

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан
факультета биоинженерии
и биоинформатики,
академик

_____/В.П. Скулачев /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ЭМБРИОЛОГИЯ

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым советом факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины - дать студентам представление об эмбриологии как науки о закономерностях индивидуального развития многоклеточных организмов, дать понимание места науки в ряду биологических наук

Задачи дисциплины:

- знакомство студентов с предметом и историей эмбриологии;
- изучение гаметогенеза;
- изучение ключевых этапов онтогенеза (оплодотворение, дробление, гаструляция, нейруляция);
- изучение особенностей развития Amniota;
- знакомство с некоторыми органогенезами;
- формирование представлений о закономерностях регенерации;
- формирование умений читать гистологические препараты.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО - вариативная часть, профессиональный цикл, курс IV – семестр 7.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть): освоение дисциплины «Генетика», «Основы молекулярной биологии», «Экология».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

Основные этапы онтогенеза, механизмы роста, цитоморфологические и молекулярно-генетические закономерности процессов дифференцировок и возможные причины аномалий развития.

Уметь

Адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза, сопоставлять основные регуляторные пути развития (как онтогенетического, так и регенерационного), подбирать и анализировать научную литературу в области эмбриологии (биологии развития), читать и проводить анализ гистологических картин определенных этапов эмбриогенеза.

Владеть:

Общими представлениями о методах классической и современной эмбриологии (биологии развития) и оценивать их адекватность использования в научной работе

Иметь опыт

Чтения и анализа гистологических препаратов эмбриональных стадий модельных животных различных таксономических групп

4. Формат обучения - лекционные и лабораторные занятия.

5. Объем дисциплины составляет 4 з.е., в том числе 56 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 88 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Биология развития (эмбриология) - наука о закономерностях онтогенеза многоклеточных организмов, начиная с гаметогенеза и включая послезародышевое развитие. Биология развития изучает строение и функции зародышей на последовательных стадиях развития вплоть до становления взрослых форм и последующего старения организма. Развитие находится под контролем генетических факторов и факторов окружающей среды, оно регулируется на уровне целого организма, зачатков органов и тканей, на клеточном, субклеточном, а также молекулярном уровнях. Биология развития опирается на достижения смежных наук - цитологии, генетики, молекулярной биологии, эволюционной теории и экологии. Поэтому изложение курса "Эмбриология" дополняется необходимыми сведениями из перечисленных выше дисциплин.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа	Лабораторные занятия	Всего	
Тема 1. Определение науки и ее предмета. История эмбриологии	2	2	0	2	0
Тема 2. ГАМЕТОГЕНЕЗ					
2.1. Оогенез	8	2	2	4	4
2.2. Сперматогенез	8	2	2	4	4
Тема 3. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ					
3.1. Оплодотворение	8	2	2	4	4
Тема 4. ДРОБЛЕНИЕ					
4.1. Дробление	8	2	2	4	4
Тема 5. ГАСТРУЛЯЦИЯ					
5.1. Гастрюляция	8	2	2	4	4
5.2. Гастрюляция у амфибий	6	0	2	2	4
5.3. Эмбриональная индукция	8	2	0	2	6
Тема 6. НЕЙРУЛЯЦИЯ					
6.1. Нейруляция	8	2	2	4	4
6.2. Нейруляция у амфибий	6	0	2	2	4
Тема 7. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПЕРВИЧНОАЗЕМНЫХ					
7.1. Развитие Amniota	10	2	2	4	6
7.2. Раннее развитие и гастрюляция у птиц	10	2	2	4	6

7.3. Нейруляция у птиц	6	0	2	2	4
Тема 8. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНОГЕНЕЗАХ					
8.1. Начало органогенеза у птиц. Развитие головного мозга и его производных.	7	1	2	3	4
8.2. Формирование внезародышевых оболочек у птиц. Развитие сердечно-сосудистой системы.	10	2	2	4	6
8.3. Развитие конечности высших позвоночных животных.	7	1	0	1	6
8.4. Развитие глаза.	8	2	0	2	6
Тема 9. ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО РАЗВИТИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ					
9.1. Особенности раннего развития млекопитающих.	12	2	2	4	8
Промежуточная аттестация - экзамен	4				4 <i>(количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)</i>
Итого	144	28	28	56	88

ПРОГРАММА КУРСА:

Раздел 1. Предмет и история эмбриологии.

Тема 1. Определение науки и ее предмета.

Место эмбриологии в ряду биологических наук. Основные направления и задачи современной описательной, экспериментальной, сравнительной и теоретической эмбриологии. Ее связь с цитологией, генетикой и молекулярной биологией. Выходы в социально значимую практику.

