

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 10 от «11» мая 2017 г.  
Зав. кафедрой Хуснутдинова /Э.К. Хуснутдинова

Согласовано:  
Председатель УМК факультета /института  
Шпирная / И. А. Шпирная

Дисциплина Генетика развития

Дисциплина по выбору

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки  
Генетика

Квалификация  
Бакалавр

Разработчики (составители) профессор, д.б.н.	<u>Мустафина</u> / Мустафина О.Е.
доцент, к.б.н.	<u>Екомасова</u> / Екомасова Н.В.
доцент, к.б.н.	<u>Надыршина</u> / Надыршина Д.Д.

Для приема: 2015

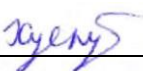
Уфа 2017г.

Составитель / составители: Мустафина О.Е. д.б.н., профессор кафедры генетики и фундаментальной медицины; Екомасова Н.В. к.б.н., доцент кафедры генетики и фундаментальной медицины; Надыршина Д.Д. к.б.н., доцент кафедры генетики и фундаментальной медицины

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики и фундаментальной медицины протокол №10 от «11» мая 2017 г.

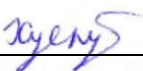
Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры генетики и фундаментальной медицины: обновлен перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины, протокол № 10 от «15 » июня 2018г.

Заведующий кафедрой

 / Э.К. Хуснутдинова /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры генетики и фундаментальной медицины: обновлено программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, протокол № 9 от «26 » апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой

 / Э.К. Хуснутдинова /

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	10
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	11
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	25
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	25
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	25
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	26

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**  
(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения <sup>1</sup>		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	О закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов.	<b>ОПК -9-</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	
	О молекулярно-генетических основах индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	
Умения	использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов. Уметь: использовать знание генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов	<b>ОПК -9-</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	

	применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общепрофессиональных задач	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины. Владеть: способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов для решения задач профессиональной деятельности	<b>ОПК -9</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	
	Владеть способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов. навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Генетика развития» относится к вариативной части, профильная дисциплина. Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре при очной и очно-заочной форме обучения.

Целью освоения дисциплины «Генетика развития» является формирование у студентов представлений о генетических механизмах участвующих в формировании организма в эмбриональном периоде. Целью освоения дисциплины «Генетика развития» является формирование у студентов представлений о генетических механизмах участвующих в формировании организма в эмбриональном периоде.

Для успешного освоения курса необходимы знания по физике, химии, биологии, биохимии, генетике, молекулярной генетике, экологической генетике, медицинской генетике, молекулярной биологии биологической этике, которые помогают студенту владеть способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

### **4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код и формулировка компетенции **ОПК 9-** способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами

Этап (уровень)	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворит ельно»)	3 («Удовлетвор ительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично »)
освоения компетенци и	обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)				
Первый этап (уровень)	Знать закономерност и воспроизведен ия и индивидуальн ого развития биологических объектов; молекулярно- генетические основы индивидуальн ого развития биологических объектов	Не знает закономернос ти воспроизведе ния и индивидуальн ого развития биологически х объектов; молекулярно- генетические основы индивидуальн ого развития биологически х объектов	Плохо знает закономернос ти воспроизведе ния и индивидуальн ого развития биологически х объектов; молекулярно- генетические основы индивидуальн ого развития биологически х объектов	Хорошо знает закономерно сти воспроизвед ения и индивидуальн ого развития биологическ их объектов; молекулярно - генетически е основы индивидуальн ого развития биологическ их объектов	Отлично знает закономер ности воспроизве дения и индивидуа льного развития биологиче ских объектов; молекуляр но- генетическ ие основы индивидуа льного развития биологиче ских объектов

Второй этап (уровень)	Уметь использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.	Не умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.	Плохо умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.	Хорошо умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.	Отлично умеет использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.
Третий этап (уровень)	Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	Не владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	Плохо владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	Хорошо владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	Отлично владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины

Код и формулировка компетенции ПК-3- готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)



<p>Первый этап (уровень)</p>	<p>Знать молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.</p>	<p>Не знает молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.</p>	<p>Плохо знает молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.</p>	<p>Хорошо знает молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.</p>	<p>Отлично знает молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии.</p>
<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>уметь применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общих профессиональных задач</p>	<p>Не умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общих профессиональных задач</p>	<p>Плохо умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общих профессиональных задач</p>	<p>Хорошо умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общих профессиональных задач</p>	<p>Отлично умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения общих профессиональных задач</p>

Третий этап (уровень)	Владеть способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	Не владеет способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	Плохо владеет способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	Хорошо владеет способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	Отлично владеет способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии
-----------------------	--	---	--	---	--

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	2. Знать закономерности воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов; молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов	<b>ОПК -9</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	Устный опрос 1, коллоквиум 2

	3. Знать молекулярно-генетические основы индивидуального развития биологических объектов, а также базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	Контрольное работа 1, Лабораторная работа 1
2-й этап Умения	2. Уметь использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов.	<b>ОПК -9</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	Устный опрос 2 коллоквиум 2
	3. Уметь применять на практике приемы составления аналитических описаний, обзоров, отчетов, рефератов	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	Лабораторная работа 2, контрольная работа 2
3-й этап Владеть навыками	2. Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины	<b>ОПК -9</b> способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	Устный опрос 3, Лабораторная работа 3, Коллоквиум 3
	3. Владеть способностью использовать знания генетических закономерностей индивидуального развития биологических объектов, методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии	<b>ПК -3-</b> готовностью применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.	Коллоквиум 3, Контрольная работа 3

**Рейтинг-план дисциплины  
(при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Программа дисциплины включает 3 модуля:

Модуль 1 – Введение в курс. Генный контроль развития дрозофилы.

