

Приложение № 5
к программе
подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре
НИЦ «Курчатовский институт»
по научной специальности
1.5.3. Молекулярная биология

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по специальной дисциплине
«Молекулярная биология»

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины «Молекулярная биология» – сформировать у аспирантов углублённое представление о строении и функционирования живой клетки на молекулярном уровне, а также об основных методах исследования и применения различных молекулярных процессов.

Основными задачами освоения дисциплины является получение аспирантами профессиональных знаний: о нуклеиновых кислотах и белках; строение генетического аппарата эукариотической и прокариотической клетки; хранение и реализации наследственной информации; об экспрессии генов – серии последовательных и взаимосвязанных молекулярных процессов, позволяющих превращать генетическую информацию в функциональный продукт; об основной догме молекулярной биологии и исключениях из нее; о тонкой регуляции процессов репликации, репарации, транскрипции, включая процессинг РНК и сплайсинг, а также трансляции и посттрансляционной модификации белков.

Кроме того, в программе курса рассматриваются искусственные генетические системы, а также принципы и методы геной и белковой инженерии, необходимые для будущей работы слушателя в научно-исследовательском учреждении.

2. Место дисциплины в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров

Дисциплина «Молекулярная биология» входит в образовательный компонент и является специальной дисциплиной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров для научной специальности 1.5.3. «Молекулярная биология».

В соответствии с учебным планом занятия проводятся на первом, втором году обучения (во втором, третьем, четвертых семестрах). Кандидатский экзамен сдается в четвертом семестре.

Объем дисциплины составляет 396 часов (11 зачетных единиц), из которых 198 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (лекции, занятия семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, мероприятия текущего контроля успеваемости и итогового контроля). Самостоятельная работа обучающегося составляет 198 часов. Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых и/или индивидуальных консультаций.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Данная дисциплина участвует в формировании следующих компетенций:

- 1) способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- 2) способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- 3) владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;
- 4) владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий;
- 5) способность самостоятельно проводить научные исследования в области молекулярной биологии и применять полученные результаты для решения научно-исследовательских и научно-инновационных задач.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен знать:

- 1) методы работ с нуклеиновыми кислотами, белками, углеводами и липидами;

2) методы структурной биологии, включая рентгеноструктурный анализ, электронную микроскопию, ЯМР, лазерную спектроскопию, молекулярную динамику;

3) методы синтетической биологии, включая синтез белков и пептидов, генов и олигонуклеотидов, генетическое редактирование, белковая инженерия;

4) классические и современные генно-инженерные методы и подходы, включая секвенирование ДНК, PCR-анализ, клонирование и экспрессия белков в различных системах;

5) особенности работы с микроорганизмами;

6) особенности работы с эукариотическими клетками;

7) современные способы использования информационно-коммуникационных технологий.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен уметь:

1) проводить эксперименты, связанные с культивированием микроорганизмов;

2) проводить аналитическое разделение фрагментов ДНК электрофорезом в агарозном геле;

3) выделять нуклеиновые кислоты с использованием коммерческих наборов;

4) проводить эксперименты по генетическому конструированию;

5) проводить очистку и электрофоретический анализ рекомбинантных белков;

6) работать с научно-технической информацией;

7) выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные методы исследования.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен владеть:

1) культуральными методами работ с микроорганизмами;

2) генно-инженерными методами работ с нуклеиновыми кислотами и рекомбинантными белками;

3) методами работ с биомассой микроорганизмов или эукариотических клеток;

4) методами биоинформатики и статистической обработки данных (компьютерным анализом аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, анализом основных характеристик олигонуклеотидов, включая температуру плавления гибридов с матричной ДНК, самокомплементарность и т.п., методами статистической обработки получаемых экспериментальных данных);

5) навыками выбора методов и средств решения задач исследования;

6) навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации;

7) навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

4. Объем дисциплины, виды учебной работы (в часах), структура и содержание дисциплины