Тема 2. История эмбриологии.

Воззрения Гиппократ и Аристотеля. Эмбриология XVII-XVIII вв. Преформисты и эпигенетики. Работы К.Ф.Вольфа. Развитие эмбриологии в XIX веке. Значение работ К. Бэра. Влияние дарвинизма на эмбриологию. Сравнительно-эволюционное направление (А.О. Ковалевский, Э. Геккель, И.И. Мечников). Исторические корни экспериментальной эмбриологии, ее современные задачи.

Раздел 2. Гаметогенез.

Тема 1. Первичные половые клетки.

Формирование первичных половых клеток (гоноцитов) у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Дифференцировка гонады высших позвоночных: основные факторы, регулирующие пол гонады. Миграции гоноцитов в гонаду.

Тема 2. Оогенез.

Структура женской репродуктивной системы млекопитающих. Основные периоды оогенеза: размножение, рост, созревание яйцеклеток. Типы питания яйцеклеток: фагоцитарный, нутрентарный, фолликулярный. Превителлогенез и вителлогенез. Профаза мейоза, протекающие в ней цитологические и биохимические перестройки. Амплификация генов. Синтез рРНК и мРНК. Поляризация яйцеклетки. Особенности делений созревания яйцеклетки. Понятие блока мейоза. Гормональная регуляция процессов оогенеза у млекопитающих.

Тема 3. Сперматогенез.

Структура мужского репродуктивного тракта млекопитающих. Строение сперматозоидов. Этапы сперматогенеза. Сравнение сперматогенеза с оогенезом. Гематотестикулярный барьер: структура и функция у млекопитающих. Гормональная регуляция сперматогенеза у млекопитающих.

Раздел 3. Оплодотворение.

Тема 1. Активация сперматозоида и яйцеклетки.

Дистантные взаимодействия гамет. Капацитация сперматозоидов: значение данного процесса для обеспечения процесса оплодотворения. Контактные взаимодействия гамет. Активация спермия - акросомная реакция. Особенности акросомной реакции у млекопитающих. Активация яйцеклеток - кортикальная реакция. Молекулярно-биохимические процессы, лежащие в основе кортикальной реакции.

Тема 2. Образование зиготы.

Поведение пронуклеусов и центриолей при оплодотворении, фаза зрелости яйцеклеток различных групп животных при проникновении сперматозоида. Синтез ДНК в пронуклеусах. Кариогамия. Ооплазматическая сегрегация: поворот оплодотворения в яйцеклетке амфибий и его значение для дальнейшего развития. Вспомогательные репродуктивные технологии: экстракорпоральное оплодотворение у животных и человека.

Раздел 4. Дробление.

Тема 1. Характеристика дробления.

Биологический смысл дробления. Особенности клеточных циклов при дроблении: синхронное и асинхронное дробление. Особенности синтетических процессов при дроблении. Моменты включения материнских и отцовских генов. Пространственная организация дробления. Значение количества и распределения желтка. Правила Сакса - Гертвига.

Тема 2. Механизмы бластуляции.

Ооплазматическая сегрегация при дроблении. Регуляционные способности бластомеров у зародышей различных систематических групп. Типы бластул, связь их строения с морфологией дробления.

Раздел 5. Гастрюляция.

Тема 1. Механизмы гастрюляции.

Карты презумптивных зачатков. Способы гастрюляции: иммиграция, деламинация, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания. Типы гаструл. Способы закладки мезодермы. Осевая мезодерма и ее дифференцировка; боковая пластинка.

Тема 2. Эмбриональная индукция.

Индукция: основные понятия, свойства и механизмы индукционных взаимодействий. Понятие компетенции эмбриональной закладки. Механизмы осуществления индукционных взаимодействий: паракринный и юкстакринный способ сигналинга.

Эмбриональная индукция в раннем развитии амфибий: формирование Ньюкуповского и Шпемановского организаторов у бесхвостых амфибий. Первичная эмбриональная индукция (по Г.Шпеману). Модель действия организатора. Понятие «индукция по умолчанию».

Тема 3. Современный анализ явления. Генные каскады, определяющие ход индукционного процесса. Оценка ранних событий развития (оплодотворение, поворот оплодотворения) с позиций эмбриональной индукции как первого в цепи.

Раздел 6. Нейруляция.

Тема 1. Характеристика этапа.

