

Белорусский государственный университет



« 30 » июня 2016 г.

Регистрационный № УД -2418/уч.

Молекулярные основы биологии развития

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 01 Биология (по направлениям)
специализаций 1-31 01 01-01 25 Молекулярная биология и
1-31 01 01-02 25 Молекулярная биология

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебных планов УВО № G31-132/уч. 2013 г., № G31-133/уч. 2013 г., № G31з-157/уч. 2013 г., № G31з-159/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Ходосовская Алина Михайловна, доцент кафедры молекулярной биологии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой молекулярной биологии Белорусского государственного университета (протокол № 22 от 18 мая 2016 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 25 мая 2016 г.)

Учебная дисциплина «Молекулярные основы биологии развития» относится к циклу дисциплин специализации учебных планов по специальностям 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность) и 1-31 01 01-02 Биология (научно-педагогическая деятельность).

Развитие биологии нескольких последних десятилетий характеризуется значительным прогрессом в области молекулярной биологии индивидуального развития – науки, которая возникла в результате синтеза достижений молекулярной биологии, генетики, цитологии, биохимии, генной инженерии, с одной стороны, и классической эмбриологии животных, эволюционной теории, с другой стороны. Благодаря такой интеграции появилась возможность расшифровки механизмов реализации генетической программы онтогенеза. Освоение студентами знаний о достижениях в понимании закономерностей индивидуального развития, в совершенствовании экспериментальных методов данной науки является важным этапом подготовки высококвалифицированных специалистов-биологов.

Целью учебной дисциплины «Молекулярные основы биологии развития» является рассмотрение молекулярно-клеточных механизмов, лежащих в основе индивидуального развития организма. Основное внимание уделяется процессу формирования из оплодотворенной яйцеклетки многоклеточного организма, состоящего из разнообразных типов специализированных клеток. В программе курса освещаются вопросы о фундаментальных составляющих процесса развития, к которым относятся пролиферация клеток, их дифференцировка и морфогенез – образование надклеточных структур, включая избирательные межклеточные взаимодействия и миграцию клеток, образование тканей и надтканевых систем. В программу включены также вопросы, касающиеся механизмов контроля поддержания стабильной целостности многоклеточного организма и его взаимоотношений с окружающей средой в постнатальном периоде онтогенеза, рассматриваемые с молекулярно-биологических позиций.

Основная задача учебной дисциплины – дать современное представление о достижениях экспериментальной биологии развития на базе молекулярно-биологических исследований.

Поскольку материал курса включает сведения об особенностях развития, строения и функционирования органов, клеток и молекул, то он базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как «Биология индивидуального развития», «Биохимия», «Цитология и гистология», «Генетика», «Иммунология», «Анатомия человека», «Физиология человека и животных».

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные понятия и закономерности молекулярной регуляции онтогенеза на примере модельных объектов исследования данной науки;

- основные методические подходы к изучению процессов формирования и развития многоклеточных организмов;

- новейшие достижения в области исследования молекулярных аспектов развития;

уметь:

- корректно пользоваться терминами молекулярной биологии онтогенеза;

- применять знания о регуляции дифференциальной активности генов на различных этапах ее реализации для объяснения процессов пролиферации и дифференцировки клеток, межклеточной коммуникации при формировании тканей и органов и создании региональной специфичности строения многоклеточных организмов;

- анализировать современную научную литературу, касающуюся молекулярных закономерностей онтогенеза.

владеть:

- терминами и понятиями молекулярной биологии онтогенеза;

- системным подходом при анализе информации о молекулярных аспектах различных этапов индивидуального развития организма.

Изучение учебной дисциплины «Молекулярные основы онтогенеза» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области биохимии и молекулярной биологии, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности научных проектов и исследований.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 7 семестре. Программа учебной дисциплины рассчитана на 128 часов, в том числе 44 часа

аудиторных: 26 – лекционных, 14 – лабораторных занятий, 4 – аудиторного контроля управляемой самостоятельной работы. Форма аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 8-9 семестрах. Программа учебной дисциплины рассчитана на 128 часов, в том числе 16 часов аудиторных: 12 – лекционных, 4 – лабораторных занятий. Форма аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи молекулярной биологии онтогенеза. Терминологическая база данной научной дисциплины: образование морфогенетических полей и специфическая структурная и функциональная интеграция молекул, клеточных и тканевых процессов в пространстве и во времени; иерархические каскады взаимодействия регуляторных генов и механизм передачи межклеточных сигналов (эмбриональная индукция).