4.1. Объем и виды учебной работы (в часах) по дисциплине в целом

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость базового модуля дисциплины	396
Аудиторные занятия (всего)	198
В том числе:	
Лекции (Л)	144
Семинары/практические занятия (С/ПрЗ)	54
Самостоятельная работа (СР)	198
В том числе*:	
Форма текущего контроля	реферат, контрольная работа, (домашние задания, индивидуальные и групповые консультации)
Форма итогового контроля (промежуточная аттестация)	экзамен (КЭ)

* приводятся все виды самостоятельной работы по данной дисциплине

4.2. Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование разделов, тем дисциплины	Часы			
		Всего	Л	С/ПрЗ	СР
1	Строение и функции белков и пептидов	33	12	5	16
2	Методы исследования структуры белков	33	12	5	20
3	Функциональные классы белков	33	12	5	16
4	Белковая инженерия	33	12	5	16
5	Нуклеотиды, структура ДНК, хроматин	33	12	5	16
6	ДНК-зависимые процессы и ферменты, используемые в геной инженерии	33	12	5	16
7	Полимеразная цепная реакция, виды и применение	33	12	5	16
8	Репликация, репарация и рекомбинация ДНК	33	12	5	16
9	Транскрипция. Структура, виды и функции РНК	33	12	5	16
10	Рибосома, Трансляция и посттрансляционные модификации белков	33	12	5	16
11	Транскриптомика и протеомика. Анализ экспрессии генов на уровне транскрипции	33	12	2	19
12	Геномика и генетическая инженерия	33	12	2	19
Всего		396	144	54	198

4.2.1 Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	Содержание разделов дисциплины
1	2	3
1	24	Физико-химические свойства белков и аминокислот. Методы выделения белков. Хроматография и электрофорез белков
2	6	Кристаллизация и рентгеноструктурный анализ, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, криоэлектронная микроскопия

3	30	Глобулярные и фибриллярные белки. Посттрансляционная модификация белков. Ферменты. Антитела. Флуоресцентные белки
4	26	Рекомбинантные белки. Получение мутантных белков методами сайт-специфического мутагенеза. Получение слитых белков. Рациональный дизайн и редизайн белковых молекул
5	6	Двойная спираль ДНК. Методы работы с ДНК. Основные приемы очистки и разделения нуклеиновых кислот. Структурная организация нуклеосом
6	8	Эндонуклеазы рестрикции (рестриктазы). Номенклатура и классификация. T4-ДНК киназа и терминальная трансфераза. Щелочные фосфатазы. Нуклеазы
7	8	Общая схема ПЦР. ПЦР-диагностика. Особенности конструирования праймеров
8	8	Репликация у прокариот и эукариот. Особенности регуляции репликации плазмид. Репарация ДНК. Общая (гомологичная) и сайт-специфическая рекомбинации
9	8	Транскрипция и промотор у прокариот. Оперон. Транскрипция и промотор у эукариот. Процессинг мРНК. Сплайсинг
10	8	Последовательность событий при синтезе белка. Трансляционный цикл. Стадии трансляции. Полирибосомы. Секреция белков у про- и эукариот
11	8	Транскриптом и необходимость его изучения. Методы транскриптомного анализа. Виды РНК, кодируемые геномами прокариот и эукариот. Протеомика
12	24	Особенности структуры геномов прокариот и высших эукариот. Источники полиморфизма геномов. Представление о функциональной геномике. Редактирование генома. Возможности дизайна нуклеаз для выбранных протяженных последовательностей – нуклеазы с доменами «цинковые пальцы», нуклеазы TALE, нуклеазы CRISPR/Cas9. CRISPR/Cas9 как наиболее простая и многофункциональная платформа для сайт-направленных модификаций генома. Делеция генов. Супрессия и активация экспрессии целевых генов. Внесение рекомбинантных последовательностей в выбранные участки генома. Флуоресцентное мечение локусов генома в живых клетках.

