

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета  
ФИЦ Биотехнологии РАН  
Протокол № 4 от 07.06.2023

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора  
ФИЦ Биотехнологии РАН  
д.б.н.



А.Н. Федоров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ БИОХИМИИ»**

**Укрупненная группа научных специальностей:** 1.5. Биологические науки

**Научная специальность:** 1.5.4. Биохимия

**Уровень образования:** высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Современные проблемы и методы биохимии» разработана в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»

### Составители

№	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, звание
1	Крицкий Михаил Сергеевич	д.б.н., профессор
2	Звягильская Рената Александровна	д.б.н., профессор
3	Топунов Алексей Феорович	д.б.н.
4	Красновский Александр Александрович	д.б.н., профессор
5	Юрина Надежда Петровна	д.б.н., профессор
6	Левицкий Дмитрий Иванович	д.б.н., профессор
7	Дерябина Юлия Ивановна	к.б.н., профессор

### Согласовано

Заместитель директора  
по научной работе, к.б.н.



А.М. Камионская

## Содержание

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля).....	4
1.1. Цель изучения дисциплины (модуля).....	4
1.2. Задачи дисциплины (модуля).....	4
2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы.....	4
3. Содержание дисциплины (модуля).....	5
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля).....	6
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	7
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.....	7
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	9
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	12
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля).....	13
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	15

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовка исследователей, владеющих знаниями о базовых направлениях современной биохимии, о методах и перспективах исследований по ряду актуальных специализированных проблем биохимии для решения научных и прикладных задач.

### 1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- ознакомление аспирантов с современным состоянием и перспективами развития базовой биохимической дисциплины – исследованием молекулярной структуры и функции ферментов;
- ознакомление аспирантов с современным состоянием и методами исследования неядерных геномов эукариот и эволюционным значением этих исследований;
- ознакомление аспирантов с состоянием и перспективами молекулярных исследований энергопреобразующих систем клетки;
- формирование представления о структуре и функциях молекулярного механизма, энергетике и регуляции механохимического процесса в сократительных белках;
- формирование у аспирантов целостного представления о современном состоянии биохимии углеводов;
- формирование у аспирантов представления о физико-химических основах взаимодействия света с биомолекулами;
- расширение знаний о механизмах фотоэнергетических, фотоинформационных и фотодеструктивных процессов.

## 2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Виды учебной работы	Всего, час	Объем по семестрам							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контактная работа):</b>	36	-	36	-	-	-	-	-	-
Лекционное занятие (Л)	18	-	18	-	-	-	-	-	-
Семинарское / практическое занятие (СПЗ)	18	-	18	-	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	68	-	68	-	-	-	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	Э	-	4	-	-	-	-	-	-
<b>Общий объем</b>	<b>в часах</b>	108	-	108	-	-	-	-	-
	<b>в зачетных единицах</b>	3	-	3	-	-	-	-	-

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Современная биоэнергетика

Гликолиз. Вклад О.Мейергофа, Г.Эмбдена, Я.Парнаса в открытие и изучение гликолиза. Последовательность реакций, регуляция. Патологии, связанные с нарушением гликолиза. История открытия окислительного фосфорилирования. Канонические (энергоснабжающие) 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.

#### Тема 2. 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.

#### Тема 3. 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.

#### Тема 4. 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. Нуклеотиды 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.

#### **Тема 5. 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.

#### **Тема 6. Биохимия углеводов**

Курс лекций по биохимии углеводов нацелен на 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). 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.

