

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета
ФИЦ Биотехнологии РАН
Протокол № 5 от 05.10.2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор
ФИЦ Биотехнологии РАН
д.б.н.

А.Н. Федоров



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Москва

2020 г.

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Цели дисциплины

— подготовка специалистов высшей квалификации для фундаментальной и прикладной науки в области молекулярной биологии, биотехнологии и геномики, обладающих современными теоретическими знаниями и экспериментальной подготовкой, способных формулировать научные и прикладные задачи и предлагать подходы для их решения, формирование профессиональных компетенций, освоение знаний об основных закономерностях молекулярных механизмов клетки, об общих подходах к изучению молекулярных основ физиологических и патологических процессов.

1.2. Задачи дисциплины

- ознакомить слушателей с современным состоянием современной молекулярной биологии и тенденциях развития в XXI веке;
- сформировать у аспирантов представления о структуре и функциях нуклеиновых кислот и белков; об основных молекулярных клеточных механизмах;
- сформировать представления о развитии аналитических и других исследовательских технологий, используемых в современной молекулярной биологии;
- сформировать у аспирантов навыков научно-исследовательской работы;
- сформировать у аспирантов комплексный подход в теоретическом и методическом освоении исследуемой тематики;
- сформировать критический подход в оценке собственных результатов и их места в общемировых достижениях по данной проблеме;

2. Место дисциплины в структуре ООП

Актуальные вопросы молекулярной биологии является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана основной образовательной программы.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

Универсальные компетенции

- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

Общепрофессиональные компетенции

- Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

Профессиональные компетенции

- Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) (ПК-1);
- Обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);
- Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3);
- Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

31(УК-1)	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
31(УК-2)	методы научно- исследовательской деятельности
31(УК-3)	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
32(УК-4)	стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
31(УК-5)	содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда
31(ОПК- 1)	основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения
32(ОПК- 1)	основные источники и методы поиска научной информации
31(ОПК-2)	нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание образовательного процесса
31 (ПК-1)	современное состояние науки в области: (молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, микробиологии, биоинформатики)
32(ПК-1)	порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий
33(ПК-2)	методы поиска необходимой информации
32(ПК-3)	базовые принципы и основные приемы молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, бионанотехнологии, математической биологии, биоинформатики, микробиологии;
31(ПК-5)	современное состояние науки в области биологических наук

уметь:

У1(УК-1)	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
У2(УК-1)	при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
У1(УК-2)	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
У1(УК-3)	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
У1(УК-4)	следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках
У1(УК-5)	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных

	особенностей.
У1(ОПК-1)	находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности
У2(ОПК-1)	обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики
У3(ОПК-1)	анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований
У4(ОПК-1)	собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа
У2(ОПК-2)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук
У1 (ПК-1)	самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку
У-1(ПК-2)	использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации
У-2(ПК-2)	анализировать и систематизировать полученную информацию
У1(ПК-3)	проводить обработку результатов исследований
У1(ПК-5)	преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины
У2(ПК-5)	разрабатывать научно- методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

владеть:

В1(УК-1)	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
В2 (УК-1)	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
В1(УК-2)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития
В2(УК-2)	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
В1(УК-3)	навыками анализа основных мировоззренческих методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научнообразовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах
В4(УК-3)	различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
В2(УК-4)	навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
В1(УК-5)	приемами и технологиями целеполагания, реализации целей и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
В2(УК- 5)	способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.
В1(ОПК-1)	современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии

В2(ОПК-2)	методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)
В2 (ПК-1)	методами и приемами экспериментальных исследований в области (молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, биоинформатике, микробиологии)
В1(ПК-2)	методами работы с основными базами данных биологической информации
В1(ПК-3)	навыками использования биологических Интернет-ресурсов
В1(ПК-5)	умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

3. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Всего часов	Аудиторные занятия (час):	Самостоятельная работа	Всего зачетных единиц
144	36	108	4

4. Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы

№ п/п	Наименование тем и разделов (с развернутым содержанием курса по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час), в том числе:
1	Этапы развития и становления молекулярной биологии как науки. Структура и свойства нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Различия структур и свойств РНК и ДНК. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двухцепочечные нуклеиновые кислоты. Пары оснований, полярность и комплементарность цепей. Конформационные характеристики и взаимные переходы. Одноцепочечные нуклеиновые кислоты. сходство и отличия конформационных свойств РНК и ДНК. Представление о вторичной и третичной структуре тРНК и высокомолекулярных РНК.	6
2	Первичная структура белков. Аминокислоты. Номенклатура, строение и свойства. Природа пептидной связи. Пространственная структура белков. Основные типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Вторичная структура пептидов и белков. Понятие о доменах. Третичная и четвертичная структура белков. Денатурация и ренатурация. Биологическая роль белков.	4
3	Развитие представлений о ДНК как носителе и источнике генетической информации. Репликация ДНК. Матричный синтез ДНК. ДНК-полимеразы. Точность синтеза ДНК и механизм коррекции. Белки репликации. Репарация ДНК. Основные принципы различных реакций репарации. SOS-	6

	репарация. Ферменты репарации. Рекомбинация. Гомологичная и сайт-специфическая рекомбинация.	
4	Строение генов про- и эукариот. Транскрипция. Структура РНК-полимераз прокариот и эукариот. Цикл транскрипции. Инициация, элонгация и терминация синтеза РНК. Регуляция транскрипции у про- и эукариот Процессинг первичных транскриптов.	8
5	Структура рибосомы и биосинтез белка. Общая схема биосинтеза белка. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Стадии трансляции: инициация, элонгация, терминация. Факторы инициации, элонгации и терминации у эу- и прокариот. Регуляция трансляции.	6
6	Геномика как новое направление молекулярных исследований в постгеномную эру. Структурная, функциональная и сравнительная геномика. Исследование структурно-функциональной организации генома. Особенности строения генома прокариот и эукариот. Пластидный и митохондриальные геномы. Молекулярные методы анализа геномов.	6
	Всего	36

5. Содержание курса

Тема 1

Этапы развития и становления молекулярной биологии как науки, изучающей естествознание на молекулярном уровне. Задачи молекулярной биологии и влияние достижений молекулярной биологии на фундаментальную биологию, медицину и биотехнологию. Структура и свойства нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеозиды: β -гликозидная связь и факторы, влияющие на ее устойчивость. Нуклеотиды: фосфатный остаток и его положение. Различные типы нуклеотидов. Межнуклеотидные связи. Схема полинуклеотидной цепи и ее полярность. Различие структур и свойств РНК и ДНК. Химическая неравноценность 3'- и 5'- концевых групп. Химические и ферментативные методы деградации нуклеиновых кислот. Определение последовательности РНК. Блочный принцип определения последовательности полинуклеотидов. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двухцепочечные нуклеиновые кислоты. Пары оснований, полярность и комплементарность цепей. Двойная спираль ДНК Уотсона и Крика. Регулярность структуры и кооперативность. Различные формы двухцепочечных молекул, их конформационные характеристики и взаимные переходы. Денатурация и ренатурация двойных спиралей. Одноцепочечные нуклеиновые кислоты. сходство и отличия

конформационных свойств РНК и ДНК. Представление о вторичной и третичной структуре тРНК и высокомолекулярных РНК.

Тема 2

Первичная структура белков. Аминокислоты. Номенклатура, строение и свойства. Природа пептидной связи. Пространственная структура белков. Основные типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Вторичная структура пептидов и белков. Понятие о доменах. Третичная и четвертичная структура белков. Денатурация и ренатурация. Биологическая роль белков. Ферменты. Классификация. Представление о биокатализе. Принципы ферментативной кинетики. Регуляция ферментативной активности. Аллостерическая регуляция активности. Изоферменты. Полиферментные комплексы. Защитные белки крови - иммуноглобулины. Антигены тканевой совместимости. Система комплемента. Медиаторы иммунного ответа: интерфероны, цитокинины. Белки - гормоны: инсулин, гормоны роста. Транспортные белки: АТФазы. Структурные белки: белки мышц и соединительных тканей. Актинмиозиновый комплекс: тропонины. Рецепторные белки. Зрительный родопсин. Ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран. Белки токсины микробного и растительного происхождения.

Тема 3

Развитие представлений о ДНК как носителе и источнике генетической информации. Репликация ДНК. Матричный синтез ДНК. ДНК-полимеразы. Точность синтеза ДНК и механизм коррекции. Основные принципы репликации. Инициация цепей ДНК. ДНК-праймаза. Расплетание двойной спирали ДНК. Репликационная вилка. Точки начала репликации. ДНК-хеликазы и дестабилизирующие белки. ДНК-топоизомеразы. Прерывистый синтез ДНК. Фрагменты Оказаки. Инициаторные белки. Кооперативность действия белков репликационной вилки. Репарация ДНК. Основные принципы различных реакций репарации. Фотореактивация и другие виды «прямой»репарации. Фотолиаза. Репарация Об-алкилированного гуанина и О4-алкилтимина. Метилтрансфераза. Репарация однонитевых разрывов ДНК. Репарация АП-сайтов. Инсертазы. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований («мисмэтчей»). Пострепликативная и рекомбинационная репарация. SOS-репарация. Ферменты репарации. Роль процессов репарации в эволюции. Рекомбинация. Гомологичная рекомбинация. (Общая рекомбинация). Типы

генетической рекомбинации у бактерий и фагов. Сайт-специфическая рекомбинация.