Модуль 2 - 4. Раннее развитие млекопитающих.

Модуль 3 - Механизмы реализации процессов клеточной дифференцировки и морфогенеза.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Генетика развития»

1. Предмет и задачи генетики развития.
2. Цели, задачи, основные проблемы генетики развития. Перспективы практического применения достижений генетики развития.
3. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у эукариот. Модель Бриттена и Дэвидсона.
4. Детерминация пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Ключевые гены в определении пола у дрозофилы.
5. Этапы становления генетики развития.
6. Вклад зарубежных и российских ученых в генетику развития в период ее становления.
7. Роль клеточного ядра в развитии.
8. Морфогенетическая активность ядер и ее периодичность.
9. Влияние цитоплазмы на работу генов.
10. Модельные организмы в генетике развития.
11. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе
12. Хромосомы типа ламповых щеток
13. Политенные хромосомы.
14. Генетическая организация политенных хромосом.
15. Хромосомные пuffs.
16. Прицентромерный гетерохроматин в политенных хромосомах. Интеркалярный гетерохроматин в политенных хромосомах.
17. Использование политенных хромосом в генетическом анализе.
18. Диминуция хроматина.
19. Проблема генетической идентичности дифференцированных клеток
20. Теория дифференциальной активности генов
21. Механизмы регуляции активности генов
22. Пуффинг как цитологический показатель дифференциальной генной активности
23. Феномен аллельного исключения
24. Амплификация и магнификация генов
25. Общая характеристика развития млекопитающих.
26. Характеристика первичных половых клеток млекопитающих. Половые клетки в индифферентных зачатках гонад млекопитающих.
27. Инициация мейоза млекопитающих.
28. Развитие половых клеток у человека. Мейоз. Ранняя профазы. Поздняя профазы.
29. Созревание фолликулов. Созревание ооцита. Молекулярные процессы, ответственные за созревание ооцита.
30. Оплодотворение и ранние этапы дробления эмбриона.

31. Спермий. Строение зрелой яйцеклетки.
32. Процесс оплодотворения у млекопитающих.
33. Молекулярные механизмы активации яйцеклетки. Завершение мейоза.
34. Ранний эмбриогенез. Дробление. Двухбластомерный эмбрион.
35. Образование морулы. Образование бластоцисты. Некоторые свойства клеток ТЭ и ВКМ. Тотипотентность бластомеров ранних эмбрионов.
36. Монозиготные близнецы. Проспективные потенции различных частей бластоцисты. Преобразование бластоцисты в зародышевый цилиндр.
37. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у эукариот. Модель Бриттена и Дэвидсона.
38. Детерминация пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Ключевые гены в определении пола у дрозофилы.
39. Пути апоптоза в клетке.
40. Молекулярные механизмы регуляции апоптоза в клетке
41. Роль белка P53 в апоптозе.
42. Bcl2-белки в апоптозе.
43. Рецепторы смерти – FAS (CD95) и TNF-R1.
44. Апоптоз, некроз, аутофагия. Сравнительные аспекты.
45. Роль апоптоза в процессе онтогенеза и эмбриогенеза.
46. Апоптоз: роль в развитии нематоды (*C. elegans*).
47. Апоптоз и старение.
48. Эмбриональная индукция.
49. Факторы, характеризующие эмбриональную индукцию (индуктор, компетентная ткань, взаимодействие индуктора и компетентной ткани).
50. Основные закономерности созревания индуктора и компетентной ткани.
51. Молекулярная природа индукторов.
52. Молекулярная природа мезодермальных индукторов.
53. Молекулярная природа нейроиндуцирующих факторов.  
Гены эмбриональной индукции: *WNT, Noggin, Notch, Dorsalin, Hedgehog*

Структура экзаменационного билета:

Включает себя вопросы с каждого раздела дисциплины. Всего в билете 3 вопроса

Примерные вопросы для экзамена:

1. Цели, задачи, основные проблемы генетики развития. Перспективы практического применения достижений генетики развития.
2. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у эукариот. Модель Бриттена и Дэвидсона.
3. Детерминация пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Ключевые гены в определении пола у дрозофилы.

Образец экзаменационного билета:

**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ**

**«Генетика развития»**

Экзаменационный билет № 1

4. Цели, задачи, основные проблемы генетики развития. Перспективы практического применения достижений генетики развития.

5. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у эукариот. Модель Бриттена и Дэвидсона.
6. Детерминация пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Ключевые гены в определении пола у дрозофилы.

Зав. кафедрой -

/Э.К. Хуснутдинова/

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Критерии оценки очно-заочной формы обучения .**

Для студентов, обучающихся на заочной формах обучения критерии оценивания знаний на экзамене следующие:

- **«отлично»** выставляется, если выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **«хорошо»** выставляется, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Освоение дисциплины проводится в ходе лекций, лабораторных занятий и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

### **Пример лабораторной работы** **СТРОЕНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК. ГАМЕТОГЕНЕЗ**

Цель работы: изучить строение половых клеток и особенности процесса их образования – гаметогенеза.

Материалы и оборудование: микроскоп, предметные стекла с готовыми микропрепаратами.

Ход работы Теоретическая часть

По сравнению с другими клетками гаметы выполняют уникальные функции. Они обеспечивают передачу наследственной информации между поколениями особей, что поддерживает жизнь во времени. Гаметы – это одно из направлений дифференцировки клеток многоклеточного организма, направленное на процесс размножения. Это высокодифференцированные клетки, ядра которых содержат всю необходимую наследственную информацию для развития нового организма.