4.2.2 Содержание семинаров и (или) практических занятий

№ темы	Всего часов	Содержание разделов дисциплины
1	2	3
1	2	Физико-химические свойства белков и аминокислот. Методы выделения белков. Хроматография и электрофорез белков
2	5	Кристаллизация и рентгеноструктурный анализ, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, криоэлектронная микроскопия.
3	5	Глобулярные и фибриллярные белки. Посттрансляционная модификация белков. Ферменты. Антитела. Флуоресцентные белки
4	5	Рекомбинантные белки. Получение мутантных белков методами сайт-специфического мутагенеза. Получение слитых белков. Рациональный дизайн и редизайн белковых молекул
5	5	Двойная спираль ДНК. Методы работы с ДНК. Основные приемы очистки и разделения нуклеиновых кислот. Структурная организация нуклеосом.
6	5	Эндонуклеазы рестрикции (рестриктазы). Номенклатура и классификация. Т4-ДНК киназа и терминальная трансфераза. Щелочные фосфатазы. Нуклеазы
7	5	Общая схема ПЦР. ПЦР-диагностика. Особенности конструирования праймеров.
8	5	Репликация у прокариот и эукариот. Особенности регуляции репликации плазмид. Репарация ДНК. Общая (гомологичная) и сайтспецифическая рекомбинации
9	5	Транскрипция и промотор у прокариот. Оперон. Транскрипция и промотор у эукариот. Процессинг мРНК. Сплайсинг
10	5	Последовательность событий при синтезе белка. Трансляционный цикл. Стадии трансляции. Полирибосомы. Секреция белков у про- и эукариот
11	4	Транскриптом и необходимость его изучения. Методы транскриптомного анализа. Виды РНК, кодируемые геномами прокариот и эукариот. Протеомика
12	2	Особенности структуры геномов прокариот и высших эукариот. Источники полиморфизма геномов. Представление о функциональной геномике

5. Образовательные технологии

1. При реализации настоящей дисциплины предусмотрено применение следующих образовательных технологий: лекции-визуализации (все лекции сопровождаются презентациями), проблемные лекции с дискуссией (на каждой лекции рассматриваются проблемные вопросы по актуальным направлениям развития предмета).

2. В учебном процессе помимо чтения лекций широко используются активные и интерактивные формы. Совместное и самостоятельное решение аспирантами задач по темам лекций на занятиях семинарского типа, самостоятельное изучение предложенных тем и выступление с докладами на занятиях.

В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1	6	Сравнительный анализ геномов: методы и подходы. Генетическое картирование. Модельные организмы, используемые для изучения структуры и функций геномов	1. Албертс, Б., Брей, Д. и др. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний. 2018. 2. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г. 3. Watson, J. et al. / Уотсон

			Дж. и др. - Molecular Biology of the Gene (7th ed.) / Молекулярная биология гена (7-е изд.) [2013, PDF, ENG]
2	6	Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей. Стратегия и тактика секвенирования больших геномов	1. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г. 2. Лукашов, В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 256с.
3	6	Полиморфизм геномов как основа геномной дактилоскопии. ДНК-диагностика и генотипирование	1. Кребс, Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину. — М. Лаборатория знаний, 2021. — 922 с.
4	6	Генетическая инженерия как инструмент изучения и изменения генов и геномов. Основы безопасности работы с рекомбинантными ДНК	1. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2004 г. 2. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г. 3. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. М.: Наука. 2000 - 830 с.
5	6	Создание и экспрессия генов в трансгенных животных	1. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во,

			<p>2004 г. 2. Патрушев, Л.И. Искусственные генетические системы. Том1: Генная и белковая инженерия. – М.: Наука, 2004. - 530 с. 3. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г.</p>
6	6	Генетическая инженерия растений	<p>1. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2004 г. 2. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г. 3. Патрушев, Л.И. Искусственные генетические системы. Том1: Генная и белковая инженерия. – М.: Наука, 2004. - 530 с.</p>

Текущий контроль (промежуточный) проводится на 7 и 14 неделе в форме контрольной работы с оценкой по пятибалльной системе. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Примеры контрольных вопросов:

1. Виды хроматографии, используемые при очистке белков.
2. Способы получения кристаллов белковых молекул.