Основные регуляционные механизмы, обеспечивающие нейрализацию эктодермы на дорсальной стороне зародыша. Основные способы формирования нервной трубки: первичная и вторичная нейруляция. Нейруляция у зародышей амфибий. Морфогенетические движения при нейруляции амфибий. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне- задней дорсо-вентральной осей (молекулярно-генетическое обеспечение процесса).

Формирование нервного гребня: основные регуляторные процессы, обеспечивающие данный процесс. Производные нервного гребня.

Последовательные этапы дифференцировки туловищной мезодермы: осевая мезодерма и ее производные, мезодерма боковой пластинки.

Тема 2. Гетерономная метамерия.

Сегментация, ее особенности на примере дрозофилы и генетический контроль (гены сегментации, гомеозисные гены).

Раздел 7. Особенности развития первичноназемных.

Тема 1. Гастрюляция и нейруляция у амниот.

Гастрюляция у птиц, внезародышевая и зародышевая энтодерма у птиц. Первичная полоска и бороздка, их дифференцировка. Гомология с бластопором амфибий. Нейруляция: закладка осевых органов. Сегментация мезодермы и дифференцировка сомита.

Тема 2. Развитие зародышевых органов и оболочек у птиц и млекопитающих.

Формирование амниотической складки, образование амниона и серозы. Формирование желточного и мешка аллантоиса.

Тема 3. Особенности раннего развития млекопитающих.

Развитие млекопитающих: яйцекладущие, сумчатые, плацентарные. Геномный импринтинг. Особенности дробления у млекопитающих. Клеточные механизмы, обеспечивающие процесс компактизации и кавитации в предимплантационный период. Формирование бластоцисты. Основные этапы предимплантационного развития млекопитающих. Хэтчинг бластоцисты. Имплантация бластоцисты: последовательные этапы формирования хориона (первичные, вторичные и третичные ворсины хориона). Основные регуляторные механизмы, обеспечивающие начальные этапы децидуальной реакции. Строение децидуальной оболочки. Формирование плаценты, структура и функции плаценты. Типы плацент.

Тема 4. Эмбриональное развитие человека.

Характеристика внутриутробного развития человека — периодизация и характеристика периодов (эмбриональный, фетальный). Оплодотворение. Преимплантационное развитие. Имплантация. Плацента. Двойни, типы двоен (одно- и двухяйцевые близнецы), варианты образования однойяйцевых близнецов.

Раздел 8. Некоторые сведения об органогенезах.

Тема 1. Формирование головного мозга и глаза позвоночных.

Начальные этапы дифференцировки головного мозга позвоночных. Строение глаза позвоночных животных. Основные этапы развития глаза позвоночных животных: глазной пузырь, глазная чаша, глазной бокал и т.д. Понятие «глазное поле». Регуляторные механизмы формирования глазного поля у позвоночных животных. Основные транскрипционные факторы глазного поля у позвоночных животных. Дифференцировка глаза позвоночных животных: основные регуляторные механизмы, обеспечивающие взаимодействие между различными частями развивающегося глаза. Формирование сетчатки и пигментного эпителия глаза. Этапы дифференцировки хрусталика и роговицы глаза млекопитающих. Регенерационные возможности сетчатки глаза низших и высших позвоночных животных.

Тема 2. Развитие конечности.

Понятие «поле конечности». Основные регуляторные пути формирования почки конечности у позвоночных животных: роль FGF факторов. Регуляторные пути формирования почки передней и задней конечности у высших позвоночных животных. Роль Нох-генов в развитии конечности высших позвоночных животных. Молекулярно-генетический контроль формирования осей конечности: проксимо-дистальной оси, передне-задней оси и дорсо-вентральной оси. Механизм образования пальцев у высших позвоночных животных.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Вопросы:

1. Как происходит дифференцировка гонады?