Особенности гамет:

- 1) гаплоидный набор хромосом обеспечивает воспроизведение в зиготе типичного для организмов данного вида диплоидного набора;
- 2) необычное ядерно-цитоплазматическое соотношение (т. е. отношение объема ядра к объему цитоплазмы). У яйцеклеток оно снижено за счет того, что имеется много цитоплазмы, где содержится питательный материал (желток) для будущего зародыша. В сперматозоидах, наоборот, ядерно-цитоплазматическое соотношение высокое, так как мал объем цитоплазмы (почти вся клетка занята ядром). Этот факт находится в соответствии с основной функцией сперматозоида – доставкой наследственного материала к яйцеклетке;
- 3) низкий уровень обмена веществ в гаметах. Их состояние похоже на анабиоз.

#### **Строение и функции яйцеклетки**

Яйцеклетка – крупная неподвижная клетка, обладающая запасом питательных веществ. Размеры женской яйцеклетки составляют 150 – 170 мкм (гораздо больше мужских сперматозоидов, размер которых 50 – 70 мкм).

Функции питательных веществ различны. Их выполняют:

- 1) компоненты, нужные для процессов биосинтеза белка (ферменты, рибосомы, м-РНК, т-РНК и их предшественники);
- 2) специфические регуляторные вещества, которые контролируют все процессы, происходящие с яйцеклеткой, например фактор дезинтеграции ядерной оболочки (с этого процесса начинается профазы I-го мейотического деления), фактор, преобразующий ядро сперматозоида в пронуклеус перед фазой дробления, фактор, ответственный за блок мейоза на стадии метафазы II и др.;
- 3) желток, в состав которого входят белки, фосфолипиды, различные жиры, минеральные соли. Именно он обеспечивает питание зародыша в эмбриональном периоде.

По количеству желтка в яйцеклетке она может быть алецитальной, т. е. содержащей ничтожно малое количество желтка, поли-, мезо- или олиголецитальной. Человеческая

яйцеклетка относится к алецитальным. Это обусловлено тем, что человеческий зародыш очень быстро переходит от гистиотрофного типа питания к гематотрофному. Также человеческая яйцеклетка по распределению желтка является изолецитальной: при ничтожно малом количестве желтка он равномерно располагается в клетке, поэтому ядро оказывается примерно в центре. Яйцеклетка имеет оболочки, которые выполняют защитные функции, препятствуют проникновению в яйцеклетку более одного сперматозоида, способствуют имплантации зародыша в стенку матки и определяют первичную форму зародыша. Яйцеклетка лишена аппарата активного движения. За 4 – 7 суток она проходит по яйцеводу до полости матки расстояние, которое примерно составляет 10 см. Для яйцеклетки характерна плазматическая сегрегация. Это означает, что после оплодотворения в еще не дробящемся яйце происходит такое равномерное распределение цитоплазмы, что в дальнейшем клетки зачатков будущих тканей получают ее в определенном закономерном количестве.

### **Строение и функции сперматозоидов**

Сперматозоид – это мужская половая клетка (гамета). Он обладает способностью к движению, чем в известной мере обеспечивается возможность встречи разнополых гамет. Размеры сперматозоида микроскопические: длина этой клетки у человека составляет 50 – 70 мкм (самые крупные они у тритона – до 500 мкм). Все сперматозоиды несут отрицательный электрический заряд, что препятствует их склеиванию в сперме. По морфологии сперматозоиды резко отличаются от всех других клеток, но все основные органеллы в них имеются. Каждый сперматозоид имеет головку, шейку, промежуточный отдел и хвост в виде жгутика. Почти вся головка заполнена ядром, которое несет наследственный материал в виде хроматина. На переднем конце головки (на ее вершине) располагается акросома, которая представляет собой видоизмененный комплекс Гольджи. Здесь происходит образование гиалуронидазы – фермента, который способен расщеплять мукополисахариды оболочек яйцеклетки, что делает возможным проникновение сперматозоида внутрь яйцеклетки. В шейке сперматозоида расположена митохондрия, которая имеет спиральное строение. Она необходима для выработки энергии, которая тратится на активные движения сперматозоида по направлению к яйцеклетке. При электронной микроскопии сперматозоида обнаружено, что цитоплазма головки имеет не коллоидное, а жидкокристаллическое состояние. Этим достигается устойчивость сперматозоида к неблагоприятным условиям внешней среды (например, к кислой среде женских половых путей). Гаметогенез – процесс образования яйцеклеток (овогенез) и сперматозоидов (сперматогенез) – делится на несколько стадий. 1. В стадии размножения диплоидные клетки, из которых образуются гаметы, называют сперматогониями и овогониями. Эти клетки осуществляют серию последовательных митотических делений, в результате чего их количество существенно возрастает. Сперматогонии размножаются на протяжении всего периода половой зрелости мужской особи. Размножение овогоний приурочено главным образом к периоду эмбриогенеза. У человека в женском организме этот процесс наиболее интенсивно протекает в яичниках между 2-м и 5-м месяцами внутриутробного развития. К 7-му месяцу большая часть овоцитов входит в профазу I мейоза. Так как способом размножения клеток-предшественниц женских и мужских гамет является митоз, то овогоний и сперматогоний, как и все соматические клетки, характеризуются диплоидностью. Если в одинарном гаплоидном наборе число хромосом обозначить как  $n$ , а количество ДНК – как  $c$ , то генетическая формула клеток в стадии размножения соответствует  $2n2c$  до S-периода и  $2n4c$  после него. 2. На стадии роста происходит увеличение клеточных размеров и превращение мужских и женских половых клеток в сперматоциты и овоциты I порядка, причем последние достигают больших размеров, чем первые. Одна часть накапливаемых веществ представляет собой питательный материал (желток в овоцитах), другая – связана с последующими делениями. Важным событием этого периода является репликация ДНК при сохранении неизменным числа хромосом. Последние приобретают двунитчатую структуру, а генетическая формула сперматоцитов и овоцитов I порядка приобретает вид  $2n4c$ . 3. Основными