#### **4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование тем и разделов (с развернутым содержанием курса по каждой теме и разделу)	Количество часов					Форма контроля
		Всего	КР	ЛК	СМ	СР	Экзамен
<b>Общий объем</b>		108	36	18	18	68	4
1	Современная биоэнергетика	18	6	3	3	12	Устный опрос
2	Проблемы энзимологии	17	6	3	3	11	Устный опрос
3	Основы фотобиохимии	17	6	3	3	11	Устный опрос
4	Внеядерные геномы эукариот	17	6	3	3	11	Устный опрос
2	Биологическая подвижность (актомиозиновые системы)	17	6	3	3	11	Устный опрос
6	Биохимия углеводов	18	6	3	3	12	Устный опрос

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся является неотъемлемой частью процесса обучения и может быть представлена как средство организации самообразования и воспитания самостоятельности как личностного качества. Самостоятельная работа обучающихся по освоению учебных дисциплин (модулей) предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем дисциплин, определенных рабочими программами. Основными видами и формами самостоятельной работы обучающихся являются:

- проработка конспектов лекций;
- поиск информации по теме;
- аннотирование и реферирование дополнительной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам учебной и научной литературы) и подготовка докладов на практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях, научных конференциях;
- подготовка рефератов;
- самоподготовка по вопросам;
- подготовка к текущему контролю успеваемости / промежуточной аттестации.

При организации самостоятельной работы обучающимся рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине (модулю), текст лекций, а также электронные пособия.

## **6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся**

Текущий контроль успеваемости проводится в соответствии с Порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ФИЦ Биотехнологии РАН.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса и проведения экзамена / дифференцированного зачета.

Устный опрос проводится на лекциях. Цель устного опроса - оценка самостоятельной работы аспирантов по вопросам тем теоретического содержания.

### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену)**

1. Гликолиз, его регуляция.
2. Структура митохондрий.
3. Функции митохондрий.
4. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса).
5. Цепь переноса электронов, характеристика дыхательных комплексов.
6. Структура АТФ-синтазы.
7. Сопряжение окисления и фосфорилирования.
8. Биогенез митохондрий.
9. Особенности ферментов как биологических катализаторов.
10. Номенклатура ферментов. Принципы классификации.
11. Представители отдельных классов ферментов.
12. Константа Михаэлиса, методы расчета.
13. Типы ингибирования, расчет константы ингибирования.

14. Коферменты; примеры коферментов, входящих в ферменты разных классов.
15. Активный центр фермента, фермент-субстратный комплекс.
16. Специфичность действия ферментов, виды специфичности.
17. Мультиферментные комплексы.
18. Неферментативные реакции, роль в метаболизме.
19. Механизмы и количественные аспекты процесса поглощения света веществом.
20. Закон Ламберта-Бэра.
21. Что такое молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность.
22. Флуоресценция и фосфоресценция.
23. Фотохимические реакции; основные механизмы; примеры.
24. Основы фотобиохимии фотосинтеза.
25. Основы фотобиохимии зрения.
26. Фотоника и химическое строение порфиринов.
27. Фотоника и химическое строение хлорофиллов.
28. Фотоника и химическое строение каротиноидов.
29. Фотоника синглетного кислорода.
30. Структура генома пластид.
31. Структура генома митохондрий.
32. Функции ДНК митохондрий.
33. Функции ДНК хлоропластов.
34. Геномика митохондрий.
35. Геномика хлоропластов.
36. Сходство и различия геномов хлоропластов и митохондрий.
37. Полуавтономность клеточных органелл.
38. Теория симбиогенеза.
39. Происхождение и эволюция клеточных органелл.
40. Распространение механохимических процессов в организмах. Различные системы биологической подвижности.
41. Формирование представлений о молекулярных механизмах мышечного сокращения; вклад отечественных ученых в проблему.
42. Строение мышечного волокна. Миофибриллы и миофиламенты. Строение саркомера. Теория «скользящих нитей».
43. Структура и функции основных белков сократительного аппарата мышц. Миозин. Актин.
44. Взаимодействие белков в ходе механохимического акта.
45. Энергетика и молекулярная механика сократительного акта. Роль АТФ в этом процессе.
46. Структура молекулы мышечного миозина. Протеолитические фрагменты молекулы и их свойства.
47. Разнообразие миозинов. Суперсемейство миозинов. Сходство и различия между миозинами разных классов.
48. Регуляция сокращения гладких мышц. Роль легких цепей миозина.
49. Регуляция сокращения скелетных и сердечных мышц. Тропомиозин и тропонин.
50. Цитоскелет и механохимические процессы.
51. Основные свойства углеводов, их характеристика и классификация