3. Схема и принцип полимеразной цепной реакции.
4. Виды и функциональное значение постраницной модификации белков.
5. Уровни структурной организации белка.
6. Отличие молекул РНК и ДНК.
7. Сравнение промотора прокариот и эукариот.

Для получения положительной оценки и для выполнения задания по самостоятельной работе аспиранту необходимо подготовить реферат по представленным или подобным темам объемом 15 – 20 страниц. Реферат должен быть написан самостоятельно и построен по типу статьи: краткая аннотация: 4 – 5 строк, введение (цели, задачи обзора, объект рассмотрения), основная часть (описание объекта или способа), заключение, литература. Обязательно предоставляется информация (ссылки на статьи и патенты) об авторах, институтах, лабораториях, которые разрабатывали представленную тематику. Перспективы и прогноз дальнейших исследований. Возможное применение данных разработок. Можно предоставить данные по фирмам и рекламную литературу по их деятельности, которые занимаются данными разработками.

Примеры тем предлагаемых рефератов:

1. Методы анализа геномов.
2. Экспрессия генов в трансгенных животных.
3. Основы безопасности работы с рекомбинантными ДНК.
4. Молекулярные основы генотерапии.

Итоговый контроль – экзамен (КЭ).

Примеры вопросов к экзамену:

1. Структура и функции молекулы ДНК.
3. Структура и функции молекулы белка.
4. Этапы получения рекомбинантных белков.
5. ДНК-зависимые ферменты, используемые в генной инженерии.
6. Электрофорез ДНК и белков.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

I. Основная литература:

1. Ковальчук, М.В. Идеология природоподобных технологий / Михаил Ковальчук; Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». – Москва: Физматлит, 2021. – 336 с. – ISBN 978-5-9221-1931-3.
2. Степанов, В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков: учеб. для обучающихся по направлению и специальности "Биология" / В. М. Степанов; под ред. А. С. Спирина. - 3-е изд. - М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2005 (ППП Тип. Наука). - 334, [1] с. – ISBN 5-02-035320-5.
3. Сингер, М. Гены и геномы [Текст]:[руководство]: в 2 т. / М.Сингер, П. Берг; пер. с англ. Т. С. Ильиной, М. Ю. Романовой под ред. Н.К. Янковского.- Москва: Мир, Т. 2. - 1998. - 391 с. – ISBN5-03-002850-1.
4. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия [Текст]: учеб.-справ.пособие / С. Н. Щелкунов. - 4-е изд., стер. - Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2010. – 514 с.
5. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. – М.: Издательский центр «Академия», 2011 г. 495 с. – ISBN 978-5-7695-6668-4.
6. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию (от клеток к атомам). – М.: Мир, 2002 г. – Текст: электронный. DOI отсутствует. – URL: <http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/pic-sternberg/all.pdf> (дата обращения 25.09.2022).
7. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд. 4-е. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006 г.
8. Клаг, У., Каммингс М. Основы генетики. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021 г.
9. Тюкавкина, Н., Зурабян С., Бауков Ю. Биоорганическая химия. Учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020 г.

10. Кольман, Я., Рём К.Г. Наглядная биохимия. – М.: Лаборатория знаний. 2021 г.

11. Леск, А. Введение в биоинформатику. / под ред. А.А. Миронова, В.К. Швядаса. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

12. Соколова, О.С. и др. Современные методы изучения структуры и функций ионных каналов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020 г.

13. Эйткен, Э. и др. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. / под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021 г.

14. Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике: структура, функция, динамика: учебное пособие в 2 т. – М.: КДУ, 2010.

