

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета

ФИЦ Биотехнологии РАН

Протокол № 5 от 05.10.2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФИЦ Биотехнологии РАН



А.Н. Федоров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ БИОХИМИИ**

**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**

— становление аспиранта как профессионального ученого, формирование у аспирантов профессиональных компетенций, освоение углубленных знаний по базовым направлениям современной биохимии, таким как проблемы энзимологии, биоэнергетики и фотобиохимии, расширение представлений о состоянии и перспективах исследований по ряду актуальных специализированных проблем биохимии, таких как механохимия сократительных белков, а также организация и функции неядерных геномов эукариот.

### **1.2. Задачи дисциплины**

- ознакомить слушателей с современным состоянием и перспективами развития базовой биохимической дисциплины – исследованием молекулярной структуры и функции ферментов;
- сформировать представления о структуре и функции молекулярном механизме, энергетике и регуляции механохимического процесса в сократительных белках;
- сформировать у аспирантов целостное представление о современном состоянии биохимии углеводов;
- ознакомить аспирантов с состоянием и перспективами молекулярных исследований энергопреобразующих систем клетки;
- углубить представления аспирантов о физико-химических основах взаимодействия света с биомолекулами, расширить знание о механизмах фотоэнергетических, фотоинформационных и фотодеструктивных процессов;
- ознакомить аспирантов с современным состоянием исследования неядерных геномов эукариот и эволюционным значением этих исследований;

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Избранные главы биохимии 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);

— Владение 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:**

<b>31(УК-1)</b>	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
<b>31(УК-2)</b>	методы научно- исследовательской деятельности
<b>31(УК-3)</b>	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
<b>32(УК-4)</b>	стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
<b>31(УК-5)</b>	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
<b>31(ОПК-1)</b>	основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения
<b>32(ОПК-1)</b>	основные источники и методы поиска научной информации
<b>31(ОПК-2)</b>	нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание образовательного процесса
<b>31(ПК-1)</b>	современное состояние науки в области: (молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, микробиологии, биоинформатики)
<b>32(ПК-1)</b>	порядок организации, планирования и проведения научно- исследовательской работы с использованием современных научно- исследовательских, образовательных и информационных технологий
<b>33(ПК-2)</b>	методы поиска необходимой информации
<b>32(ПК-3)</b>	базовые принципы и основные приемы молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, бионанотехнологии, математической биологии, биоинформатики, микробиологии;
<b>31(ПК-5)</b>	современное состояние науки в области биологических наук

**уметь:**

<b>У1(УК-1)</b>	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
<b>У2(УК-1)</b>	при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
<b>У1(УК-2)</b>	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
<b>У1(УК-3)</b>	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
<b>У1(УК-4)</b>	следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках
<b>У1(УК-5)</b>	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.
<b>У1(ОПК-1)</b>	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)
<b>В1(ПК-2)</b>	методами работы с основными базами данных биологической информации
<b>В1(ПК-3)</b>	навыками использования биологических Интернет-ресурсов
<b>В1(ПК-5)</b>	умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

### Объем дисциплины и виды учебной работы:

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

### 3. 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	Из истории научных направлений Института биохимии им. А.Н. Баха	2
2	Биохимия углеводов	4
3	Неядерные геномы эукариот	2
4	Основы фотобиохимии	6
5	Введение в метаболическую инженерию	4
6	Принципы инженерии в биологии	4
7	Молекулярно-биологические аспекты прионов	2
8	Молекулярное моделирование биохимических процессов	2
9	Биохимия липидов и липидомика	2
10	Биологическая подвижность (актомиозиновые системы)	2
11	Современная биоэнергетика	4
12	Проблемы энзимологии	2
	Всего	36

### 4. Содержание курса

Становление отечественной биохимии, развитие научных направлений в Институте биохимии им. А.Н. Баха

Институт биохимии имени А.Н. Баха (ИНБИ) стал первым биохимическим институтом Академии наук нашей страны, он был создан решением Общего собрания Академии от 18 декабря 1934 года и с начала 1935 года начал свою работу. Основателями ИНБИ стали выдающиеся



отечественные ученые академики Алексей Николаевич Бах и Александр Иванович Опарин. Создание ИНБИ явилось закономерным результатом развития исследований, проводимых в этой области науки в нашей стране. Объединение ведущих ученых в одном институте позволило вывести на новый более высокий уровень исследования химических процессов жизнедеятельности. Главной задачей нового института являлось познание разнообразных химических процессов, совокупность которых составляет качественную особенность жизни — биологический обмен веществ, а также исследование проблемы происхождения и эволюции жизни на Земле. Большое внимание уделялось использованию полученных фундаментальных исследований в практике: в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности и различных направлениях биотехнологии и экологии.