52. Биологические функции углеводов.
53. Структура и свойства моносахаридов. Основные представители класса
54. Реакции моносахаридов.
55. Структура и свойства дисахаридов. Основные представители класса.
56. Структура и свойства полисахаридов. Основные представители класса.
57. Растительные полисахариды.
58. Животные полисахариды.
59. Полисахариды микроорганизмов.
60. Различные типы олигосахаридов в гликопротеинах.
61. Регуляция углеводного обмена
62. Нарушения обмена углеводов у высших животных. Гипергликемия. Гипогликемия. Глюкозурия. Гликогенозы.

### Оценивание результатов обучения

На этапе формирования базы знаний оценивается посещение лекций.

Критерии оценивания устных ответов:

Оценка «отлично» (86-100 баллов) - глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. Логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на все основные вопросы. Правильные и конкретные ответы на дополнительные вопросы. Использование в необходимой мере в ответах на вопросы материалов всей рекомендованной литературы.

Оценка «хорошо» (69-85 баллов) - твердые и достаточно полные знания программного материала, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений. Последовательные и правильные, но недостаточно развернутые ответы на основные вопросы. Правильные ответы на дополнительные вопросы. Ссылки в ответах на вопросы на отдельные материалы рекомендованной литературы.

Оценка «удовлетворительно» (51-68 баллов) - правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на основные вопросы. Наличие отдельных неточностей в ответах. В целом правильные ответы с небольшими неточностями на дополнительные вопросы. Некоторое использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной литературы.

Оценка «неудовлетворительно» (0-50 баллов) выставляется в случае, когда количество неправильных ответов превышает количество допустимых для положительной оценки.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Изучение учебной дисциплины (модуля) предполагает освоение теоретических вопросов, освещенных в лекционном материале и учебно-методической литературе, выполнение практических заданий и самостоятельную работу обучающихся. Организация самостоятельной работы предусматривает конспектирование и реферирование рекомендованной преподавателем литературы.

№ п/п	Автор, наименование, место издания, издательство, год издания	Кол-во экземпляров
<b>Основная литература</b>		
1	Кассимерис Л. [и др.] Клетки по Льюину; пер. 2-го англ. изд. - М. :	10

	Лаборатория знаний, 2016. - 1056 с. : цв. ил.	
2	Нельсон Д., Кокс 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).	6
3	Нельсон Д., Кокс 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).	6
4	Нельсон Д., Кокс 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).	6
5	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.	10
<b>Дополнительная литература</b>		
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.	5
2	Беляева О.Б. Светозависимый биосинтез хлорофилла; под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 232 с.: ил.	5
3	Давыдов В.В. Основы медицинской биохимии. СПб. : Эко-Вектор, 2016. – 551 с.	10
4	Давыдов В.В. Медицинская биохимия. СПб. : Эко-Вектор, 2018. – 392 с.	10
5	Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика; пер. с англ. - М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. - 551 с.: ил.	5
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.	10
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.	10
8	Паткин Е.Л., Софронов Г.А. Эпигенетические изменения, как общий механизм заболеваний, старения и токсического действия химических веществ. СПб. : Эко-Вектор, 2019. – 237 с.	1
9	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.	5
7	Смит К. Ю. М. Биология сенсорных систем; Пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 583 с.: ил. - (Интеллектуальные и адаптивные системы).	5
8	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	10

	знаний, 2018. - 454 с. : ил.	
9	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.	10
10	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.	10
11	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).	5

### Электронные ресурсы (базы данных, информационно-справочные и поисковые (специализированные) системы)

Официальный сайт ФИЦ Биотехнологии РАН: адрес ресурса - <https://www.fbras.ru> содержит сведения об образовательной организации и ее подразделениях, локальные нормативные акты, сведения о реализуемых образовательных программах, их учебно-методическом и материально-техническом обеспечении, а также справочная, оперативная и иная информация. Через официальный сайт обеспечивается доступ всех участников образовательного процесса к различным сервисам и ссылкам, в том числе к электронной информационно-образовательной среде Центра.