2. Связано ли происхождение первичных половых клеток с половой железой (яичником или семенником)?
3. Как называются женские половые клетки на стадии размножения в оогенезе?
4. Типы питания яйцеклеток (перечислить).
5. Где образуется желток при фолликулярном способе питания яйцеклеток?
6. Типы яйцеклеток по количеству и характеру распределения желтка.
7. Особенности протекания мейоза в оогенезе и сперматогенезе (сравнить).
8. Что такое блок мейоза при оогенезе?
9. Какова роль соматических клеток яичника в регуляции процесса оогенеза?
10. Какие цито-морфологические преобразования осуществляются в период спермиогенеза?
11. Строение зрелого сперматозоида.
12. Какова роль соматических клеток семенника в регуляции процесса сперматогенеза?
13. Что такое гематотестикулярный барьер и его функция?
14. Что такое акросомная реакция?
15. Как обеспечивается поддержание видоспецифичности в процессе оплодотворения?
16. Что такое кортикальная реакция, ее биологический смысл?
17. Какие компоненты кортикальных гранул способствуют отхождению оболочки оплодотворения?
18. Что такое поворот оплодотворения и его значение для дальнейшего развития?
19. Особенности митотического цикла при дроблении.
20. Как влияет количество желтка и характер его распределения в яйце на полноту дробления?
21. Какие типы клеточных перемещений (движений) характерны для процесса гастрюляции?
22. Какие существуют способы закладки мезодермы?
23. Основные свойства индукции.
24. Основные механизмы осуществления индукционных взаимодействий?
25. Что такое региональная специфичность индукции?
26. Происхождение центра Ньюкупа.
27. Формирование Шпемановского организатора.
28. Модель действия организатора.
29. Какие существуют производные наружного зародышевого листка – эктодермы?
30. Что такое первичная и вторичная нейруляция?
31. Какие аномалии развития связаны с нарушениями замыкания нервной трубки у человека?
32. Какие существуют регуляторные механизмы формирования нервной трубки?
33. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне-задней и дорсовентральной оси нервной трубки.
34. Какими регуляторными механизмами обеспечено формирование и миграция клеток нервного гребня?
35. Какие существуют производные нервного гребня?
36. Основные составляющие сомитогенеза?
37. Понятие «волновой фронт» при сомитогенезе.
38. Какие производные дает средний зародышевый листок – мезодерма?
39. Из каких частей мезодермы образуются скелет и мышцы конечности?
40. Из каких частей мезодермы образуется гладкая мускулатура?
41. Из каких частей мезодермы образуется сердечно-сосудистая система?
42. Что такое «поле конечности»?
43. Что такое зона поляризующей активности в формирующейся конечности?
44. Какова роль НОХ-генов при формировании конечности?
45. Что такое апикальный эктодермальный гребень и его роль в формировании конечности?
46. Модели спецификации проксимо-дистальной оси конечности.
47. Как образуются пальцы при развитии конечности?
48. Из какого отдела мозга развивается зачаток глаза?
49. Во что превращается наружный слой глазной чаши?

50. Каковы регенерационные возможности сетчатки глаза позвоночных животных?
 51. Назовите зародышевые оболочки амниот.
 52. Что такое геномный импринтинг?
 53. Что такое компактизация зародыша?
 54. Что такое имплантация бластоцисты и механизмы ее обеспечения?
 55. Последовательные этапы формирования хориона.
 56. Что такое плацента и основные типы плацент?
 57. Двойни, типы двоен (одно- и двуяйцевые близнецы), варианты образования однойяйцевых близнецов.
- 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Экзаменационные вопросы

1. Представление о первичных половых клетках.
2. Дифференцировка гонады высших позвоночных: основные факторы, регулирующие пол гонады.
3. Оогенез. Типы питания яйцеклеток.
4. Классификация яйцеклеток и яйцевых оболочек.
5. Преобразование ядерных структур ооцита в мейозе.
6. Мейоз в женских и мужских половых клетках.
7. Последовательность этапов фолликулогенеза у млекопитающих.
8. Сперматогенез. Строение жгутикового сперматозоида.
9. Гормональная регуляция гаметогенеза высших позвоночных животных на примере млекопитающих.
10. Оплодотворение: дистантные взаимодействия гамет.
11. Понятие гематотестикулярного барьера: его организация и функция у млекопитающих.
12. Оплодотворение: реакция капацитации сперматозоидов
13. Оплодотворение: реакция активации сперматозоида. Два типа акросомной реакции (морской еж, млекопитающие).
14. Оплодотворение: реакция активации яйцеклетки. Молекулярно-биохимические процессы, контролирующие кортикальную реакцию.
15. Ооплазматическая сегрегация: поворот оплодотворения в яйцеклетке амфибий и другие примеры.
16. Дробление: характеристика процесса. Типы дробления в зависимости от количества желтка в яйце и характера его распределения. Правила Гертвига-Сакса.
17. Особенности циклов дробления: синхронное и асинхронное дробление. Роль MPF в регуляции циклов дробления.
18. Дробление и типы бластул.
19. Гастрюляция: процессы, приводящие к разделению зародыша на зародышевые листки.
20. Способы гастрюляции.
21. Карты презумптивных зачатков хвостатых и бесхвостых амфибий.
22. Гастрюляция у хвостатых и бесхвостых амфибий.
23. Индукция: основные понятия, свойства и механизмы индукционных взаимодействий.
24. Эмбриональная индукция в раннем развитии амфибий: формирование Ньюкуповского и Шпемановского организаторов у бесхвостых амфибий.
Модель действия организатора. Понятие «индукция по умолчанию».
25. Нейруляция у амфибий. Основные способы формирования нервной трубки: первичная и вторичная нейруляция.
26. Дифференцировка нервной трубки: формирование передне-задней оси и дорсовентральная дифференцировка.
27. Нервный гребень: механизмы формирования нервного гребня и производные нервного гребня.
28. Образование и дифференцировка мезодермы у амфибий.

