

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт химической биологии и фундаментальной медицины
Сибирского отделения Российской академии наук**



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИХБФМ СО РАН
чл.-корр. РАН

Д.В. Пышный

Рабочая программа

Генетика

Научная специальность: 1.5.7 Генетика

Уровень подготовки:

высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации - программа подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения: очная

Новосибирск, 2022

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденных Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. №951.

Программу составили:
академик РАН, профессор, д.б.н. И.Ф. Жимулев, профессор, д.б.н. А.В. Вершинин.

Программа утверждена Ученым советом ИХБФМ СО РАН от 24.06.2022 протокол №8.

Количество зачетных единиц 6 з.е. /216 часов: 5 з.е. /180 часов самостоятельная работа, 1 з.е. /36 часов кандидатский экзамен. Самостоятельное изучение предусматривает возможность консультации с преподавателями и научными сотрудниками Института по вопросам учебного курса и посещение лекций, разработанных профессорско-преподавательским составом кафедры молекулярной биологии и биотехнологий ФЕН НГУ – сотрудниками ИХБФМ СО РАН.

I. Организационно-методический раздел

Дисциплина «Генетика» предназначена для углубленного изучения современной генетики, нацеленной на понимание генетических механизмов основных явлений жизни, структуры и функции геномов, взаимодействия генов и продуктов их экспрессии.

Основной целью освоения дисциплины является создание основ для глубокого понимания процессов функционирования генетического аппарата, происходящих на всех уровнях организации живой материи, и в первую очередь в клетках и живых организмах.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса: Изучение насущных проблем, новейших достижений, принципов и подходов, современных методик генетики, биотехнологии и генной инженерии.

II. Требования к уровню освоения дисциплины

По окончании изучения дисциплины «Генетика» аспирант должен иметь представление о взаимосвязи таких фундаментальных биологических дисциплин как генетика, молекулярная биология, биология развития, морфология, иммуногенетика, физиология, эпигенетика, теория эволюции и современных приложений этих наук в виде биотехнологии, генной инженерии, знать главные законы наследственности, структуру и функционирование генетического аппарата различных типов живых организмов, роль взаимодействий генов в процессах биологических системах, методы исследования генетических процессов, способы модификации генов и создания трансгенных организмов.

III. Объем дисциплины и виды учебной работы

Генетика является основным курсом в базовой системе подготовки специалистов высшей квалификации - биологов, курс постоянно модернизируется, в него вводятся новейшие научные достижения.

В процессе освоения предмета предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса в виде проработки лекционного материала и соответствующих разделов курса по учебникам.

Итоговый контроль. Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен.

Тематический план курса

| Наименование разделов и тем |
|---|
| Генетика |
| Генетические механизмы биологических явлений |
| Иммуногенетика |
| Генетические основы организации хромосом. Трансгенез, методы и успехи |

Учебная программа. Содержание отдельных разделов и тем

Введение

Основу настоящей программы составляют современные данные по генетике, включающие представления об общих принципах структурно-функциональной организации генов высших организмов, в том числе и о геноме человека, сведения по полиморфизму ДНК, изменчивости организмов, а также по регуляции экспрессии генов млекопитающих. Особое внимание уделено проблеме экспрессии генов и структуре хроматина, молекулярным основам нейробиологии, нейрофизиологии и нейрогенетики, процессам развития и старения, молекулярным основам иммунитета и канцерогенеза.

1. Хромосомная теория наследственности

Открытие законов наследственности. Работы Г.Менделя. Доминантность и рецессивность. Расщепление признаков.

Гены-носители наследственности. Локализация генов в хромосомах.

Т. Морган. Принцип линейного расположения генов. Доказательства хромосомной теории наследственности. Генотип и фенотип. Типы взаимодействия генов.

2. Структура и функции гена

2.1. Теория гена (от Моргана до Бензера).