событиями стадии созревания являются два последовательных деления: редукционное и эквационное, которые вместе составляют мейоз. После первого деления образуются сперматоциты и овоциты II порядка (формула  $n2c$ ), а после второго – сперматиды и зрелая яйцеклетка ( $nc$ ). В результате делений на стадии созревания каждый сперматоцит I порядка дает четыре сперматиды, тогда как каждый овоцит I порядка – одну полноценную яйцеклетку и редукционные тельца, которые в размножении не участвуют. Благодаря этому в женской гамете концентрируется максимальное количество питательного материала – желтка. 4. Процесс сперматогенеза завершается стадией формирования, или спермиогенеза.

### **Практическая часть**

Задание 1. Изучите и зарисуйте схему строения сперматозоида млекопитающих, обозначьте на рисунке структурные образования головки, шейки, связующего звена и хвостика. При малом увеличении микроскопа изучите готовые микропрепараты

сперматозоидов, затем при большом увеличении внимательно изучите видовые особенности их строения, сравнив с рис. 15. Обратите при этом внимание на размеры и форму головки с акросомой, связующего отдела (тела) и хвостика. Зарисуйте несколько сперматозоидов, которые вы видите в поле зрения микроскопа, обозначьте их видовую принадлежность и структурные образования. 33 Рис. 15. Схема строения сперматозоида

Задание 2. Изучите и зарисуйте строение яйцеклетки млекопитающего, обозначьте составные части. Рассмотрите под микроскопом строение яйцеклеток кошки. В яичнике кошки найдите яйцеклетку (овоцит I порядка) во вторичном фолликуле. Почти в центре овоцита находится круглое слабо окрашенное ядро, в котором хорошо контурируется ядрышко. Зарисуйте микроскопическое строение яичника кошки (рис. 16).

Задание 3. Изучите и зарисуйте схему основных этапов сперматогенеза и овогенеза. Контрольные вопросы

1. Какое строение имеет сперматозоид млекопитающих?
2. Какое строение имеет яйцеклетка млекопитающих?
3. Как называются первичные половые клетки?
4. Каковы отличия овогенеза от сперматогенеза?

### **Критерии оценивания лабораторной работы**

**Защита каждой лабораторной работы для очной формы обучения оценивается максимально в 5 баллов.**

**5 баллов** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

**4 балла** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

**3 балла** выставляется, работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

**0-2 балла** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

**Защита каждой лабораторной работы для очно-заочной формы обучения оценивается следующим образом**

**Оценка отлично** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

**Оценка хорошо** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

**Оценка удовлетворительно** выставляется, работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

**Оценка неудовлетворительно** выставляется, если работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

### **Вопросы для устного опроса**

#### Занятие № 1

1. Предмет и задачи генетики развития.
2. Этапы становления генетики развития.
3. Вклад зарубежных и российских ученых в генетику развития в период ее становления.
4. Роль клеточного ядра в развитии.
5. .Опыты по ведущей роли ядра в развитии.
6. Морфогенетическая активность ядер и ее периодичность.
7. Влияние цитоплазмы на работу генов.
8. Модельные организмы в генетике развития.

#### Занятие № 2

1. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе
2. Хромосомы типа ламповых щеток
3. Политенные хромосомы.
4. Генетическая организация политенных хромосом.
5. Хромосомные пuffs.
6. Прицентромерный гетерохроматин в политенных хромосомах. Интеркалярный гетерохроматин в политенных хромосомах.
7. Использование политенных хромосом в генетическом анализе.
8. Диминуция хроматина.

#### Занятие № 3

1. Проблема генетической идентичности дифференцированных клеток
2. Теория дифференциальной активности генов
3. Механизмы регуляции активности генов
4. Пуффинг как цитологический показатель дифференциальной

генной активности

5. Феномен аллельного исключения
6. Амплификация и магнификация генов

#### Занятие № 4

1. Общая характеристика развития млекопитающих.
2. Характеристика первичных половых клеток млекопитающих. Половые клетки в индифферентных зачатках гонад млекопитающих.
3. Инициация мейоза млекопитающих.
4. Развитие половых клеток у человека. Мейоз. Ранняя профза. Поздняя профза.
5. Созревание фолликулов. Созревание ооцита. Молекулярные процессы, ответственные за созревание ооцита.
6. Оплодотворение и ранние этапы дробления эмбриона.
7. Спермий. Строение зрелой яйцеклетки.
8. Процесс оплодотворения у млекопитающих.
9. Молекулярные механизмы активации яйцеклетки. Завершение мейоза.
10. Ранний эмбриогенез. Дробление. Двухбластомерный эмбрион.
11. Образование морулы. Образование бластоцисты. Некоторые свойства клеток ТЭ и ВКМ. Тотипотентность бластомеров ранних эмбрионов.
12. Монозиготные близнецы. Проспективные потенции различных частей бластоцисты. Преобразование бластоцисты в зародышевый цилиндр.