29. Строение куриного яйца. Карта презумптивных зачатков птиц.
30. Гастрюляция у птиц. Гомология первичной полоски птиц и бластопора амфибий. Сравнение гастрюляции у Anamnia и Amniota.
31. Образование и дифференцировка мезодермы у птиц.
32. Производные эктодермы у птиц: зародышевые и внезародышевые органы.
33. Нейруляция и развитие головного мозга у птиц.
34. Внезародышевые органы у высших позвоночных: развитие и функции.
35. Способы закладки и основные производные мезодермы у разных групп животных.
36. Развитие сомитов у позвоночных: дифференцировка, экспрессия генов («часы сегментации»).
37. Развитие передней кишки и сердца у зародышей птиц.
38. Производные зародышевых листков у позвоночных.
39. Особенности предимплантационного развития млекопитающих.
40. Клеточные механизмы, обеспечивающие процесс компактизации и кавитации в предимплантационный период.
41. Имплантация бластоцисты и этапы формирования хориона. Механизмы обеспечения начальных этапов децидуальной реакции. Взаимоотношения между зародышем и децидуальной тканью в период формирования плаценты.
42. Плацента: строение, функции и типы плацент млекопитающих.
43. Близнецы у человека.
44. Органогенез на примере развития конечности: формирование проксимо-дистальной, передне-задней и дорсо-вентральной осей конечности.
45. Каскады вторичных эмбриональных индукций на примере развития глаза позвоночных.

*К теоретическим вопросам к каждому экзаменационному билету прилагается неподписанная микрофотография одного из гистологических препаратов, изучаемых студентами на малом практикуме по эмбриологии. Отвечающий должен описать все структуры предлагаемого объекта и дать их подробную характеристику с учетом полученных на малом практикуме знаний.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основных этапов онтогенеза, механизмов роста, цитоморфологических и молекулярно-генетических закономерностей процессов дифференцировок и возможных причин аномалий развития.	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения: адекватно оценивать динамику процесса онтогенеза, сопоставлять основные	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности)	Успешное и систематическое умение

регуляторные пути развития (как онтогенетического, так и регенерационного), подбирать и анализировать научную литературу в области эмбриологии (биологии развития), читать и проводить анализ гистологических картин определенных этапов эмбриогенеза.			непринципиальн ого характера)	
Владения: общими представлениями о методах классической и современной эмбриологии (биологии развития) и оценивать их адекватность использования в научной работе	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы

А. Основная литература:

- Белоусов Л.В. Основы общей эмбриологии. М.: Изд-во МГУ. 2005.
- S.Gilbert, M.Barresi. Developmental Biology, 11th Edition Copyright © 2016 by Sinauer Associates
- Гилберт С. Биология развития. Т. 1, 2, 3. М.: Мир, 1993.
- Гилберт Скотт Ф. Биология развития. 7-е изд. СПб.: Политехника. 2010.
- Голиченков В.А., Иванов Е.А., Никерясова Е.Н. Эмбриология. М.: Academia. 2004.
- Практикум по эмбриологии (ред. проф. В.А. Голиченков, доц. М.Л. Семенова). М.: Academia. 2004.

Б. Дополнительная литература:

- Дондуа А.К. Биология развития. Т. 1, 2. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2004, 2005.
- Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития (генетический аспект). М.: Изд-во МГУ. 2002.
- Нуртазин С.Т., Всеволодов Э.Б. Биология индивидуального развития. Алматы: «Казак университеті». 2005.

8.2. Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

8.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- пакет программ MicrosoftOffice; AcrobatReader

- <http://9e.devbio.com/> Gilbert S.F. Developmental biology (9th edition). 2010.

8.5. Описание материально-технического обеспечения.

А. Помещения:

– аудитории для чтения лекций;

- учебные аудитории для проведения практических занятий.

Б. Оборудование:

- световые микроскопы, бинокляры;

- мультимедийная техника.

В. Иные материалы:

– коллекция гистологических препаратов, световые микрофотографии.