основные компоненты реакции: праймеры, Taq-полимераза, dNTP. Этапы ПЦР: денатурация, отжиг, элонгация. Принцип работы амплификатора. Детекция результатов ПЦР с помощью гель-электрофореза, ПЦР «в реальном времени». Виды ПЦР: с обратной транскрипцией, “вложенная ПЦР”.</p>
<p>ДЕ 5. Секвенирование 1-го поколения. Метод Сэнгера.</p>	<p>Секвенирование: область применения метода. Секвенирование по Сэнгеру. Основные этапы: амплификация исследуемого участка ДНК, ПЦР с использованием меченных терминирующих нуклеотидов и электрофорез продуктов ПЦР. Автоматические генетические анализаторы (секвенаторы): принцип работы и механизм детекции результатов. Преимущества и ограничения метода.</p>
<p>ДЕ 6. Секвенирование 2-го поколения. Пиросеквенирование (454-секвенирование)</p>	<p>Пиросеквенирование: принцип метода. Автоматизированная технология пиросеквенирования (454-секвенирование): фрагментация ДНК, пришивка адапторов, эмульсионная ПЦР на бусинах, наращивание цепей ДНК на бусинах в микропорах с люциферазой и люциферинном, детекция и анализ результатов. Преимущества и недостатки метода.</p>
<p>ДЕ 7. Секвенирование 2-го поколения. Технология SOLiD.</p>	<p>Подготовка библиотеки для секвенирования. Эмульсионная ПЦР. Иммуобилизация буси с целевой ДНК. Секвенирование с помощью лигирования 8-нуклеотидными зондами, мечеными флуорофорами. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.</p>
<p>ДЕ 8. Секвенирование 2-го поколения. Технология Ion Torrent.</p>	<p>Подготовка библиотеки для секвенирования. Иммуобилизация фрагментов ДНК на микросферах. Эмульсионная ПЦР. Заполнение проточной ячейки. Полупроводниковое секвенирование. Детекция сигнала. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.</p>
<p>ДЕ 9. Секвенирование 2-го поколения. Технология Illumina Solexa.</p>	<p>Подготовка библиотеки для секвенирования. Иммуобилизация фрагментов ДНК в ячейках. Мостиковая амплификация иммуобилизованных фрагментов ДНК. Секвенирование с использованием модифицированных dNTP, меченных флуоресцентной меткой. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.</p>
<p>ДЕ 10. Секвенирование 3-го поколения. Нанопоровое секвенирование</p>	<p>Принцип нанопорового секвенирования. Подготовка библиотеки для секвенирования. Разновидности метода: секвенирование целых цепочек и экзонуклеазное секвенирование. Типы нанопор: белковые и твердотельные нанопоры.</p>

	Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.
ДЕ 11. Анализ результатов секвенирования.	Критерии выбора метода секвенирования в зависимости от решаемых задач. Специфика работы при секвенировании геномов вирусов, прокариот и эукариот. Обработка данных, полученных после секвенирования. Различные способы анализа данных: выбор подходящего. Удаление загрязняющих последовательностей. Выравнивание по референсному геному. Сборка и аннотирование генома. Анализ принадлежности отсеквенированных последовательностей. Количественный анализ представленности отсеквенированных последовательностей ДНК.
ДЕ 12. Применение секвенирования в научно-исследовательских целях и в лабораторной диагностике.	Применение секвенирования при диагностике инфекционных заболеваний: идентификация возбудителей, оценка их лекарственной устойчивости. Секвенирование в онкогеномике. Выявление генов, ассоциированных с развитием онкозаболеваний. Анализ полиморфизмов / мутаций в геноме. Транскриптомный анализ. Анализ экспрессии генов. Секвенирование в предиктивной медицине. Генетический паспорт человека. Метагеномные исследования.