#### Занятие № 5

1. Пути апоптоза в клетке.
2. Молекулярные механизмы регуляции апоптоза в клетке
3. Роль белка P53 в апоптозе.
4. Bcl2-белки в апоптозе.
5. Рецепторы смерти – FAS (CD95) и TNF-R1.
6. Апоптоз, некроз, аутофагия. Сравнительные аспекты.
7. Роль апоптоза в процессе онтогенеза и эмбриогенеза.
8. Апоптоз: роль в развитии нематоды (*C. elegans*).
9. Апоптоз и старение.

#### Занятие № 6

1. Эмбриональная индукция.
2. Факторы, характеризующие эмбриональную индукцию (индуктор, компетентная ткань, взаимодействие индуктора и компетентной ткани).
3. Основные закономерности созревания индуктора и компетентной ткани.
4. Молекулярная природа индукторов.
5. Молекулярная природа мезодермальных индукторов.
6. Молекулярная природа нейроиндуцирующих факторов.
7. Гены эмбриональной индукции: *WNT*, *Noggin*, *Notch*, *Dorsalin*, *Hedgehog*

#### **Ответы при устном опросе оцениваются максимально в 5 баллов.**

- 5 баллов выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам и ответил на дополнительные вопросы.

- 4 балла выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам и ответил на дополнительные вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.

- 1-3 балла выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам и не ответил на дополнительные вопросы.

- 0 баллов выставляется студенту, если не готов к вопросам.

**Ответы при устном опросе для очно-заочной формы обучения оцениваются следующим образом.**

- Оценка отлично выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам и ответил на дополнительные вопросы.

- Оценка хорошо выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам и ответил на дополнительные вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.

- Оценка удовлетворительно выставляется студенту, если подготовился ко всем вопросам. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.

- Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, если не готов к вопросам и не ответил на дополнительные вопросы.

### **Вопросы для подготовки к коллоквиуму 1**

1. Предмет и задачи генетики развития.
2. Основные проблемы генетики развития.
3. Основные принципы генетики развития.
4. История становления генетики развития как научного направления. Основные этапы становления. Ведущие зарубежные и отечественные ученые – основоположники научного направления «Генетика развития».

### **Вопросы для подготовки к коллоквиуму 2**

1. Роль клеточного ядра в развитии.
2. Основополагающие эксперименты, подтверждающие ведущую роль ядра в развитии. Работы Х. Шпемана, Г. Гемерлинга, А.Л. Юдина, Б.Л. Астаурова, Г.В. Лопашова, Р. Бриггса, Т. Кинга, Д. Гердона, Л.М. Чайлахяна, Я. Уилмута.
3. Роль цитоплазмы в реализации наследственной информации и формировании некоторых признаков организма. Опыты Д. Гердона. Диминуция хроматина.
4. Иерархия стволовых клеток. Тотипотентные, плюрипотентные, мультипотентные, унипотентные клетки.
5. Морфогенетическая активность ядер и ее периодичность. Критические периоды развития.
6. Общий принцип генетического контроля развития.
7. Гипотеза дифференциальной активности генов.
8. Гистоновый код.
9. Регуляция экспрессии генов (на уровне транскрипции, посттранскрипционном уровне, на уровне трансляции). Координированные и некоординированные изменения генной экспрессии.
10. Особенности взаимодействия генов в развитии организма.
11. Особенности функционирования генетических систем, контролирующих развитие. «Опережающее» функционирование генов в ходе онтогенеза.
12. Генные сети.

**Защита каждого коллоквиума для очной формы обучения оценивается максимально в 5 баллов.**

- 5 баллов выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам

коллоквиума и ответил на дополнительные вопросы.

- 4 балла выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам коллоквиума и ответил на дополнительные вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.

- 3 балл выставляется студенту, если подготовился ко всем вопросам коллоквиума. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.

- 0-2 баллов выставляется студенту, если Не готов к вопросам коллоквиума и не ответил на дополнительные вопросы.

**Защита каждого коллоквиума для очно-заочной формы обучения оценивается следующим образом.**

- Оценка отлично выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам коллоквиума и ответил на дополнительные вопросы.

- оценка хорошо выставляется студенту, если полностью подготовился ко всем вопросам коллоквиума и ответил на дополнительные вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.

- Оценка удовлетворительно выставляется студенту, если подготовился ко всем вопросам коллоквиума. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.

- Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, если Не готов к вопросам коллоквиума и не ответил на дополнительные вопросы.

### **Задания для контрольной работы**

Описание контрольной работы:

Для подготовки к контрольной работе используется следующий перечень вопросов:

**Введение в дисциплину.** Предмет и задачи генетики развития. История. Префомизм. Эпигенез. Роль клеточного ядра в развитии. Тотипотентность генома. Этапы онтогенеза. Апоптоз. Молекулярно-генетические методы, применяемые в исследованиях по генетике развития.

**Общая характеристика развития дрозофилы.** Созревание яйцеклетки дрозофилы. Ранний эмбриогенез дрозофилы. Поздний эмбриогенез дрозофилы. Личиночная стадия развития. Тотипотентность и детерминация в эмбриогенезе дрозофилы. Генный контроль развития дрозофилы.

**Генный контроль развития дрозофилы.** Характеристика материнских генов. Роль генов сегментации в развитии. Гомеозисные гены и их роль в развитии.