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/zblmath/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](http://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.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Учебные аудитории для проведения занятий, лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет", столы, стулья, демонстрационные доски, видеопроекторы, оргтехника.
2	Помещения для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

### Программное обеспечение

–MICROSOFT WINDOWS 7, 10;

- OFFICE, 2013;
- ADOBE CC;
- Adobe Reader;
- Adobe Flash Player;
- Google Chrome, Mozilla Firefox, Mozilla Public License;
- FastStone Image Viewer.

## **9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля)**

Основными формами получения и закрепления знаний по дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа, самостоятельная работа обучающегося, в том числе под руководством преподавателя, прохождение контроля.

### **Методические рекомендации по освоению лекционного материала**

Лекция выступает пассивной формой работы по отношению к обучающимся, т.к. основная нагрузка в данном случае ложится на преподавателя. Тем не менее, обучающийся должен готовиться к лекции, т.к. заранее ознакомившись с материалом предстоящего занятия, он будет гораздо более осмысленно воспринимать новый материал. К тому же преподаватель может не давать на лекции ту информацию, которая изложена в учебниках, и, следовательно, доступна для самостоятельного изучения обучающихся, а сосредоточиться на раскрытии каких-либо дополнительных сведений по теме.

Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Все такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на практическом / семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией. Полный список литературы по конкретной учебной дисциплине (модулю) приведен в рабочих программах дисциплин (модулей).

### **Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практические и лабораторные / семинарские занятия проводятся с целью закрепления лекционного материала, овладения понятийным аппаратом предмета, методами решения проблемных ситуаций, изучаемыми в рамках учебной дисциплины (модуля). Все формы практических и семинарских занятий (круглые столы, дискуссии, научные конференции и пр.) служат тому, чтобы обучающиеся отрабатывали на них практические действия по решению проблемных ситуаций, складывающихся в реальной жизнедеятельности. Главной целью такого рода занятий является: научить обучающихся применению теоретических знаний на практике.

На практическом занятии обсуждаются теоретические положения изучаемого материала, уточняются позиции авторов научных концепций, определяется и формулируется отношение обучающихся к теоретическим проблемам науки, оформляется собственная позиция будущего специалиста. Форма работы – диалог: и обучающиеся, и преподаватель вправе задавать друг другу вопросы, которые возникли и могут возникнуть у них в процессе изучения материала, делятся своими сомнениями, наблюдениями, обосновывают возможность применения на практике тех или иных теоретических положений. Подготовка к практическому занятию включает в себя текущую работу над учебными материалами с использованием конспектов и рекомендуемой основной и дополнительной литературы; групповые и индивидуальные консультации и т.п.

В процессе изучения конкретной дисциплины (модуля) учитывается посещаемость занятий, оценивается активность обучающихся на каждом занятии при обсуждении теоретических вопросов, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов, творческих заданий и презентаций. По окончании изучения дисциплины проводится дифференцированный зачёт / экзамен по предложенным вопросам, написание реферата.

### **Методические рекомендации / требования по подготовке и оформлению реферата**

Реферат представляет письменный материал по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Рефераты могут являться изложением содержания какой-либо научной работы, статьи и т.п.

Доклад представляет публичное, развёрнутое сообщение (информирование) по определённому вопросу или комплексу вопросов, основанное на привлечении документальных данных, результатов исследования, анализа деятельности и т.д.

### **Правила оформления реферата в соответствии с требованиями ГОСТ**

С использованием следующих параметров:

- шрифт Times New Roman черного цвета;
- размер шрифта – 14 пт.;
- интервал между строчками 1,5 (за исключением титульной страницы);
- поля левой стороны – 3см, правой — 1,5 см, верх и низ по 2 см.;
- нумерация страниц осуществляется арабскими цифрами внизу листа по центру,

на титульном листе нумерация не ставится.