15. Ворошилов Ю.В., Павлишин В.И. Основы кристаллографии и кристаллохимии. Рентгенография кристаллов: Учебник. – К.: КНТ, 2011.

16. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину (пер. 10-го англ. изд. — 4-е изд.) — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 922 с.

17. Патрушев Л. И. Экспрессия генов. — М.: Наука, 2000. — ISBN 5-02-001890-2.

18. Watson J. et al. / Уотсон Дж. и др. - Molecular Biology of the Gene (7th ed.) / Молекулярная биология гена (7-е изд.) [2013, PDF, ENG].

II. Дополнительная литература:

1. Свердлов, Е. Д. Взгляд на жизнь через окно генома: в 3 томах; Российская акад. наук, Ин-т молекулярной генетики. - Москва: Наука, 2009; ISBN 978-5-02-034325-2

2. А. В. Финкельштейн, О. Б. Птицын; Физика белка. Российская акад. наук, Ин-т белка РАН, Москва: КДУ, 2005.

3. Финкельштейн, А.В., Птицын, О.Б. Физика белка. Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами. 4-е дополненное издание. Гл. 7, 10, 13, 18–21. М.: Книжный Дом « Университет», 2012.

4. Албертс, Б., Брей Д. и др. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний, 2018.

5. Кребс, Д., К. Стивен, Г.Эллиот. Гены по Льюину. М.: Издательство Лаборатория знаний, 2022.

6. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Том1: Генная и белковая инженерия. – М.: Наука, 2004. - 530 с.

7. Панчин, А. Ю. Сумма биотехнологии: руководство по борьбе с мифами о генетической модификации растений, животных и людей. — М.: АСТ, Corpus, 2016. — 428 с. — 4000 экз. — ISBN 978-5-17-093602-1.

8. Крейг, Вентер. Жизнь на скорости света. От двойной спирали к рождению цифровой биологии. Издательство АСТ, 2018.

III. Доступ к электронным библиотекам:

1. Фонд знаний «Ломоносов»: [сайт]. URL: <http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:01270:article> (дата обращения: 28.06.2022).

2. Электронная библиотека Платонанет: [сайт]. – URL: https://platona.net/load/knigi_po_filosofii/2 (дата обращения: 28.06.2022).

3. Онлайн-каталог DOAJ: [сайт]. – URL: <https://doaj.org/> (дата обращения: 28.06.2022).

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [сайт]. – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.07.2022).

5. Сервер документов ЦЕРН: [сайт]. – URL: <https://cds.cern.ch/> (дата обращения: 30.07.2022).

6. Открытый доступ к журналам по физике и астрономии Physics related free-access Journals: [сайт]. – URL: <https://www.elsevier.com/physical-sciences-and-engineering/physics-and-astronomy/journals/open-access-in-physics-journals> (дата обращения: 30.07.2022).

7. Большая научная библиотека: [сайт]. – URL: <http://www.scilib.net/> (дата обращения: 12.08.2022).

8. Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов: [сайт]. – URL: <https://www.dissercat.com/> (дата обращения: 12.08.2022).

9. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета: [сайт]. – URL: <http://lib.mexmat.ru/index.php> (дата обращения: 12.08.2022).

10. Электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований: [сайт]. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> (дата обращения: 12.08.2022).

11. Вестник РФФИ: [сайт]. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/bulletin> (дата обращения: 30.08.2022).

12. Книги, изданные при поддержке РФФИ: [сайт]. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books> (дата обращения: 30.08.2022).

V. Доступ к журналам и базам публикаций различных научных издательств:

1. Электронный доступ к коллекции из 15 журналов базы данных компании Американского физического общества (APS). База данных APS содержит журналы по ядерной физике, физике высоких энергий, астрофизике, математической физике, механике и др.: [сайт]. – URL: <https://www.aps.org/> (дата обращения: 12.09.2022).