6.2. Контролируемые учебные элементы

Дидактическая единица	Контролируемые ЗУН, направленные на формирование универсальных и профессиональных компетенций		
	Знать (формулировка знания и указание ПК, УК)	Уметь (формулировка умения и указание ПК, УК)	Владеть (формулировка навыка и указание ПК, УК)
ДЕ1. Строение и репликация ДНК и РНК	<ul style="list-style-type: none"> -строение и свойства ДНК; -механизмы репликации ДНК in vivo; -ферменты, участвующие в репликации ДНК; - понятия «праймер», «фрагмент Оказаки»; -строениеи свойства РНК; -особенности репликации РНК; - реакция обратной транскрипции. 	<ul style="list-style-type: none"> - излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области генетики человека и клеточных технологий для решения различных медицинских задач; ПК1, ПК2. 	<ul style="list-style-type: none"> - молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК1, ПК2
ДЕ 2. Особенности строения генома прокариот и вирусов.	<ul style="list-style-type: none"> -особенности организация бактериального генома; - регуляция экспрессии генов у бактерий; - влияние генотипической изменчивости бактерий на их вирулентность и лекарственную устойчивость; - особенности организации геномов ДНК- и РНК-содержащих вирусов; -механизмы репликации нуклеиновых кислот у ДНК- и РНК-вирусов; -влияние генотипической изменчивости вирусов на их вирулентность и лекарственную устойчивость. 	<ul style="list-style-type: none"> - излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач; ПК1, ПК2. 	<ul style="list-style-type: none"> - молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК1, ПК2.
ДЕ 3. Особенности строения генома эукариот.	<ul style="list-style-type: none"> - экзоны и интроны в молекуле ДНК; -механизмы регуляции экспрессии генов; 	<ul style="list-style-type: none"> - излагать и анализировать информацию, критически мыслить 	<ul style="list-style-type: none"> - молекулярно-биологическим

	<ul style="list-style-type: none"> -энхансеры и сайленсеры, ТАТА и СG блоки; - понятие транскриптома; -генетический полиморфизм, виды полиморфизма, SNP; - роль мутаций и полиморфизма в развитии патологии у человека. - методы изучения индивидуальных особенностей генома человека с помощью секвенирования; -биоинформационные методы обработки чтений ДНК и РНК. 	и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач; ПК1, ПК2.	понятийным аппаратом; ПК1, ПК2.
ДЕ 4. Основные методы работы с нуклеиновыми кислотами. Полимеразная цепная реакция	<ul style="list-style-type: none"> - методы выделения ДНК и РНК из клеток, тканей, и вирусных частиц; -методы контроля качества выделенной ДНК и РНК; - основные компоненты, механизм и область применения ПЦР; - принцип работы амплификатора; -детекция результатов ПЦР с помощью гель-электрофореза, ПЦР «в реальном времени»; - ПЦР с обратной транскрипцией, «вложенная» ПЦР. 	- излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач; ПК1, ПК2.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК1, ПК2.
ДЕ 5. Секвенирование 1-го поколения. Метод Сэнгера.	<ul style="list-style-type: none"> -секвенирование по Сэгнеру-метод «обрыва цепи» -основные этапы: амплификация исследуемого участка ДНК, ПЦР с использованием меченных терминирующих нуклеотидов и электрофорез продуктов ПЦР. 	- излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач;	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК2, ПК3.

	- автоматические генетические анализаторы (секвенаторы): принцип работы и механизм детекции результатов. Преимущества и ограничения метода.	- применять методы генетики и генетические технологии в диагностике патологии человека; ПК2, ПК3.	
ДЕ 6. Секвенирование 2-го поколения. Пиросеквенирование (454-секвенирование)	Пиросеквенирование: принцип метода. Автоматизированная технология пиросеквенирования (454-секвенирование): фрагментация ДНК, пришивка адапторов, эмульсионная ПЦР на бусинах, наращивание цепей ДНК на бусинах в микропорах с люциферазой и люциферинном, детекция и анализ результатов. Преимущества и недостатки метода.	- излагать и анализировать информацию, критически мыслить и сопоставлять процессы в области клеточных и генно-клеточных технологий для решения различных медицинских задач; - применять методы генетики и генетические технологии в диагностике патологии человека; ПК2, ПК3.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК2, ПК3.
ДЕ 7. Секвенирование 2-го поколения. Технология SOLiD.	Подготовка библиотеки для секвенирования. Эмульсионная ПЦР. Иммунизация буси с целевой ДНК. Секвенирование с помощью лигирования 8-нуклеотидными зондами, мечеными флуорофорами. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.	- применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.
ДЕ 8. Секвенирование 2-го поколения. Технология Ion Torrent.	Подготовка библиотеки для секвенирования. Иммунизация фрагментов ДНК на микросферах. Эмульсионная ПЦР. Заполнение проточной ячейки. Полупроводниковое секвенирование. Детекция сигнала. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.	- применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.
ДЕ 9. Секвенирование 2-го поколения. Технология	Подготовка библиотеки для секвенирования. Иммунизация	- применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для	- молекулярно-биологическим