Предпосылки молекулярной генетики. Ступенчатый аллеломорфизм. Псевдоаллелизм. Структура гена у бактериофага. Основные понятия теории гена.

2.2. Строение прокариотического генома на примере *E.coli*.

Размеры, кольцевая хромосома, эписомы, F-фактор. Генетические и физические карты, их соответствие, методы построения.

2.3. Организация эукариотического генома.

Общие особенности. Характерные отличия от прокариотического генома. Размер генома и парадокс величины С. Гипотеза эгоистической ДНК. Блочная организация генома и компактизация ДНК в клетке.

Основные компоненты эукариотического генома. Кинетика реассоциации ДНК. Сателлитная ДНК. Гомополимерные и простые повторяющиеся последовательности. Минисателлитные ДНК. Изохоры Бернарди.

2.4. Тонкая организация эукариотических генов.

Общие характеристики. Прерывистое строение - экзоны и интроны. Методы обнаружения и изучения прерывистого строения генов: электронный микроскоп (Д-петли, R-петли), рестрикционный анализ, Si -анализ.

Особенности экзон-интронной организации. Экзон может быть интроном. Интрон может кодировать регуляторный белок. Экзоны и белковые домены.

Строение глобиновых генов, коллагеновых генов (в качестве типичных примеров).

2.5. Сложные генные локусы.

Организация генов иммуноглобулинов. Перестройки последовательностей ДНК и их роль в создании функциональных генов иммуноглобулинов. Природа разнообразия иммуноглобулинов.

Гены, определяющие развитие организма, особенности их строения и экспрессии.

Основные типы организации последовательностей ДНК и генов. Различные типы чередования повторяющихся и уникальных последовательностей ДНК. Повторяющиеся сгруппированные гены. Повторяющиеся диспергированные гены. Тканеспецифические гены и гены «домашнего хозяйства».

2.6. Онкогены и обратная транскрипция.

Представление об онкогенах. Трансформирующие последовательности онкогенных ретровирусов и их клеточные гомологи (V-onc и c-onc). Онкогены и их клеточные функции. Онкобелки и метаболические пути живой клетки. Механизмы обратной транскрипции, ее функции.

2.7. Гены и псевдогены. Роль обратной транскрипции в образовании и эволюции генома эукариот.

2.8. Подвижные генетические элементы генома про- и эукариот.

Транспозоны бактерии и их роль в эволюции бактерий. Перемещающиеся генетические элементы МакКлинток. Мобильные диспергированные гены дрозофилы (мдг). FB-элементы дрозофилы. P- и I-элементы дрозофилы. Ту-элементы дрожжей. Ретротранспозоны млекопитающих: короткие (SINE), длинные (LINE). Классификация мобильных элементов, механизмы транспозиции, возможные функции и биологическая значимость.

2.9. Полиморфизм ДНК.

Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов ДНК. Гипервариабельные ДНК: мини-и микросателлиты. Физическое и генетическое картирование генома. Популяционно-семейный анализ и картирование наследственных заболеваний. Пре-постнатальная диагностика наследственных болезней. Проблемы и методы изучения генетического разнообразия и генетическая дифференциация.

2.10. Геном человека.

Общие и характерные особенности организации. Типы сателлитных ДНК. Альфоидные ДНК. Суперсемейство повторов A_n: содержание, строение, транскрипция, происхождение. Суперсемейство повторов K_{pn} I: содержание, строение, транскрипция, происхождение.

Генные семейства. Системы глобиновых генов: кластерная организация, особенности функционирования в онтогенезе.

Наследственные дефекты экспрессии генов. Талассемии. Методы анализа дефектных генов. Разработка подходов генной терапии.

3. Хромосомная организация генома

3.1. Эухроматин и гетерохроматин. Дифференциальное окрашивание хромосом. Центромеры и теломеры хромосом. Искусственные дрожжевые хромосомы (УАС).

