

«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)
«АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ»**

Укрупненная группа научных специальностей: 1.5. Биологические науки

Научные специальности: 1.5.3. Молекулярная биология, 1.5.4. Биохимия, 1.5.8. Математическая биология, биоинформатика

Уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Актуальные вопросы молекулярной биологии» 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	Кочиева Елена Зауровна	д.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).....	4
4. Учебно-тематический план дисциплины (модуля).....	7
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	7
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.....	8
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	10
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	13
9. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины (модуля).....	13
10. Методические рекомендации преподавателю по организации учебного процесса по дисциплине (модулю).....	16

1. Цель и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Подготовка исследователей, владеющих современными теоретическими знаниями и экспериментальной подготовкой в области молекулярной биологии, биотехнологии и геномики, способных формулировать научные и прикладные задачи и предлагать подходы для их решения.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- ознакомление аспирантов с современным состоянием современной молекулярной биологии и тенденциях развития в XXI веке;
- формирование представления о структуре и функциях нуклеиновых кислот и белков; об основных закономерностях молекулярных механизмов клетки, об общих подходах к изучению молекулярных основ физиологических и патологических процессов;
- формирование представления о развитии аналитических и других исследовательских технологий, используемых в современной молекулярной биологии;
- формирование у аспирантов навыков научно-исследовательской работы;
- формирование у аспирантов комплексного подхода в теоретическом и методическом освоении исследуемой тематики;
- формирование критического подхода в оценке собственных результатов и их места в общемировых достижениях по данной проблеме

2. Объем дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Виды учебной работы	Всего, час	Объем по семестрам							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (Контактная работа):	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	-	-	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	Э	-	4	-	-	-	-	-	-
Общий объем	в часах	108	-	108	-	-	-	-	-
	в зачетных единицах	3	-	3	-	-	-	-	-

3. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Этапы развития и становления молекулярной биологии как науки

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. Белки. Структуры, активность ферментов, кинетика, рецепторы

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. Актомиозиновый комплекс: тропонины. Рецепторные белки. Зрительный родопсин. Ацетилхолиновый рецептор постсинаптических мембран. Белки токсины микробного и растительного происхождения.

Тема 3. Структура ДНК. Репликация ДНК. Репарация ДНК.

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. Фототиаза. Репарация Об-алкилированного гуанина и О4-алкилтимина. Метилтрансфераза. Репарация односторонних разрывов ДНК. Репарация АП-сайтов. Инсертказы. 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. Процессинг у прокариот и эукариот

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-Мано. 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. Трансляция. Структура рибосомы. Структура т-РНК. Неоднозначность генетического кода

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 т-РНК. Аминоацил т-РНК синтетазы. Взаимодействие т-РНК с аминокислот т-РНК синтетазами, селективность взаимодействия. Узнавание аминокислот аминокислот т-РНК синтетазой. Узнавание матричной РНК (m РНК) аминокислот т-РНК синтетазой. Экспериментальное определение детерминантов аминокислот т-РНК 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, квазинеоднозначность, сдвиг рамки считывания.

Тема 6. Структурная, функциональная и сравнительная геномика. Мобильные элементы. Методы анализа генома

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.

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
Общий объем		108	36	18	18	68	4
1	Этапы развития и становления молекулярной биологии как науки	16	6	3	3	10	Устный опрос
2	Белки. Структуры, активность ферментов, кинетика, рецепторы	18	6	3	3	12	Устный опрос
3	Структура ДНК. Репликация ДНК. Репарация ДНК.	18	6	3	3	12	Устный опрос
4	Транскрипция. Процессинг у прокариот и эукариот.	18	6	3	3	12	Устный опрос
5	Трансляция. Структура рибосомы. Структура t-РНК. Неоднозначность генетического кода.	18	6	3	3	12	Устный опрос
6	Структурная, функциональная и сравнительная геномика. Мобильные элементы. Методы анализа генома.	16	6	3	3	10	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. Определение предмета «молекулярная биология». Этапы развития. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.
2. Нуклеозид, нуклеотид, полинуклеотид. Нерегулярные полимеры.
3. Принципы строения двойной спирали ДНК. Виды ДНК. Параметры В-, А- и Z-форм ДНК.
4. Функции ДНК в клетке
5. Виды РНК. Их функции в клетке.
6. Белки. Типы белков. Первичная и вторичная структура белка
7. Третичная и четвертичная структура белка. Фолдинг белков. Шапероны. Шаперонины. Прионы
8. Основные биологические функции белков. Белки ферменты. Понятие о коферментах.
9. Упаковка ДНК. Нуклеосомный, супербидный, петлевой уровни компактизации ДНК эукариот. Метафазная хромосома.
10. Принципиальное строение и функции биологических мембран.
11. Репликация ДНК. Доказательство полуконсервативного характера репликации
12. Ферменты репликации. Проблема денатурации матрицы при репликации ДНК. SSB. Геликазы.
13. ДНК-полимераза. Типы. Сравнительная характеристика ДНК-полимераз I, II и III(core) из *E.coli*.
14. Современная схема репликации ДНК *E.coli*. Праймаза и праймосома. Принципы работы и биологические функции топоизомераз.
15. Особенности репликации ядерных ДНК эукариот. Полирепликонность.