2. Электронный доступ к коллекции из 17 журналов базы данных компании AIP Publishing LLC (AIP). Тематические рубрики изданий включают основные разделы физики и смежных областей знания: [сайт]. – URL: <https://www.aip.org/> (дата обращения: 12.09.2022).

3. Электронный доступ и использование баз данных журналов компании IOP PUBLISHING LIMITED: База данных журнала Nuclear Fusion: [сайт]. – URL: <https://www.iop.org/> (дата обращения: 12.09.2022).

4. Электронный доступ к журналам и книгам издательства Elsevier на платформе ScienceDirect. Коллекция журналов Complete Freedom Collection: [сайт]. – URL: <http://info.sciencedirect.com/techsupport/journals/freedomcoll.htm> (дата обращения: 12.09.2022).

5. Электронный доступ к журналам, книгам и базам данных издательства Springer_Nature: [сайт]. – URL: <https://www.springernature.com/gp> (дата обращения: 12.09.2022).

6. Электронный доступ к базе данных Cambridge Crystallographic Data Centre. База данных Кембриджского центра структурных данных CSD-Enterprise содержит данные о строении кристаллических органических и элементарноорганических соединений (800 000 структур, онлайн и оффлайн версии), комплекс программ для работы с ними для биологов, химиков и кристаллографов: [сайт]. – URL: <https://www.ccdc.cam.ac.uk/> (дата обращения: 12.09.2022).

VI. Электронный доступ к следующим изданиям:

1. Web of Science (авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных: [сайт]. – URL: <https://webofknowledge.com/> (дата обращения: 12.09.2022).

2. Scopus (мультидисциплинарная библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях): [сайт]. – URL: <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic> (дата обращения: 12.09.2022).

3. Коллекция журналов Wiley (более 1600 изданий) с глубиной архива с 1997 г. по текущий момент: [сайт]. – URL: <https://www.wiley.com/> (дата обращения: 25.09.2022).

4. Science (один из самых авторитетных научных журналов Американской ассоциации содействия развитию науки): [сайт]. – URL: <https://www.science.org/> (дата обращения: 17.09.2022).

5. Institute of Physics (охватывает три направления области физики: образование, исследования и разработки): [сайт]. – URL: <https://www.iop.org/> (дата обращения: 15.08.2022).

6. Электронный доступ к архивам научных журналов: Annual Reviews: [сайт]. – URL: <https://www.annualreviews.org/> (дата обращения: 12.09.2022).
7. Cambridge University Press: [сайт]. – URL: <https://www.cambridge.org/core> (дата обращения: 21.06.2022).
8. Nature: [сайт]. – URL: <https://www.nature.com/> (дата обращения: 13.08.2022).
9. Oxford University Press: [сайт]. – URL: <https://global.oup.com/?cc=ru> (дата обращения: 12.09.2022).
10. SAGE Publications: [сайт]. – URL: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/home> (дата обращения: 03.09.2022).
11. Science Magazine: [сайт]. – URL: <https://www.science.org/> (дата обращения: 14.09.2022).
12. Springer Journals Archiv с 1832 - 1996 гг.: [сайт]. – URL: <https://link.springer.com/> (дата обращения: 22.08.2022).
13. Taylor&Francis: [сайт]. – URL: <https://taylorandfrancis.com/> (дата обращения: 12.09.2022).
14. Wiley: [сайт]. – URL: <https://www.wiley.com/> (дата обращения: 12.09.2022).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. При освоении дисциплины необходимы стандартная учебная аудитория с доской, ноутбук, мультимедийный проектор, экран. Аспирантам должен быть обеспечен доступ к сети Интернет и свободный доступ к библиотеке периодических изданий по предмету (в том числе и к электронным изданиям).
2. Лекции проводятся в стандартной аудитории, оснащенной в соответствии с требованиями преподавания теоретических дисциплин.
3. Практические занятия проводятся в лабораториях Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий, Курчатовского комплекса

генетических исследований, Института молекулярной генетики-НИЦ
«Курчатовский институт».