### Современная биоэнергетика

Гликолиз. Вклады О. Мейергофа, Г. Эмбдена, Я. Парнаса в открытие и изучение гликолиза. Последовательность реакций, регуляция. Патологии, связанные с нарушением гликолиза. История открытия окислительного фосфорилирования. Канонические (энергосажающие) и неканонические функции митохондрий (участие в общем клеточном обмене, проведении клеточного сигнала, апоптозе). Структура и функция митохондрий и каждого компартмента в отдельности. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Биогенез митохондрий. Перенос электронов в дыхательной цепи, структура дыхательных комплексов и АТФ-синтазы, сопряжение окисления и фосфорилирования. “Митохондриальные” болезни.

### Проблемы энзимологии

История открытия и изучения ферментов, выяснения их химической природы, механизмов функционирования.

Особенности ферментов как биологических катализаторов. Номенклатура ферментов; принципы разделения на классы, подклассы и подподклассы; примеры. Активный центр фермента; взаимодействие фермента с субстратом; фермент-субстратный комплекс. Коферменты; витамины как предшественники коферментов; «нетипичные» коферменты. Основы ферментативной кинетики; методы расчета; ингибиторы. Специфичность действия ферментов. Цепочки ферментативных реакций; мультиферментные комплексы. Ферментативная активность «неферментных» белков. Соотношение ферментативных и неферментативных реакций в метаболизме. Исследования по энзимологии, отмеченные Нобелевскими премиями. Нерешенные вопросы энзимологии.

## Основы фотобиохимии

Природа света. Что такое фотон? Понятие о корпускулярно-волновом дуализме света. Принцип Дебройля. Скорость света.

Шкала электромагнитных волн, единицы измерений, частота, терагерцы. Длительность одного периода колебаний. Модель атома Бора – Резерфорда. Принцип Гейзенберга и уравнение Шредингера. Атомные орбитали – s, p, d. Квантовые числа. Молекулярные орбитали сигма и пи. Механизм взаимодействия света с веществом – пропускание, релеевское рассеяние, рамановское рассеяние, поглощение. Возбужденные состояния молекул, синглетные и триплетные. Колебательные подуровни, вращательные подуровни. Закон Ламберта Бера. Молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Момент перехода, сила осциллятора. Диаграмма Яблонского – флуоресценция и фосфоресценция. Закон Левшина, Правило Каши, закон Вавилова, правило Стокса. Принцип Франка-Кондона. Законы фотохимии. Фотоника и химическое строение биологических хромофоров (порфирины, хлорофиллы, каротиноиды, билины, флавины, флавоноиды, аминокислоты, кислород). Фотоника синглетного кислорода. Фотобиохимия фотосинтеза. Фотобиохимия зрения. Фотодинамическое действие - фотобиохимические механизмы.

## Внеядерные геномы эукариот

Внеядерные геномы: геномы клеточных органелл – пластид и митохондрий эукариотической клетки. ДНК и структура генома: форма, размеры, копияность и локализация в органеллах. Организация митохондриальной ДНК и ДНК пластид. Редактирование РНК. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции в хлоропластах и митохондриях. Нуклеоиды органелл. Сходство и различия геномов хлоропластов и митохондрий. Полуавтономность клеточных органелл. Происхождение и эволюция клеточных органелл. Теория симбиогенеза. Вклад отечественных ученых в исследование внеядерных геномов.

## Биологическая подвижность (актомиозиновые системы)

Биологическая подвижность и механохимические процессы в организмах. Распространение механохимических процессов в органическом мире. Формирование представлений о молекулярных механизмах мышечного сокращения; вклад отечественных ученых в разработку проблемы. Строение мышечного волокна (миофибриллы, миофиламенты, саркомер). Основные белки сократительного аппарата мышц (миозин, актин). Разнообразие миозинов. Взаимодействие белков в ходе механохимического акта. Энергетика и молекулярная механика сократительного акта; роль АТФ. Молекулярные механизмы регуляции мышечного сокращения; главные регуляторные белки. Цитоскелет и механохимические процессы.

## Биохимия углеводов

Предусматривается детальное ознакомление аспирантов с



биохимическими свойствами, особенностями структуры и биологическими функциями различных классов углеводов – от простых моносахаридов (глюкозы, фруктозы, галактозы) до сложных углеводов высших эукариот (полисахаридов растений, животных и человека), биохимии липидов и липидомики. Лекции освещают вопросы химии углеводов, включая реакции моносахаридов (мутаротация, образование гликозидов, и тд.), характеристику важнейших представителей моно-, ди- и полисахаридов, основные аспекты регуляции обмена углеводов и его нарушения.

### Липиды и липидомика

Липиды как объекты биохимических исследований, классификации липидов, основные представители. Общие представления о метаболизме липидов; полиморфизм ферментов и некоторых других белков, обеспечивающих метаболизм липидов. Липидомика – одна из постгеномных дисциплин, занимающаяся системным изучением липидов клеток организма, и использующая термин «липидом» как совокупность всех липидов, являющихся продуктами обмена веществ в клетке, органе или организме. Биохимические основы некоторых нарушений метаболизма липидов (атеросклероз и ожирение).