16. Строение и репликация Теломеры. Строение и функции теломераз. Проблема недорепликации 3'-концов линейных молекул.
17. Репарация и рекомбинация. Ферменты и механизмы репарации и рекомбинации
18. Основные типы повреждений в ДНК и принципы их исправления.
19. Строение генов прокариот. Понятие об опероне. Особенности структуры промоторов у прокариот.
20. Строение генов эукариот. Понятие об экзонах и интронах .
21. Транскрипция прокариот. Этапы транскрипции у прокариот.
22. Строение РНК-полимераз *E.coli*. Понятие о holo- и Core- ферментт.
23. Регуляция транскрипции у бактерий. Негативная и позитивная регуляция.
24. Аттенуация в регуляции экспрессии триптофанового оперона *E.coli*.
25. Особенности транскрипции у эукариот. Множественность и специфичность РНК-полимераз эукариот.
26. Регуляция транскрипции у эукариот. Понятие об энхансерах, супрессорах, инсуляторах .
27. Процессинг и сплайсинг мРНК эукариот. Различные механизмы сплайсинга. Альтернативный сплайсинг, значение
28. РНК-интерференция. si РНК. mi РНК.
29. Трансляция эукариот и прокариот. Образование инициаторного комплекса трансляции у прокариот. Этапы трансляции у прокариот. Белковые факторы трансляции.
30. Структура рибосом про- и эукариот. Активные центры рибосом *E.coli*. Образование рРНК и белков рибосом у *E.coli*.
31. Геном прокариот, особенности строения
32. Геном эукариот, особенности строения
33. Геном архей, особенности строения
34. Строение геномов пластид и митохондрий.
35. Эволюция геномов
36. Типы геномных последовательностей. Уникальные последовательности. Семейства генов, особенности. Гены "домашнего хозяйства" и гены "роскоши".
37. Сателлитная ДНК. Особенности состава. Локализация в геноме. Палиндромы. Роль обращенных повторов в геноме.
38. Умеренные повторы в геноме.
39. Понятие о мобильных генетических элементах. Классификация мобильных генетических элементов по механизму перемещения.
40. Особенности ретровирусоподобных (LTR-содержащих) ретротранспозонов. Механизм обратной транскрипции ретровирусов и LTR – содержащих ретротранспозонов. Ретропозоны, не содержащие LTR (LINE и SINE элементы).
41. Особенности организации ДНК-транспозонов. Примеры про- и эукариотических ДНК-транспозонов. Механизм интеграции ДНК-транспозонов в геном.
42. Значение мобильных элементов в эволюции.
43. Современные методы анализа генома. Типы маркеров.
44. Секвенирование ДНК по Сэнгеру и Максаму-Гилберту.
45. Современные методы анализа генома. NGS секвенирования. Ресеквенирование и de novo секвенирование.
46. Секвенирование микробиомы, транскриптомы, иммуномы.

47. Основные информационные технологии сборки геномов и аннотация геномов. Алгоритмы сборки геномных последовательностей.

48. Микроматрицы ДНК.

49. Функциональная и сравнительная геномика.

50. Интегративная геномика. Основные геномные проекты.

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
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.	5
2	Кассимерис Л. [и др.] Клетки по Льюину; пер. 2-го англ. изд. - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 1056 с. : цв. ил.	10
3	Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину; пер. 10-го англ. изд. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 919 с. : цв. ил.	10
4	Ребриков Д.В. [и др.] ПЦР в реальном времени; под ред. д. б. н. Д. В.	10

	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.	10
Дополнительная литература		
1	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
2	Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. – СПб. : Изд-во Н-Л, 2015. - 720 с.	10
3	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
4	Лутова Л.А., Ежова Т.А, Додуева И.Е, Осипова М.А.; ред. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов. – СПб. : Изд-во Н-Л, 2010. - 432 с.	10
5	Миронова Л.Н., Падкина М.В., Самбук Е.В. РНК: синтез и функции. – СПб. : Эко-Вектор, 2017. – 287 с.	10
6	Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин: упакованный геном - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 172 с. : ил., [16] с. цв. вкл.	5
7	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.	10
8	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
9	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
10	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия; пер. с нем. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 325 с.: ил.	20
11	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.	10

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 - 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 нём в обобщённом виде представляется материал на определённую 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.