**Раннее развитие млекопитающих.** Общая характеристика развития млекопитающих. Характеристика первичных половых клеток. Половые клетки в индифферентных зачатках гонад. Инициация мейоза. Развитие половых клеток у человека. Мейоз. Ранняя профазы. Поздняя профазы. Созревание фолликулов. Созревание ооцита. Молекулярные процессы, ответственные за созревание ооцита. Оплодотворение и ранние этапы дробления эмбриона. Спермий. Строение зрелой яйцеклетки. Процесс оплодотворения у млекопитающих. Молекулярные механизмы активации яйцеклетки. Завершение мейоза

**Ранний эмбриогенез.** Ранний эмбриогенез. Дробление. Двухбластомерный эмбрион.

Образование морулы. Образование бластоцисты. Некоторые свойства клеток ТЭ и ВКМ. Тотипотентность бластомеров ранних эмбрионов. Монозиготные близнецы. Проспективные потенции различных частей бластоцисты. Преобразование бластоцисты в зародышевый цилиндр.

### **Механизмы реализации процессов клеточной дифференцировки и морфогенеза.**

Обратимые (эпигеномные) изменения отдельных участков хроматина с сохранением непрерывной структуры. Необратимые изменения участков хроматина. Онтогенетическая стабильность генома как базовая характеристика половых и соматических клеток большинства многоклеточных животных в ходе онтогенеза. Цитологические, генетические, эмбриологические и молекулярно-биологические доказательства эквивалентности генома в клетках различных типов тканей и органов. Клонирование организмов как доказательство эквивалентности клеточных генотипов в онтогенезе. Явления онтогенетической нестабильности генома в соматических клетках ряда животных как результат геномных перестроек соматических клеток.

Диминуция хроматина у паразитирующих нематод и некоторых насекомых в соматических клетках; реорганизация ДНК в ходе образования генов иммуноглобулинов в В-лимфоцитах и клеточных рецепторов в Т-лимфоцитах; транслокации хромосом в ходе онтогенеза как причины возникновения ряда опухолей. Изменение структуры хромосом в ходе развития: пуффинг, образование ламповых щеток, политения, недорепликация сателлитных ДНК, амплификация рибосомных (ядрышковых) генов, Инактивация районов X-хромосом у самок млекопитающих. Импринтинг. Функциональные различия отцовских и материнских геномов, возникающие в гаметогенезе (метилирование, экспансия триплетных повторов у млекопитающих). Многоуровневый характер регуляции экспрессии генов (регуляция на уровне хроматина, транскрипции, процессинга, транспорта из ядра в цитоплазму, претрансляции, трансляции мРНК, при посттрансляционном созревании белков, секреции и созревании белков после секреции). Регуляция генов на уровне инициации транскрипции. Цис-элементы промоторов и транс-факторы регуляции транскрипции. Общие и специальные транскрипционные факторы. ДНК-белковые и белок-белковые взаимодействия. Роль белковых факторов, взаимодействующих с хроматином. Доменная структура транскрипционных факторов, на примере ТФ важных для раннего эмбрионального развития животных: гомеодомен (helix-turn-helix), Paired-домен, basicHLH. Регуляция экспрессии генов на посттранскрипционном уровне в ходе созревания насцентной РНК (терминация транскрипции, кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг, транспорт из ядра в цитоплазму). Детерминация пола у *Drosophila* (на уровне транскрипции и сплайсинга): гены нумераторы и деноминаторы, *sex lethal* (*Sxl*), *transformer* (*tra*), *doublesex* (*Dsx*). Регуляция

экспрессии генов в на пре-трансляционном и трансляционном уровнях.

**Гомеобоксы у человека и наследственные болезни.** *HOX*-кластеры у человека, локализация, количество генов. Анализ времени и места действия генов. Аутосомно-доминантный синдром при мутации в гене *HOXA*. Синполидактилия, обусловленная мутацией в гене *HOXD*. Мутация в гене *PAX3*, обуславливающая синдром Ваарденбурга 1-го типа. Мутация в гене *PAX2*, синдром. Мутация в гене *PAX6*, обуславливающая развитие аниридии. Мутации в гене *PAX8*, приводящие к эктопии щитовидной железы. Серия генов *SOX*, экспрессия. Мутации генов «цинковых пальцев». Серия генов T-box.

Пример варианта контрольной работы:

#### **Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе**

1. Цели, задачи, основные проблемы генетики развития. Перспективы практического применения достижений генетики развития.
2. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у эукариот. Модель Бриттена и Дэвидсона.
3. Детерминация пола. Балансовая теория определения пола у дрозофилы. Ключевые гены в определении пола у дрозофилы.

#### **Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе**

1. Префомизм и эпигенез.
2. Роль гистонов в ремоделировании хроматина. Гистоновый код.
3. Дифференциальная активность гомологичных хромосом и их участков. Генетические последствия инактивации хромосомы (компенсация дозы X-сцепленного гена, разная экспрессия у гетерозиготных женщин, мозаицизм)

#### **Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе**

1. Основные положения теории А. Вейсмана.
2. Цис- и транс-действующие факторы регуляции экспрессии генов. Роль транскрипционных факторов в регуляции экспрессии генов.
3. Молекулярно-генетическое обеспечение плана строения организма на примере плодовой мухи.

#### **Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе**

1. Ранний эмбриогенез дрозофилы.
2. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции у прокариот.
3. Дифференциальная активность гомологичных хромосом и их участков. Инактивация X-хромосомы. Гипотеза Мэри Лайон. Ключевые гены инактивации X-хромосомы.