Согласно правилам ГОСТа реферат должен быть распечатан на обычном листе А4, с одной стороны, обратная сторона листа остается чистой.

### **Рекомендуемая структура реферата**

Собрав все доступные источники информации на определенную тему, необходимо, в первую очередь, самостоятельно с ней ознакомиться, чтобы понятно раскрыть ее в реферате. Чтобы облегчить написание реферата можно составить для себя план и разделить работу на этапы - это значительно облегчит рабочий процесс.

Объем работы в печатном виде должен составлять не менее 7 и не более 15 страниц. Для того чтоб работа легко воспринималась, следует придерживаться определенной структуры текста:

- Содержание.
- Введение (обосновывается цель написания работы, актуальность и причина выбора именно этой темы).
- Главы, основная часть работы, где в результате ознакомления со списком литературы, открывается точка зрения автора на выбранную тему. Обозначаются в верхней центральной части листа заглавными буквами. Все главы нумеруются.
- Заключение (короткие и четкие выводы сформированы из основной части реферата).
- Приложения, если такие использовались.

– Список используемой литературы (должен включать от 4 до 10 источников). Список литературы оформляется в алфавитном порядке, сначала публикации на русском языке, затем - иностранные, в конце - другие источники (ссылки на сайты в Интернете).

Каждая новая часть / глава реферата должна начинаться с новой страницы. Текст выравнивается по ширине. Отступления между абзацами должны составлять 1,5 см.

В текст научной работы можно вставлять таблицы (подпись и номер оформляется над ней), рисунки и изображения (подписываются в центральной части под ними) и ссылки (не более 10).

На защиту реферата отводится 5 – 7 минут, вместе с вопросами группы. На защите оценивается: удачно ли устное выступление (культура речи, манера, использование наглядных средств, удержание внимания аудитории), прозвучала основная идея реферата, какие задачи были поставлены и как они были реализованы. Как обучающийся ориентируется в материале, и отвечает на вопросы (полнота, аргументированность, убедительность и т.д.) Проведена ли исследовательская работа, каковы ее результаты, чем они обоснованы.

Различные виды учебной работы аспиранта способствуют овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить его результаты, готовностью к формированию системного подхода к анализу информации, восприятию инноваций, формируют способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

Более того, различные виды учебной деятельности формируют способность в условиях развития науки и практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, умению приобретать новые знания, использовать различные формы обучения, информационно-образовательные технологии.

#### **10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модуля)**

Преподавание дисциплины (модуля) осуществляется в соответствии с Федеральными государственными требованиями.

При изучении дисциплины (модуля) рекомендуется использовать следующий набор средств и способов обучения:

- рекомендуемую литературу;
- задания для подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- вопросы для устного опроса и обсуждения и др.;
- задания для текущего контроля успеваемости (задания для самостоятельной работы обучающихся);
- вопросы и задания для подготовки к промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля).

При проведении занятий лекционного и семинарского типа необходимо строго придерживаться учебно-тематического плана дисциплины (модуля). Необходимо уделить внимание рассмотрению вопросов и заданий, включенных в оценочные задания, при необходимости, решить аналогичные задачи с объяснением алгоритма решения. Следует обратить внимание обучающихся на то, что для успешной подготовки к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации нужно изучить рекомендованную литературу и иные рекомендованные источники, необходимые для изучения дисциплины

(модуля).

Текущий контроль успеваемости по дисциплине (модулю) и промежуточная аттестация осуществляются в соответствии с Порядком организации и проведения текущего контроля успеваемости и Порядком проведения промежуточной аттестации обучающихся, устанавливающим формы проведения промежуточной аттестации, ее периодичность и систему оценок.

Наличие в Центре электронной информационно-образовательной среды, а также электронных образовательных ресурсов позволяет изучать дисциплину (модуль) инвалидам и лицам с ОВЗ. Особенности изучения дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ОВЗ определены в Положении об организации получения образования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.