3.2. Уровни организации хроматина. Белки хроматина. Нуклеосомы: получение, структура, реконструкция, октамер гистонов, нуклеоплазмин. Наднуклеосомные фибриллы: 300 нм фибрилла, петли хромосомной ДНК.

3.3. Транскрипционно активный и неактивный хроматин. Использование ДНКазы I. Уровни чувствительности к нуклеазам. Сверхчувствительные области активного хроматина. Модификации активного хроматина.

3.4. Топология ДНК. Суперспирализация. Связанные супервитки на нуклеосомах. Ферменты, регулирующие топологический статус ДНК.

3.5. Ядерный матрикс. Методы выявления. Белки ядерного матрикса и в местах соединения матрикса с ДНК. Структурно-функциональная роль ядерного матрикса. Компартаментализация внутриядерных синтетических процессов.

4. Молекулярные основы наследственности

4.1. Отожествление генов с ДНК. Доказательства генетической роли ДНК. Два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Первичная структура нуклеиновых кислот. Физико-химические свойства нуклеиновых кислот. Двойная спираль и неканонические структуры ДНК.

4.2. Генетический код. Колинеарность гена и полипептида. Расшифровка кодонов в экспериментах *in vitro*.

4.3. Особенности митохондриальной ДНК.

4.4. Особенности генетического кода простейших.

5. Молекулярные основы генетических процессов

5.1. Репликация.

Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Репликон. Конкатемеры, катенаны и «катящиеся кольца». Вилка репликации, ферменты репликации. Инициация, участки начала репликации, методы картирования оп, дрожжевые ARS и организация *ori* в геноме дрожжей, элонгация, терминация, понятие о репликоне. Тайминг репликации эукариотических генов.

5.2. Репарация ДНК.

Повреждения ДНК, ее репарация после действия ультрафиолетового света. Фотореактивация. Эксцизионная репарация, пострепликативная репарация. Репарация ДНК после действия ионизирующих излучений. Генетический контроль радиочувствительности.

5.3. Рекомбинация.

Понятие о рекомбинации молекул ДНК. Тетрадный анализ механизма рекомбинации. Генетический контроль рекомбинации, гес-белки, участвующие в репликации. Молекулярные теории рекомбинации.

5.4. Мутагенез.

Определение мутации. Спонтанные и индуцированные мутации. Классификация мутаций. Типы мутаций и их молекулярные механизмы: точечные мутации, делеции, дупликации, инверсии, транслокации. Гибридный дисгенез, гибридная депрессия, мутации, вызывающие аномалии в развитии. Молекулярные механизмы мутагенеза. Мутационный процесс и проблема генетической безопасности.

6. Действие гена

6.1. Транскрипция гена.

Общая характеристика, РНК-полимеразы. Процесс транскрипции, инициация, элонгация, терминация.

6.2. Понятие транскрипционной единицы и первичного транскрипта у эукариот.

Разобщение процессов транскрипции и трансляции в эукариотической клетке. Три типа ядерных РНК-полимераз.

Промоторы и инициация транскрипции, тест-системы. Энхансеры: вирусные, клеточные, основные свойства. Сайленсеры. Терминация транскрипции.

Первичные продукты транскрипции и процессинг. Пре-рРНК, альтернативные пути процессинга, роль И 3 РНК. Предшественники 5S РНК и других малых ядерных РНК. Пре-тРНК.

Пре-мРНК: общие характеристики, 5'-кэпирование, метилирование, 3'-полиаденилирование и сплайсинг.

Ядерные РНП-частицы, содержащие пре-мРНК: открытие, характеристики, функции.

6.3. Сплайсинг РНК как механизм экспрессии генов.

Основные этапы, различные механизмы. Рибозимы. Сплайсинг митохондриальных пре-мРНК дрожжей, РНК-матураза. Сплайсинг ядерных пре-мРНК, сигналы сплайсинга и роль мРНК, сплайсосомы, механизм сплайсинга. Альтернативный сплайсинг и регуляция генной экспрессии. Транс-сплайсинг.