#### **Перечень вопросов для подготовки к контрольной работе**

1. Овогенез дрозофилы.
2. Роль энхансеров, сайленсеров, инсуляторов в регуляции экспрессии генов.
3. Ооплазматическая сегрегация. Гены материнского эффекта
1. Особенности изучения заболеваний с наследственной предрасположенностью на примере аллергического ринита

**Защита каждой контрольной работы для очной формы обучения оценивается максимально в 10 баллов.**

- 10 баллов выставляется студенту, если верно ответил на все вопросы контрольной работы.
  - 6-9 баллов выставляется студенту, если ответил на все вопросы контрольной работы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.
  - 3-5 баллов выставляется студенту, если ответил на более чем 50% вопросов контрольной работы. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.
  - 0-2 баллов выставляется студенту, если ответил на менее чем 50% вопросов контрольной работы. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности
- Самостоятельная работа по подготовке к итоговому контролю – экзамену проводится по программе дисциплины.

**Защита каждой контрольной работы для очно-заочной формы обучения оценивается следующим образом.**

- Оценка отлично выставляется студенту, если верно ответил на все вопросы контрольной работы.
- Оценка хорошо выставляется студенту, если ответил на все вопросы контрольной работы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.
- Оценка удовлетворительно выставляется студенту, если ответил на более чем 50% вопросов контрольной работы. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.
- Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, если ответил на менее чем 50% вопросов контрольной работы. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности

Самостоятельная работа по подготовке к итоговому контролю – экзамену проводится по программе дисциплины.

### **Реферат.**

Реферат выполняется на листах бумаги формата А4 (шрифт Times New Roman, размер 14, интервал между строк полуторный). Титульный лист оформляется в соответствии с принятыми в БашГУ нормами.

Реферат должен иметь содержание, введение, основную часть, разбитую на несколько глав, заключение и список литературы. Во введении автору нужно объяснить причину выбора данной темы, подчеркнуть ее актуальность, кратко охарактеризовать использованную литературу. В заключении сделать выводы по основной части, дать авторские оценки той проблемы, которая рассматривалась в реферате.

Объем реферата –18-25 стр. машинописного текста. Особо ценится практическая направленность работы.

### **Темы для реферата:**

1. Пути апоптоза в клетке.
2. Молекулярные механизмы регуляции апоптоза в клетке
3. Роль белка P53 в апоптозе.
4. Bcl2-белки в апоптозе.
5. Рецепторы смерти – FAS (CD95) и TNF-R1.



6. Апоптоз, некроз, аутофагия. Сравнительные аспекты.
7. Роль апоптоза в процессе онтогенеза и эмбриогенеза.
8. Апоптоз: роль в развитии нематоды (*C. elegans*).
9. Эмбриональная индукция.
10. Факторы, характеризующие эмбриональную индукцию (индуктор, компетентная ткань, взаимодействие индуктора и компетентной ткани).
11. Основные закономерности созревания индуктора и компетентной ткани.
12. Молекулярная природа индукторов.
13. Молекулярная природа мезодермальных индукторов.
14. Молекулярная природа нейроиндуцирующих факторов.
15. Гены эмбриональной индукции: *WNT*, *Noggin*, *Notch*, *Dorsalin*, *Hedgehog*

**Защита каждого реферата оценивается следующим образом:**

- Зачет выставляется студенту, если раскрыта актуальность проблемы и темы; - студентом продемонстрирована самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; присутствует наличие авторской позиции, самостоятельность суждений. Кроме того студентом было показано умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал, а также обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.

- Незачет выставляется, если студентом было показано отсутствие умения систематизировать и структурировать материал, логика изложения материала неясна. Реферируемый материал принадлежит к одному источнику.

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература**

1. Иванов В.И., Барышникова Н.В., Билеева Д.С., Дадали Е.Л., Константинова Л.М., Кузенова О.В., Поляков А.В. Генетика. Учебник для вузов/ Под ред. Академика РАМН Иванова В.И. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 638 с.: ил. – 48шт.

**Дополнительная литература**

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. – 2-е издание, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во Н-Л, 2010 с.: ил. – 48 шт.
2. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та: Сиб. унив. Изд-во, 2002. – 459 с.: ил. – 35 шт.
3. Мустафин Р.Н., Нургалиева А.Х., Прокофьева Д.С., Хуснутдинова Э.К. Анализ генома человека: учебное пособие – Уфа: РИЦ БашГУ, 2016 – 80 с. – 29 шт.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

2. <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
3. <http://www.uniprot.org/>
4. <http://www.cellbio.com/>
5. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementy.ru/news>