Методы, используемые в изучении молекулярных аспектов развития: классические методы экспериментальной эмбриологии, основанные на изменении нормальных связей между частями развивающегося зародыша по принципу утрата/приобретение функции, и современные методы, включающие перенос генов и их частей, «выключение» генов или изменение уровня их экспрессии, создание трансгенных животных, методы культивирования клеток и тканей и их маркировка.

Характеристика основных модельных объектов для изучения молекулярных аспектов онтогенеза.

II. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ГЕНОВ

Избирательная экспрессия генов во времени и пространстве – основа индивидуального развития организма. Факторы регуляции активности генома: внутренние (цитоплазматические детерминанты яйца), внешние (сигнальные молекулы). Факторы роста, гормоны. Рецепторы внешних сигналов – мембранные, цитоплазматические и ядерные рецепторы. Концепция сигналинга, основанная на передаче информации клеткам за счет избирательного взаимодействия между молекулами.

Регуляция активности генов на уровне инициации транскрипции.

Цис-элементы промоторов и транс-регуляторы транскрипции. Общие и специальные транскрипционные факторы. ДНК-белковые и белок-белковые взаимодействия. Роль белковых факторов, взаимодействующих с хроматином. Гиперчувствительные сайты ДНК.

Доменная структура факторов транскрипции, важных для раннего развития животных: гомеодомен (helix – turn – helix), Paired-домен, basicHLH.

Роль метилирования ДНК в регуляции экспрессии генов. Влияние 5-азациитидина на дифференцировку клеток *in vitro*.

Регуляция активности генов на посттранскрипционном и претрансляционном уровне.

Процесс созревания РНК: кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг. Регуляция транспорта РНК из ядра в цитоплазму. Транспорт экзогенных мРНК в яйца насекомых. Хранение запасенной мРНК в цитоплазме яйцеклеток *Drosophila melanogaster* (гены «материнского эффекта»), *Xenopus laevis* и активация мРНК (вторичное полиаденилирование, взаимодействие РНК-связывающих белков с 3'-UTR) в раннем развитии указанных организмов.

III. ИЗБИРАТЕЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КЛЕТОК

Межклеточный сигналинг с участием паракринных факторов: использование белок-белковых взаимодействий и ферментативных модификаций белков (фосфорилирование, специфическое расщепление и др.). Трансдукция сигналов при взаимодействии клеток друг с другом и с внеклеточным матриксом.

Адгезионные молекулы клеточной поверхности (Ca-зависимые и Ca-независимые); щелевые контакты (коннексины и коннексоны). Избирательные взаимодействия клеток с внеклеточным матриксом (интегрины, селектины, гликозилтрансферазы), участие базальных мембран (ламинин, коллаген IV, эластин, протеогликаны) и рыхлого внеклеточного матрикса во взаимодействиях (фибронектин, хондронектин, коллагены I-III, V-VIII, протеогликаны).

Миграция клеток как результат избирательных взаимодействий.

IV. ГАМЕТОГЕНЕЗ И ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Миграция первичных половых клеток в гонады. Факторы детерминации бипотенциальных гонад. Молекулярные механизмы детерминации пола у дрозофилы, гены *Sxl*, *tra*, *Dsx*.

Сперматогенез. Функции генов *Sry* и *Sox9* в формировании семенников. Молекулярные механизмы регуляции дифференцировки сперматогоний. Структурно-функциональная роль клеток Лейдига и Сертоли и выделяемых ими гормонов. Изменение хроматина в ходе спермиогенеза.

Оогенез. Этапы размножения, роста и деления оогоний. Блок мейоза и его регуляция в ходе созревания ооцитов (MPF- и CSF-факторы). Вителлогенез, синтез макромолекул, контролирующего последующее развитие зародыша.