Иllumina Solexa.	фрагментов ДНК в ячейках. Мостиковая амплификация иммобилизованных фрагментов ДНК. Секвенирование с использованием модифицированных dNTP, меченных флуоресцентной меткой. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.	решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.	понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.
ДЕ 10. Секвенирование 3-го поколения. Нанопоровое секвенирование	Принцип нанопорового секвенирования. Подготовка библиотеки для секвенирования. Разновидности метода: секвенирование целых цепочек и экзонуклеазное секвенирование. Типы нанопор: белковые и твердотельные нанопоры. Расшифровка данных. Преимущества и недостатки метода.	- применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.
ДЕ 11. Анализ результатов секвенирования.	Критерии выбора метода секвенирования в зависимости от решаемых задач. Специфика работы при секвенировании геномов вирусов, прокариот и эукариот. Обработка данных, полученных после секвенирования. Различные способы анализа данных: выбор подходящего. Удаление загрязняющих последовательностей. Выравнивание по референсному геному. Сборка и аннотирование генома. Анализ принадлежности отсеквенированных последовательностей. Количественный анализ представленности отсеквенированных последовательностей ДНК.	- применять генные клеточные и генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.	- молекулярно-биологическим понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.
ДЕ 12. Применение	Применение секвенирования при	- применять генные клеточные и	- молекулярно-

<p>секвенирования в научно-исследовательских целях и в лабораторной диагностике.</p>	<p>диагностике инфекционных заболеваний: идентификация возбудителей, оценка их лекарственной устойчивости. Секвенирование в онкогеномике. Выявление генов, ассоциированных с развитием онкозаболеваний. Анализ полиморфизмов / мутаций в геноме. Транскриптомный анализ. Анализ экспрессии генов. Секвенирование в предиктивной медицине. Генетический паспорт человека. Метагеномные исследования.</p>	<p>генно-клеточные технологии для решения профессиональных задач, направленных на диагностику и терапию наследственной патологии; ПК3, ПК4.</p>	<p>биологическим понятийным аппаратом; ПК3, ПК4.</p>
<p>Технологии оценивания ЗУН (проверка усвоения навыков, тестовые контроли рубежные, итоговые, история болезни, зачет, экзамен, БРС)</p>	<p>Зачет</p>	<p>Зачет</p>	<p>Зачет</p>

6.3. Разделы дисциплин (ДЕ) и виды занятий

Раздел дисциплины, ДЕ	Часы по видам занятий			
	Лекции	Пр. зан.	Самост. раб.	Всего
ДЕ1. Строение и репликация ДНК и РНК	2	-	3	5
ДЕ 2. Особенности строения генома прокариот и вирусов.	2	-	3	5
ДЕ 3. Особенности строения генома эукариот.	2	1	3	6
ДЕ 4. Основные методы работы с нуклеиновыми кислотами. Полимеразная цепная реакция	2	-	3	5
ДЕ 5. Секвенирование 1-го поколения. Метод Сэнгера.	2	-	3	5
ДЕ 6. Секвенирование 2-го поколения. Пиросеквенирование (454-секвенирование)	2	6	3	11
ДЕ 7. Секвенирование 2-го поколения. Технология SOLiD.	2	-	3	5
ДЕ 8. Секвенирование 2-го поколения. Технология Ion Torrent.	2	1	3	6
ДЕ 9. Секвенирование 2-го поколения. Технология Illumina Solexa.	2	1	3	6
ДЕ 10. Секвенирование 3-го поколения. Нанопоровое секвенирование	2	1	3	6
ДЕ 11. Анализ результатов секвенирования.	2	1	3	6
ДЕ 12. Применение секвенирования в научно-исследовательских целях и в лабораторной диагностике.	2	1	3	6
Итого	24	12	36	72