Тема 4

Транскрипция. Транскриптон - единица транскрипции. Структура РНК-полимераз прокариот и эукариот. Цикл транскрипции. Инициация, элонгация и терминация синтеза РНК. Антибиотики - ингибиторы транскрипции. Регуляция транскрипции у бактерий. Схема оперона Жакоба-Манно. Индукция и репрессия синтеза ферментов. Репрессор. Эффекторы. Оператор. Катаболитная репрессия. Циклическая АМР и белок-репрессор цАМР. Регуляция синтеза рибосомных РНК и белков. Факторы терминации транскрипции.

Процессинг первичных транскриптов. Процессинг у прокариот. Процессинг у эукариот. Интроны и экзоны. Сплайсинг. Процессинг предшественников тРНК у про- и эукариот. Рибозимы. Процессинг РНК, синтезируемой с помощью РНК-полимеразы II у эукариот. Модификация 5'-конца РНК и сплайсинг. Кэп-сайт. Процессинг 3'-конца транскрипта. Полиаденилирование.

Тема 5

Структура рибосомы. Морфология рибосомы. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Виды рибосомных РНК. Структурные домены и компактная самоукладка молекулы РНК. Рибосомные белки. Структурные превращения рибосом. Функциональные активности и функциональные участки рибосомы. Рабочий цикл рибосомы. Функции связывания.

Структура тРНК, антикодон, реакция аминокислотирования. Экспрессия в клетках и процессинг тРНК. Аминоацил тРНК синтетазы. Взаимодействие тРНК с аминокислот тРНК синтетазами, селективность взаимодействия. Узнавание аминокислот аминокислот тРНК синтетазой. Узнавание матричной РНК (m РНК) аминокислот тРНК синтетазой. Экспериментальное определение детерминантов аминокислот тРНК синтетазы на молекуле m РНК, супрессия, аминокислотная специфичность при супрессии, m-РНК, количество m-РНК и скорость ее распада. Сложность и многоступенчатость инициации элонгации. Инициаторные m-РНК, особенности их структуры, участки m-РНК, взаимодействующие с рибосомой при инициации. Инициация и факторы инициации у эукариот. Реакция транспептидации, селекция транспептидации, реальная точность трансляции. Транслокация, факторы транслокации. Скорость элонгации. Энергетика элонгации, Элонгация у эукариот. Сигналы терминации, факторы терминации. Терминация и

супрессия, терминация рибосомами.

Неоднозначность генетического кода, общие сведения, изменения значения кодона, приводящие к нестандартному прочтению кодонов, квазиоднозначность, сдвиг рамки считывания.

Тема 6

Геномика как новое направление молекулярных исследований в постгеномную эру. Структурная, функциональная и сравнительная геномика. Исследование структурно-функциональной организации генома. Особенности строения генома прокариот и эукариот. Уникальные и повторяющиеся последовательности. Представленность различных типов последовательностей в геномах Семейства генов и псевдогены, дивергенция генных семейств. Типы повторяющихся последовательностей генома. Мобильные элементы. Мини- и микросателлитные последовательности. Роль мобильных элементов и повторяющихся последовательностей в эволюции генов и геномов. Пластидный и митохондриальные геномы. Особенности строения. Сравнительная характеристика геномов бактерий, архей и эукариот. Методы анализа генома. Типы маркеров. Методы секвенирования геномов. Методы ферментативного и химического секвенирования. Секвенирование и микроматрицы ДНК. Современные технологии секвенирования ДНК. Ресеквенирование и de novo секвенирование. Отдельные приложения секвенирования: секвенирование микробиомы, транскриптомы, иммуномы. Основные информационные технологии сборки геномов и аннотация геномов. Алгоритмы сборки геномных последовательностей. Микроматрицы ДНК. Интегративная геномика. Основные геномные проекты.

6. Самостоятельная работа

В процессе освоения дисциплины предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса с целью подготовки к устному опросу по теме.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К. и др. Основы молекулярной биологии клетки; пер. с англ. — 2-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 768 с. : ил.
2. Кассимерис Л. [и др.] Клетки по Льюину; пер. 2-го англ. изд. — М. : Лаборатория знаний, 2016.— 1056 с. : цв. ил.

3. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису; пер. 10-го англ. изд. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 919 с. : цв. ил.
4. Ребриков Д.В. [и др.] ПЦР в реальном времени; под ред. д. б. н. Д. В. Ребрикова. — 7-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. — 232 с.: ил.
5. Ребриков Д.В. [и др.] NGS: высокопроизводительное секвенирование; под общей редакцией Д. В. Ребрикова. — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 232 с.: ил.

7.2. Дополнительная литература

1. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 1; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
2. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 2; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
3. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 3; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
4. Джералд М. Великая биология. От происхождения жизни до эпигенетики. 250 основных вех в истории биологии; пер. с англ. А. А. Синюшина.—М. : Лаборатория знаний, 2018.—540 с. : ил.
5. Лоуи Д.Б. Великая химия. От греческого огня до графена. 250 основных вех в истории химии; пер. с англ. А. Л. Капанадзе.—М. : Лаборатория знаний, 2018.—540 с. : ил.
6. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия; пер. с нем. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 325 с.: ил.
7. Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин: упакованный геном — 3-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 172 с. : ил., [16] с. цв. вкл.
8. Фрешни Р.Я. Культура животных клеток : практическое руководство; пер. 5-го англ. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 691 с. : ил., [24] с. цв. вкл.

7.3. Электронные ресурсы

1. <http://www.benran.ru/> - Библиотека по естественным наукам Российской академии наук
2. <https://apps.webofknowledge.com/> - Научно-библиографическая база данных Web of Science.
3. <http://www.scopus.com/> - Научно-библиографическая база данных

Scopus.

4. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека НЭБ.
5. <http://www.rsl.ru/> - Электронная библиотека РГБ.
6. <http://www.diss.rsl.ru/> - Электронная библиотека диссертаций РГБ.
7. <http://www.sciencedirect.com/> - Журналы издательства Elsevier.
8. <http://link.springer.com/> - Журналы издательства Springer.
 - a) <http://www.springerprotocols.com> - SpringerProtocols
 - b) <http://www.springermaterials.com> - SpringerMaterials
 - c) <http://www.springerimages.com> - SpringerImages
 - d) <http://www.zentralblatt-math.org/zbmath/en> - Zentralblatt MATH
9. <http://link.springer.com/> - Архивные материалы на платформе Springer.
 - a) Журналы (Journals) 1832-1996 и 2002-2011 гг.
 - b) Журналы (Journals) 1997-2001 гг.
 - c) Книги (Books) 2005-2010 гг., включая книжные серии и справочники.
 - d) Книжные серии (Book Series) 1902-1996 гг.
 - e) Книжные серии (Book Series) 2005-2010 гг.
 - f) Электронные справочники (E-References) 2005-2010 гг.
10. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1364-548X&date=1996> - Chemical Communications (Cambridge)
11. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1460-4744&date=1972> - Chemical Society Reviews
12. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1477-9234&date=2003> - Dalton Transactions
13. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1364-5501&date=1991> - Journal of Materials Chemistry
14. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7496&date=2012> - Journal of Materials Chemistry A
15. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7518&date=2013> - Journal of Materials Chemistry B
16. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7534&date=2013> - Journal of Materials Chemistry C
17. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1463-9084&date=1999> - Physical Chemistry Chemical Physics
18. <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/ob#!recentarticles&all> - Organic & Biomolecular Chemistry
19. <http://journals.cambridge.org/> - Журналы издательства Cambridge University Press.
20. <http://www.oxfordjournals.org/en/> - Журналы издательства Oxford University Press.

21. <http://onlinelibrary.wiley.com/> - Журналы издательства Wiley.
22. <http://pubs.acs.org/> - American Chemical Society.
23. <http://www.nature.com/> - Журнал «Nature» (и другие журналы группы Nature).
24. www.sciencemag.org - Журнал «Science».
25. <http://www.fips.ru/> — Патентная база данных РФ (РОСПАТЕНТ).
26. <http://www.uspto.gov/> - Патентная база данных США (USPATFULL).
27. <http://arxiv.org> - arXiv.org/ - международный архив электронных научных статей.
28. <http://www.ccdc.cam.ac.uk/> - Кэмбриджская база структурных данных органических и металлоорганических соединений

7.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Office Professional
2. Project Professional
3. Visio Professional
4. Windows
5. Exchange Server Standard CAL - Device CAL

8. Составители программы:

д.б.н., профессор Е.З. Кочиева