Оплодотворение и его биологическое значение. Факторы активации сперматозоидов: ионный баланс, активирующие спермии пептиды (сперакт, резакт). Капацитация спермиев млекопитающих: функции галактозилтрансферазы. Роль рецепторов *zona pellucida* (*Zp3* и *Zp2*) в связывании сперматозоидов. Акросомная реакция, роль белка *bindin*.

Участие G-белков, инозитолтрифосфатов и фосфолипазы C в активации ооцита. Механизмы предотвращения полиспермии у различных организмов (быстрый и медленный блок полиспермии).

Слияние мужского и женского пронуклеусов. Условия возобновления синтеза ДНК и стимуляция белкового синтеза в зародыше.

V. ООПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ ПОЛЯРНОСТЬ КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ СУДЬБУ ЗАРОДЫША НА РАННИХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ

Ооплазматическая сегрегация в ходе дробления как следствие ооплазматической полярности (распределение «материнских детерминант»). Биологическая функция дробления (становление многоклеточности, нормализация ядерно-цитоплазматических отношений), точка перехода на средней бластуле – *midblastula transition* и гипотеза истощения репрессора. Факторы, определяющие пространственную организацию делений дробления. Роль белков цитоскелета в процессах поляризации ооцита и кортикальной реакции.

Особенности клеточного цикла в период дробления, роль MPF и циклинов.

VI. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ КОНТРОЛЯ РАННЕГО РАЗВИТИЯ ДРОЗОФИЛЫ

Формирование передне-задней оси у *Drosophila*. Градиенты *Vicoid* и *Nanos*. Гены материнского эффекта и сегментации (*gap*-гены, *pair-rule*-гены и *segment-polarity*-гены). Каскады транскрипционных факторов в синцитиальном зародыше дрозофилы. Механизм целлюляризации зародыша. Сегменты и парасегменты. Гомеотические гены, гомеобоксы. Кластерная организация гомеотических генов. Консерватизм *Hox*-генов в эволюции.

Формирование дорсо-вентральной оси у зародыша дрозофилы. Передача сигналов между фолликулярными клетками, ооцитом и зародышем (факторы сигналинга *Gurken*, *Torpedo*, *Spatzle*, *Toll*-рецептор). Ядерный градиент *Dorsal* в целлюляризованном зародыше. Гомология путей сигналинга у дрозофилы и млекопитающих.

VII. ФОРМИРОВАНИЕ ОСЕЙ И СТАНОВЛЕНИЕ ОБЩЕГО ПЛАНА СТРОЕНИЯ В РАННЕМ РАЗВИТИИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Роль белковых факторов *Wnt* и *TGF-β* в становлении дорсо-вентральной оси зародыша амфибий. Формирование центра Ньюкопа и последующая индукция «организатора Шпемана». Роль сигнальных каскадов *Wnt*, *BMP4* и *TGF-β* в образовании организатора. Транскрипционные факторы и секретируемые белки, продуцируемые в области организатора. Формирование лево-правой асимметрии с помощью каскада белковых факторов.

VIII. НЕЙРОГЕНЕЗ

Спецификация нейроэктодермальных клеток у зародышей позвоночных (паракринный фактор *BMP*). Роль производных организатора Шпемана в образовании нервной трубки. Дифференцировка нейроэпителиальных клеток на нейральные и глиальные клетки. Сигналинг с участием *Delta/Notch*.

Формирование передне-заднего и дорсо-вентрального характера спецификации нервной трубки (*Hox*-гены, паракринные факторы Shh, Wnt, BMP). Роль транскрипционных факторов basicHLH-, НТН-, факторов Pax-семейства.

Нервный гребень и его производные. Образование нервного гребня и его производных. Дифференцировка клеток нервного гребня в симпатические нейроны (роль NGF) и хромаффинные клетки мозгового слоя надпочечников (роль глюкокортикоидов) Участие молекул клеточной адгезии и отталкивания (Ephrin, Ephr-рецептор) в миграции клеток нервного гребня. Роль паракринных факторов в выборе пути дифференцировки клеток нервного гребня.