6.4. Информационная РНК (мРНК).

мРНК прокариот: основные характеристики.

мРНК эукариот: содержание, локализация, размеры, стабильность, методы выделения.

Структурная организация мРНК эукариот: кэп-структуры на 5'-конце. Поли (А) на 3'-конце. Нетранслируемые зоны, консервативные последовательности. Факторы, определяющие скорость деградации мРНК.

6.5. Регуляция транскрипции у про- и эукариот. Оперон.

Регуляция транскрипции у бактерий. Классическая схема оперона по Жакобу и Моно. Индукция и регрессия синтеза ферментов. Регрессор лактозного оперона. Катаболическая регрессия. Циклическая АМФ и белок-рецептор цАМФ.

Типы РНК-полимераз животных. Транскрипция рибосомных, структурных и генов низкомолекулярных РНК. Взаимодействие РНК-полимераз с факторами транскрипции. Сходство в структуре про- и эукариотических регуляторных факторов (на примере репрессора фага лямбда и регулятора дрожжевого оперона GAL), активирующая и ДНК-связывающая поверхности. Белковые факторы транскрипции, взаимодействие с ДНК, особенности структуры ДНК-связывающего домена.

6.6. Трансляция.

Компоненты белок-синтезирующей системы, адапторная теория, расшифровка генетического кода на уровне трансляции, вабл-гипотеза.

Общая характеристика трансляции. Этапы трансляции.

Инициация трансляции в прокариотических системах. Инициаторная формилметионил-тРНК. Индуцирующие кодоны. Белковые факторы и ГТФ. Образование начального комплекса. Образование первой пептидной связи. Инициация в системах с синтетическими матрицами без иницирующих кодонов.

Особенности инициации в эукариотических системах.

«Полимеризация» аминокислотных остатков («элонгация»).

Белковые факторы элонгации прокариот и эукариот, их характеристика. Участие ГТФ. Поступление в рибосому аминоацил-тРНК. Образование пептидной связи. Транслокация как механический акт. Последовательность событий в процессе транслокации. Общая схема рабочего цикла трансляции. Генетическая регуляция трансляции.

Терминация трансляции. Кодоны терминации. Белковые факторы терминации. Роль пептидил-трансферазного центра в терминации.

Межцисстроновая пунктуация в полицистроновых мРНК.

Образование белков у некоторых вирусов путем протеолитического «разрезания» гигантского «полипротеина» - предшественника.

Полирибосомы. Распространенность. Механизм функционирования. Биологическая роль.

7. Рекомбинантные молекулы ДНК.

7.1. Модификация и рестрикция ДНК и ее биологическая роль. Ферменты рестрикции и модификации, последовательность нуклеотидов, специфичность, механизм действия. Ферменты рестрикции I и II типов. Использование рестриктаз для физического картирования ДНК.

7.2. Создание гибридных (рекомбинантных) молекул ДНК.

Ферменты, используемые для генно-инженерных манипуляций: ДНК-полимеразы (ДНК-полимераза I и ее свойства), фрагмент Кленова, ДНК-лигазы, трансферазы, обратная транскриптаза, их свойства и специфичность действия.

Понятие о векторе. Типы векторов, используемых для клонирования.

Трансформация бактериальных клеток. Отбор рекомбинантных клонов.

7.3. Создание библиотек генов.

Представление о геномной и кДНК-библиотеках. Анализ клонов. Метод блот-гибридизации по Саузерну. Рестрикционное картирование. Нозерн-блот-гибридизация. Экспрессия рекомбинантных клонов в про- и эукариотических клетках. Системы для тестирования экспрессии генов (X-Gal и др.) Вестерн-блот-гибридизация.

7.4. Перенос генов в клетки млекопитающих.