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: Аудитория № 232(учебный корпус биофака), аудитория №332 (учебный корпус биофака).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №227 Лаборатория ПЦР-анализа (учебный корпус биофака).</p> <p>3.учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:аудитория № 319 Лаборатория ИТ (учебный корпус биофака), аудитория №231 лаборатория ИТ (учебный корпус биофака), аудитория №130 (учебный корпус биофака).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория №319 лаборатория ИТ (учебный корпус биофака), аудитория №231 лаборатория ИТ (учебный корпус биофака), аудитория №130 (учебный корпус биофака).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: читальный зал №1, (главный корпус), аудитория № 428 (учебный корпус биофака).</p>	<p align="center"><b>Аудитория № 232</b></p> <p>Учебная мебель, доска, мультимедиа-проекторPanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 332</b></p> <p>Учебная мебель, доска, мультимедиа-проекторPanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma 244*183.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 227</b></p> <p align="center"><b>Лаборатория ПЦР-анализа</b></p> <p>Лабораторная мебель, вытяжной шкаф, гельдокументирующая система Quantum-ST4-1000/26MX, ДНК-Амплификатор ABI GeneAmp 2720 Thermal Cycler с алюм. термоблоком на 96 пробирок, центрифуга Eppendorf 5804R с охлаждением, термостат жидкостной (баня) , GFL-1041, автоклав паровой Tuttnauer модели 2540МК, камера электрофоретическая горизонтальная (2 шт), весы SPS2001F, Ohaus; авт.пипетка 0,5-5 мкл Black микронаконечник, Thermo. авт. пипетка 10-100 мкл Black Thermo, авт.пипетка 1-10 мл Лайт Thermo, авт. пипетка 100-1000 мкл Black Thermo, ПЦР-бокс БАВ-ПЦР-1 (2 шт), мини-центрифуга-вортекс "Micro-spin" FV-2400; центрифуга Eppendorf MiniSpin Plus для микропробирок 1,5/2,0 мл, 12 мест, до 14500 об/мин, ДНК-амплификатор в реальном времени BioRad CFX96 Real Touch System.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 130</b></p> <p>Учебная мебель, доска маркерная, экран настенный, мультимедиа-проектор EPSONEB-X8, компьютер-моноблок LenovoC200Atom, МФУ HP Laser JetM 1120, микроскоп МИКМЕД-5 (12 шт).</p> <p align="center"><b>Аудитория № 319</b></p> <p align="center"><b>Лаборатория ИТ</b></p> <p>Учебная мебель, доска, персональный компьютер в комплекте №1 iRU Corp – 15 шт.</p> <p align="center"><b>Аудитория № 231</b></p> <p align="center"><b>Лаборатория ИТ</b></p> <p>Учебная мебель, доска, экран белый, персональный компьютер в комплекте HP AiO 20" CQ 100 eu моноблок (12 шт.)</p> <p align="center"><b>Читальный зал №1</b></p> <p>Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к электронным библиотечным</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Программное обеспечение Moodle. Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle, <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a> Перевод лицензии для системы Moodle, <a href="http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf">http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</a></p>

	<p>системам (ЭБС) и БД, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт. Wi-Fi доступ для мобильных устройств.</p>	
--	---	--

**Аудитория № 428**

обная мебель, доска, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma 200\*200, моноблоки стационарные - 2 шт.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Генетика развития на 8 семестр  
(наименование дисциплины)

Очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12
практических/ семинарских	
лабораторных	24
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	80,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_ 8 \_\_\_ семестр

реферат \_\_\_ 8 \_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение в курс «Генетика развития»: предмет, задачи, история становления как научной дисциплины, концепции и проблемы.	1		2	5	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Изучение перечня вопросов по первой теме	Устный опрос, Коллоквиум
2.	Регуляция экспрессии генов в развитии .	2		2	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка к лабораторной работе	Контрольное работа , Лабораторная работа
3.	Генетическая регуляция развития организма.	2		4	7	Основная литература: 1	Подготовка к коллоквиуму	Устный опрос, коллоквиум

						Дополнительная литература: 1-3		
4.	Дифференциальная активность геномов	2		4	5	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Модельные организмы в генетике развития	Лабораторная работа, контрольная работа
5.	Молекулярно-генетическое обеспечение плана строения организма	2		4	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Сигнальные пути, управляющие процессами развития	Лабораторная работа
6.	Гомеозисные гены	2		4	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум
7.	Онтогенез, эволюция и гены	1		4	13,5	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Систематизация всех знаний	Коллоквиум Контрольная работ
	Экзамен							
	Реферат				20	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка реферата	
	<b>Всего часов:</b>	12		24	80,5			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Генетика развития на 8 семестр  
(наименование дисциплины)

Очно-заочная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических/ семинарских	
лабораторных	10
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	98,5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25,8

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_8\_\_\_ семестр

реферат \_\_\_8\_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение в курс «Генетика развития»: предмет, задачи, история становления как научной дисциплины, концепции и проблемы.	1		1	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Изучение перечня вопросов по первой теме	Устный опрос, Коллоквиум
2.	Регуляция экспрессии генов в развитии .	2		2	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка к лабораторной работе	Контрольное работа , Лабораторная работа
3.	Генетическая регуляция развития организма.	1		2	20	Основная литература: 1	Подготовка к коллоквиуму	Устный опрос, коллоквиум



						Дополнительная литература: 1-3		
4.	Дифференциальная активность геномов	1		1	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Модельные организмы в генетике развития	Лабораторная работа, контрольная работа
5.	Молекулярно-генетическое обеспечение плана строения организма	1		1	10	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Сигнальные пути, управляющие процессами развития	Лабораторная работа
6.	Гомеозисные гены	1		2	13,5	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум
7.	Онтогенез, эволюция и гены	1		1	5	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Систематизация всех знаний	Коллоквиум Контрольная работ
	Экзамен							
	Реферат				20	Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1-3	Подготовка реферата	
	<b>Всего часов:</b>	8		10	98,5			

**Рейтинг – план дисциплины**  
**Генетика развития**  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)  
направление 06.03.01 Биология  
курс 4 , семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Введение в курс. Генный контроль развития дрозофилы</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	1	0	5
2. Коллоквиум	5	1	0	5
3. Лабораторная работа	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	10	1	0	10
<b>Модуль 2 Раннее развитие млекопитающих</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	1	0	5
2. Коллоквиум	5	1	0	5
3. Лабораторная работа	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	10	1	0	10
<b>Модуль 3 Механизмы реализации процессов клеточной дифференцировки и морфогенеза</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Лабораторная работа	5	1	0	5
2. Коллоквиум	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
Контрольная работа	10	1	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Активная работа при проведении лабораторных и практических работ	-	-	-	5
3. Выполнение индивидуального задания	-	-	-	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий	-	-	-6	0
2. Посещение практических занятий	-	-	-10	0
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен	1	30	0	30
Всего				110