7. Примерная тематика

7.1. Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

7.2. Учебно-исследовательские, творческие работы не предусмотрены учебным планом.

7.3. Рефераты не предусмотрены учебным планом.

8. Ресурсное обеспечение

Кафедра располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки специалиста в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования специальности 06.04.01 Биология и профессионального стандарта при условии добросовестного обучения студент овладеет знаниями, умениями и навыками, необходимыми для квалификационного уровня, предъявляемого к выпускнику по специальности.

Образовательный процесс реализуют научно-педагогические сотрудники кафедры, имеющие высшее медицинское или биологическое образование, а также имеющие ученую степень кандидата или доктора медицинских (биологических) наук, ученое звание доцента или профессора.

8.1. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 50%. На занятиях, проводимых в интерактивной форме, используются следующие технологии:

- компьютерные симуляции;
- тренинги;
- разборы конкретных ситуаций.

Электронная информационно-образовательная среда: учебная, учебно-методическая информация представлена на образовательном портале <https://edu.usma.ru>, все обучающиеся имеют доступ к электронным образовательным ресурсам (электронный каталог и электронная библиотека университета, ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Материально-техническое оснащение

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности.

Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

Микроскоп ЛОМО МИКМЕД-2 с иммерсионными объективами;

Амплификаторы детектирующие ДНК-технология;

Центрифуга высокоскоростная, центрифуга низкоскоростная;

Ламинарные боксы «Ламинар-С»;

Аспиратор с сосудом-ловушкой;

Термостаты программируемые «Гном»;

Термоциклеры «Терцик»;

Дистиллятор

Паровой стерилизатор ГК-100-3М;

Стерилизатор воздушный ГП-80;

Суховоздушные термостаты ТС-1/80 и ТС-1/20;

Холодильники;

Компьютеры с предустановленным программным обеспечением;

ММ-проекторы NEC V300X.

8.3. Перечень лицензионного программного обеспечения

8.3.1. Системное программное обеспечение

8.3.1.1. Серверное программное обеспечение:

- VMwarevCenterServer 5 Standard, срок действия лицензии: бессрочно; VMwarevSphere 5 EnterprisePlus, срок действия лицензии: бессрочно, дог. № 31502097527 от 30.03.2015 ООО «Крона-КС»;

- WindowsServer 2003 Standard № 41964863 от 26.03.2007, № 43143029 от 05.12.2007, срок действия лицензий: бессрочно;

- WindowsServer 2019 Standard (32 ядра), лицензионное соглашение № V9657951 от 25.08.2020, срок действия лицензий: 31.08.2023 г., корпорация Microsoft;

- ExchangeServer 2007 Standard (лицензия № 42348959 от 26.06.2007, срок действия лицензии: бессрочно);

- SQL ServerStandard 2005 (лицензия № 42348959 от 26.06.2007, срок действия лицензии: бессрочно);

- CiscoCallManager v10.5 (договор № 31401301256 от 22.07.2014, срок действия лицензии: бессрочно), ООО «Микротест»;

- Шлюз безопасности Ideco UTM Enterprise Edition (лицензия № 109907 от 24.11.2020 г., срок действия лицензии: бессрочно), ООО «АЙДЕКО».