Методы введения ДНК в эукариотические клетки (трансфекция). Эукариотические вектора. CAT-система (хлорамфениколацетил-трансфераза) и ее использование для изучения регуляции экспрессии генов млекопитающих. Трансгенные животные как система для изучения экспрессии генов млекопитающих. Автоматическое секвенирование ДНК.

7.5. Определение первичной структуры ДНК.

7.6. Геномная дактилоскопия (ДНК-фингерпринтинг).

7.7. Полимеразная цепная реакция.

7.9. Задачи и методология белковой инженерии: антисмысловые РНК и ДНК, генный Knock-out.

7.10. Редактирование генома.

Перечень контрольных вопросов

- Геномика - наука о геномах
- Диминуция хроматина и хромосом
- Упаковка ДНК и хромосомах
- Политенные хромосомы
- Точки контроля клеточного цикла
- Апоптоз
- Одинарный и множественный перекресты хромосом
- Неравный кроссинговер
- Митотический (соматический) кроссинговер.
- Методы клеточной биологии
- Локализация генов с помощью гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*
- Трансформация у бактерий
- Трансдукция
- Конъюгация
- Метод репортерных генов для изучения тканеспецифичности работы генов
- Эхансерные участки гена
- Инсуляторы
- Альтернативный сплайсинг
- Участки, терминирующие транскрипцию
- Процессинг геномной ДНК у ресничных инфузорий
- Гомология генов
- Псевдогены

- Задачи и достижения биотехнологии
- Биотехнология растений
- Биотехнология микроорганизмов
- Генная терапия. Методы генетики в криминалистике
- Мутации, обусловленные экспансией тринуклеотидных повторов
- Обратные и супрессорные мутации
- Гомологичная рекомбинация
- Сайт-специфическая рекомбинация
- Случайная рекомбинация
- Определение пола
- Действие генов при определении пола у дрозофилы и млекопитающих
- Компенсация дозы генов
- Преформизм и эпигенетика
- Роль клеточного ядра в развитии
- Тотипотентность генома
- Детерминация и дифференцировка
- Раннее эмбриональное развитие дрозофилы, позиционная информация
- Дифференциальная активность генов в ходе развития
- Синдром приобретенного иммунодефицита – СПИД
- Моноклональные антитела
- Аутоиммунные заболевания
- Причины возникновения опухолей
- Антионкогены, или гены-супрессоры опухолей

Образцы вопросов для подготовки к экзамену

Современные методы молекулярной биологии и генетики
 Ферменты рестрикции
 Векторы для молекулярного клонирования (плазмидные, космидные и фаговые челночные векторы)
 Создание геномных библиотек
 Структурная и регуляторная части гена: промоторы и регуляторы
 Метод репортерных генов для изучения тканеспецифичности работы генов
 Структурная часть гена: интроны и экзоны
 Энкхансерные и инсуляторные участки генома
 Альтернативный сплайсинг. Локализация генов в интронах
 Изучение структурной части гена с помощью трансформации
 Участки, терминирующие транскрипцию
 Гомология генов, псевдогены
 Изменчивость наследственного материала
 Множественные аллели
 Ненаследственная изменчивость
 Близнецы
 Биотехнологии манипуляций с генами
 Стратегия генно-инженерных работ
 Выделение ДНК нужного гена из генома
 Перенос генов в клетки других организмов
 Задачи и достижения биотехнологии
 Биотехнология растений, микроорганизмов. Трансгенные животные
 Генная терапия
 Строение и функционирование хромосом