Введение в метаболическую инженерию, принципы инженерии в биологии

Метаболическая инженерия – это направленное улучшение процесса биосинтеза практически важного целевого продукта и свойств метаболизма организма как целостной системы путем модификации специфических биохимических реакций и транспорта, их регуляции или создания новых метаболических путей с использованием технологии рекомбинантных ДНК и других молекулярно-биологических и биохимических методов. «Гносеологические корни» и структурные компоненты Биоинженерии. Три этапа развития метаболической инженерии: случайный мутагенез и селекция; прецизионно-направленная метаболическая инженерия; системная метаболическая инженерия

### Молекулярная биология прионов

Прионы - особый класс белков, обладающих свойствами инфекционных патогенов, не содержащих нуклеиновые кислоты. Прионы представляют собой белки с определенными особенностями первичных структур, определяющих способности к формированию таких трегичных структур, которые приводят к образованию растущих внутриклеточных агрегатов. Прионовые агрегаты рассматриваются как непосредственные причины

прионных болезней. Считается, что прионовые заболевания являются одновременно и инфекционными, и наследственными болезнями.

### Молекулярное моделирование биохимических процессов

Молекулярное моделирование – один из способов визуализации строения и функционирования макромолекул, биохимических систем и процессов, в котором используются вычислительные методы для изучения механизмов ферментных реакций, взаимодействий белков с лигандами, фотохимических и других молекулярных событий. При анализе различных молекулярных систем молекулярное моделирование предусматривает построение трехмерных структур изучаемых объектов, определение молекулярной динамики, молекулярного докинга, атомных и межмолекулярных взаимодействий.

### 5. Самостоятельная работа

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

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Основная литература

1. Нельсон Д., Коке М. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 1 : Основы биохимии, строение и катализ ; пер. с англ. — 3-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 694 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).
2. Нельсон Д., Коке М. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 2 : Основы биохимии, строение и катализ : пер. с англ. — 3-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 694 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).
3. Нельсон Д., Коке М. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. Т. 3 : Основы биохимии, строение и катализ ; пер. с англ. — 3-е изд., испр. — М. : Лаборатория знаний, 2017. — 694 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).
4. Шишкин С.С. Клиническая биохимия начала постгеномной эры в биологии человека : учебное пособие / С. С. Шишкин ; под ред. В.О. Попова. - Москва : РУДН, 2016. - 616 с. : ил.
5. Шишкин С.С. Полиморфизм некоторых ферментов и регуляторных белков человека (Биомедицинские аспекты) / С.С. Шишкин. – М.: ВАШ ФОРМАТ, 2021. – 584 с.

### 6.2. Дополнительная 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. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 1; под ред. Р. Сонера ; 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. 2; под ред. Р. Сонера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.

4. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 3; под ред. Р. Сонера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.

5. Штильман М.И. [и др.] Технология полимеров медико-биологического назначения. Полимеры природного происхождения : учебное пособие; под ред. М. И. Штильмана. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 328 с. : ил. — (Учебник для высшей школы).

6. 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.

7. 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.

8. Пиковер К. Великая медицина. От знахарей до роботов-хирургов. 250 основных вех в истории медицины; пер. с англ. Ю. Ю. Поповой. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.—547 с. : ил.

9. Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика; пер. с англ. — М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 551 с.: ил.

10. Смит К. Ю. М. Биология сенсорных систем; Пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 583 с.: ил. — (Интеллектуальные и адаптивные системы).

11. Беляева О.Б. Свегозависимый биосинтез хлорофилла; под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 232 с.: ил.

### 6.3. Электронные ресурсы

1. <http://www.elibrary.ru/> - Библиотека по естественным наукам Российской академии наук

2. <https://www.scopus.com/web-of-science/home> - Научно-библиографическая база данных Web of Science.

3. <http://www.elibrary.ru/> - Научно-библиографическая база данных Scopus.

4. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека НЭБ.

5. <http://www.rsl.ru/> - Электронная библиотека РГБ.
6. <http://www.rsl.ru/> - Электронная библиотека диссертаций РГБ.
7. <http://www.elsevier.com/locate/elsevier> - Журналы издательства Elsevier.
8. <http://link.springer.com> - Журналы издательства Springer.
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. <https://academic.oup.com/journals> - Журналы издательства Oxford University Press.
21. <http://online.library.wiley.com/> - Журналы издательства Wiley.
22. <http://pubs.rsc.org/action/showPublications?display=journals> - American Chemical Society.
23. <http://www.nature.com/> - Журнал «Nature» (и другие журналы группы Nature).



24. [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org) - Журнал «Science».
25. <http://www.ips.ru/> -- Патентная база данных РФ (РОСПАТЕНТ).
26. <http://www.uspto.gov/> - Патентная база данных США (USPATFULL).
27. <http://arxiv.org> - международный архив электронных научных статей.
28. <http://www.ccdc.cam.ac.uk/> - Кэмбриджская база структурных данных органических и металлоорганических соединений
29. <https://www.orbit.com/> - база данных Orbit Premium edition
30. <http://www.andonline.com/action/showPublications?display=byAlphabet> - полнотекстовые коллекции журналов Science & Technology Library и Social Science & Humanities Library

#### 6.4. Лицензионное программное обеспечение

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

#### 7. Составители программы:

д.б.н., профессор Крицкий М.С.