8.3.1.2. Операционные системы персональных компьютеров:

- Windows 7 Pro (OpenLicense № 45853269 от 02.09.2009, № 46759882 от 09.04.2010, № 46962403 от 28.05.2010, № 47369625 от 03.09.2010, № 47849166 от 21.12.2010, № 47849165 от 21.12.2010, № 48457468 от 04.05.2011, № 49117440 от 25.03.10.2011, № 49155878 от 12.10.2011, № 49472004 от 20.12.2011), срок действия лицензии: бессрочно);

- Windows7 Starter (OpenLicense № 46759882 от 09.04.2010, № 49155878 от 12.10.2011, № 49472004 от 20.12.2011, срок действия лицензий: бессрочно);

- Windows 8 (OpenLicense № 61834837 от 09.04.2010, срок действия лицензий: бессрочно);

- Windows 8 Pro (OpenLicense № 61834837 от 24.04.2013, № 61293953 от 17.12.2012, срок действия лицензии: бессрочно);

8.3.2. Прикладное программное обеспечение

8.3.2.1. Офисные программы

- OfficeStandard 2007 (OpenLicense № 43219400 от 18.12.2007, № 46299303 от 21.12.2009, срок действия лицензии: бессрочно);

- OfficeProfessionalPlus 2007 (OpenLicense № 42348959 от 26.06.2007, № 46299303 от 21.12.2009, срок действия лицензии: бессрочно);

- OfficeStandard 2013 (OpenLicense№ 61293953 от 17.12.2012, № 49472004 от 20.12.2011, № 61822987 от 22.04.2013, № 64496996 от 12.12.2014, № 64914420 от 16.03.2015, срок действия лицензии: бессрочно);

8.3.2.2. Программы обработки данных, информационные системы

- Программное обеспечение «ТАНДЕМ.Университет» (включая образовательный портал educa.usma.ru) (лицензионное свидетельство № УГМУ/21 от 22.12.2021, срок действия лицензии: бессрочно), ООО «Тандем ИС».

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

9.1. Основная литература:

1. Мутовин Г.Р., Клиническая генетика. Геномика и протеомика наследственной патологии : учебное пособие /Мутовин Г.Р. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 832 с. - ISBN 978-5-9704-1152-0 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL :<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970411520.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

2. Лима-де-Фариа А., Похвала 'глупости' хромосомы. Исповедь непокорной молекулы / Лима-де-Фариа А. ; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 315 с. - ISBN 978-5-9963-1994-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996319947.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

3. Новикова Е.И., Снигирева Г.П. Секвенирование «нового поколения» (NGS): применение для молекулярно-генетических исследований в онкологии (обзор литературы)/М.- 2019.-32 с.

4. А. Г. Бородинов, В. В. Манойлов, И. В. Заруцкий, А. И. Петров, В. Е. Курочкин. Поколения методов секвенирования ДНК (обзор)/Научное приборостроение.- 2020.-Т.30.- №4.- с.3-20.

9.2. Дополнительная литература:

1. Геномика и генетическая инженерия / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева - Минск : Белорус. наука, 2014. - 653 с. - ISBN 978-985-08-1791-4 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850817914.html> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа : по подписке.

2. Вентер К. Расшифрованная жизнь. Мой геном, моя жизнь / К. Вентер ; перевод с английского Л. Образцовой/П. Образцова. - эл. изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2015. -

467 с. - ISBN 978-5-9963-2910-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/66246> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кэри, Н. Мусорная ДНК. Путешествие в темную материю генома / Н. Кэри. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 339 с. - ISBN 978-5-00101-430-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/90247> (дата обращения: 28.06.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Иванов М.В., Новикова Е.И., Баранова А.В. и др. Опыт использования высокопроизводительного секвенирования (NGS) для подбора таргетной терапии при немелкоклеточном раке легкого: преимущества и ограничения. // Международный ежеквартальный научно-практический журнал по онкологии "Злокачественные опухоли". Москва. 2015 №4. С.310-311.

10. Аттестация по дисциплине:

Аттестация обучающихся в соответствии с разработанной балльно-рейтинговой системой оценивания учебных достижений студентов по дисциплине. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

11. Фонд оценочных средств по дисциплине

ФОС для проведения промежуточной аттестации (представлен в приложении №1).