Хромосомы вирусов, прокариот и клеточных органелл эукариот
Геном и хромосомы дрожжей
Эухроматин и гетерохроматин
Теломеры и теломерный хроматин
Строение центромеры
Диминуция хроматина и хромосом
Роль комплексов циклин/циклин зависимая киназа в контроле G1-S и G2-M переходов
Точки контроля клеточного цикла
Лицензионный фактор репликации, обеспечивающий чередование репликации и митоза
Молекулярные основы кроссинговера
Генетика развития. Преформизм и эпигенетика
Тотипотентность генома. Детерминация и дифференцировка
Дифференциальная активность генов в ходе развития
Мутационная теория и классификации мутаций. Молекулярные механизмы мутагенеза
Трансформация клеток и процесс опухолеобразования
Причины возникновения опухолей. Онкогены
Антионкогены или гены-супрессоры опухолей. Генетический контроль метастазирования
Многоступенчатость формирования опухоли (опухолевая прогрессия)
Механизмы репарации ДНК
Прямая коррекция мутационных повреждений
Механизмы репарации, связанные с эксцизией пар оснований
Функциональное значение мобильных элементов генома
Развитие представлений о гене
Эксперименты Билла и Тэйтума и основания теории "один ген-один фермент"
Работы Бензера на локусе *rII* бактериофага T4, работы Шрама и Стенли на оболочечном белке вируса табачной мозаики
Структура генетического кода
Синтез РНК. Инициация, элонгация и терминация транскрипции
Взаимодействие РНК-полимераз с факторами транскрипции
Созревание (процессинг) РНК. Распад м-РНК
Репликация у РНК-содержащих вирусов
Основы иммуногенетики. Аутоиммунные заболевания, СПИД
Моноклональные антитела
Синтез белка
Активация (ковалентное связывание аминокислоты и тРНК), инициация, элонгация и терминация трансляции
Роль факторов инициации и освобождения
Оперонный принцип организации генов у прокариот
Генетический анализ лактозного оперона *E.coli* проведенный Жакобом и Моно
Свойства Γ , f , θ^o , θ_c мутаций (индуктора и оператора соответственно) в зависимости от того, индуцирован оперон или нет
Общая структура оперона
Современные методы молекулярной биологии и молекулярной генетики
Построение рестрикционных карт
Саузерн-блот анализ. "Хромосомная ходьба"
Нозерн-блот анализ
Полимеразная цепная реакция
Определение последовательности нуклеотидов (секвенирование)
Трансформация у дрожжей
Изменчивость наследственного материала

Методы учета мутаций
Спонтанные мутации
Индукцированные мутации
Системные мутации
Типы репарационных процессов
Современные методы молекулярной биологии и молекулярной генетики
Методы изучения взаимодействия белков (выделение белковых комплексов
Дрожжевая дигибридная система, фаговый дисплей и резонансный транспорт энергии
флуоресценции между GFP-маркированными белками)
Генетический анализ: картирование генов
Соотношение кроссоверной и молекулярной карт генов
Картирование генов с помощью хромосомных перестроек
Картирование генов с помощью соматического кроссинговера
Метод анеуплоидных тесторов
Методы клеточной биологии
Локализация генов с помощью гибридизации нуклеиновых кислот *in situ*
Генеалогический метод
Трансформация у бактерий
Трансдукция
Конъюгация

Основная литература

1. Уотсон Д. Молекулярная биология гена. М.: Мир, 1980.
2. Стент Г., Кэлиндар Р. Молекулярная генетика. М.: Мир, 1981.
3. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. Под ред. Спирина А.С. М.: Высшая школа, 1986.
4. Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1987.
5. Георгиев Г.П. Гены высших организмов и их экспрессия. М.: Наука, 1989.
6. Жимулев И.Ф. Политенные хромосомы: морфология и структура. Новосибирск: Наука, 1992.
7. Алберте Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Роберте К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки, 2 изд. (1994; англ изд. 1989), Мир, Москва.
8. Разин СВ. The nuclear matrix and spatial organization of chromosomal DNA domains, R.G. LANDES Company Biomedical Publishers Georgetown, Texas, USA, 1997.
9. Сингер М-, Берг П. Гены и геномы. М.: Мир, 1998.
10. Корочкин Л.И., Михайлов А.Т. Введение в нейрогенетику. М.: Наука, 2000.
11. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск. Сиб. унив. издательство, 2002, 2007.
12. Brown TA. Genomes 2nd edition. Oxford: Wiley-Liss; 2002.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20821850>
13. Ross C. Hardison, 2005 Working with Molecular Genetics
<http://www.personal.psu.edu/rch8/working/worlanolecgenethome.html>
14. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. 4-е изд., перераб. и доп.- М.: ИКЦ "Академкнига", 2004.
15. Щелкунов С.Н. "Генная инженерия" / Сибирское университетское издательство, Новосибирск 2004.
16. Геномика. Роль в медицине (Genomics: Applications in Human Biology) С.Примроуз,Р.

Тваймен 2008 г. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний.

17. Хромосомы. Структура и функции. Коряков Д.Е., Жимулев И.Ф. 2009. Изд-во СО РАН.

18. Хроматин. Упакованный геном. С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. 2009 г. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний.

19. Генетика с основами селекции. С. Г. Инге-Вечтомов. 2010 г. Изд-во: Н-Л.

20. Гены (Genes IX). Б. Льюин. 2011 г. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний Серия: Лучший зарубежный учебник.

21. Клетки (Cells). Редакторы Б. Льюин. Л. Кассимерис, В. П. Лингаппа. Д. Плоппер. 2011 г. Изд-во: Бином. Лаборатория знаний Серия: Лучший зарубежный учебник.

22. Электронный учебник по молекулярной биологии и генетике, геномике, протеомике и другим близким областям знания (<http://www.learner.org/courses/biology/index.html>).

Интернет-источники

Научная библиотека eLIBRARY.RU, более 50 полнотекстовых версий журналов по тематике курса.

Электронные версии журналов на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru)

Реферативные журналы ВИНТИ РАН - полные тексты - на сайте Отделения ГПНТБ СО РАН (<http://www.prometeus.nsc.ru>) Биология (доступ с 2006 г.) Химия (доступ с 1981 г.) Медицина (доступ с 1998 г.)

"Патенты России"- полнотекстовая БД на сайте Отделения ГПНТБ СО РАН (<http://www.prometeus.nsc.ru>).

Полнотекстовая электронная библиотечная система "КнигаФонд" на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полные тексты статей к журналам издательства Эльзевир "Freedom Collection" на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам издательства American Chemical Society на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам издательства NPG:

Nature

Nature Chemistry

Nature Materials

Nature Methods

Nature Nanotechnology

Nature Biotechnology

на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналу Science на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам университетского издательства Oxford University Press на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам издательства Taylor & Francis на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам издательства Wiley на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Полнотекстовой доступ к журналам издательства Springer на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru).

Доступ к базе структурного поиска Reaxys на сайте ИХБФМ СО РАН (www.niboch.nsc.ru). Reaxys - новый информационный ресурс для химиков-аналитиков.

Доступ к реферативной базе Web of Science самой авторитетной в мире базе данных по научному цитированию Института научной информации США на сайте ИХБФМ СО

РАН (www.niboch.nsc.ru).

Все полнотекстовые базы данных доступны по ГР-адресам Института, они приобретены за счет грантов РФФИ, а так же по подписке и покупке за счет собственных средств ИХБФМ СО РАН.

Свободные источники:

- SciGuide
- Free Medical Journals
- PubMed Central (PMC)
- Stanford University's High Wire Press
- Библиотека электронных журналов в г. Регенсбург (Германия)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

- В качестве технического обеспечения лекционного процесса используется ноутбук, мультимедийный проектор, доска.
- Для демонстрации иллюстрационного материала используется программа Microsoft Power Point 2003.
- Проведение экзамена обеспечивается печатным раздаточным материалом.

Оборудование

Компьютеры в лабораториях и библиотеке ИХБФМ СО РАН и ИМКБ СО РАН