Участие паракринных (нейротрофины), хемотропных (нейтрины) и репеллентных (семафорины, эфрины) факторов в выборе направления роста конуса нервных клеток.

IX. МЕЗОДЕРМА И ЕЕ ПРОИЗВОДНЫЕ В ХОДЕ СПЕЦИФИКАЦИИ ЗАЧАТКОВ ВДОЛЬ ОСЕЙ ЗАРОДЫША. РАЗВИТИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ У ВЫСШИХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Эпителиально-мезенхимные взаимодействия и миграция клеток при формировании тканей и органов мезодермального происхождения. Сомитогенез у позвоночных с участием транскрипционных факторов Pax1, 3, 7; basicHLH. «Молекулярные часы» сомитогенеза - роль Delta/Notch-сигналинга. Роль сигналинга Ephrin-Ephrin-receptor в сегментации. Индуцирующие сигналы от хорды, нервной трубки и мезодермы боковой пластинки (Shh, Wnt1, 3; NT-3, BMP4, FGF). Факторы, принимающие участие в мышечной дифференцировке.

Морфогенетические поля конечности. Мезенхимно-эпителиальные взаимодействия клеток. Гомеотические гены, принимающие участие в формировании передне-задней оси конечности. Роль фактора роста фибробластов FGF10. Индукция апикального эктодермального гребня (АЭГ) и его значение для морфогенеза конечности, паракринный фактор FGF8.

Зона поляризующей активности (ЗПА) в спецификации передне-задней оси: участие секретируемых факторов Shh, FGF4, 8; BMP2, 4; гена *Hoxb-8*. Роль генов *Hoxa* и *Hoxd-9-13* в спецификации структур конечности вдоль проксимо-дистальной оси. Образование дорсо-вентральной оси конечности (роль генов *Wnt3a, 7a; engrailed*).

X. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ АПОПТОЗА

Сущность явления апоптоза – программируемой клеточной гибели, отличия апоптоза и некроза. Механизмы активации процесса (рецептор-опосредованный и митохондриальный пути развития клеточной гибели), основные участники апоптоза. Роль апоптоза в эмбриогенезе, участие апоптоза в физиологических и патологических процессах в постнатальном периоде онтогенеза.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I.	Введение.	2						
II.	Дифференциальная экспрессия генов как основа индивидуального развития организма	4			2			Устный опрос
III.	Избирательные взаимодействия клеток	2			2			Устный опрос
IV.	Молекулярные механизмы гаметогенеза и оплодотворения	2			2			Устный опрос
V.	Становление общего плана строения в раннем развитии позвоночных животных	2			2			Устный опрос
VI.	Молекулярные механизмы раннего развития дрозофилы	4			2			Устный опрос

VII.	Мезодерма и ее производные в ходе спецификации зачатков вдоль осей зародыша	2			2			Устный опрос
VIII.	Нейрогенез	2						
IX.	Органогенез	2						
X.	Молекулярные механизмы апоптоза	2			2			Устный опрос
XI.	Молекулярные механизмы старения	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I.	Введение.	2						
II.	Дифференциальная экспрессия генов как основа индивидуального развития организма	2						
III.	Избирательные взаимодействия клеток	2						
IV.	Становление общего плана строения в раннем развитии позвоночных животных	2			2			Устный опрос
V.	Молекулярные механизмы раннего развития дрозофилы	2			2			Устный опрос
VI.	Органогенез	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

О с н о в н а я

1. Ходосовская, А.М. Молекулярные основы онтогенеза: пособие / А.М. Ходосовская. – Минск: БГУ, 2014. – 184 с.
2. Дондуа, А.К. Биология развития: в 2 т. / А.К.Дондуа. - СПб, 2005. – Т.1 – 295 с.; Т.2 – 239 с.
3. Корочкин, Л.И. Биология индивидуального развития (генетический аспект): учебник / Л.И. Корочкин М.: из-во МГУ, 2002. – 264 с.
4. Gilbert, S. F. Developmental Biology / S. F. Gilbert. - 9th ed. – Sunderland: Sinauer Associates Inc., 2010. -796 p.
5. Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б.Альбертс [и др.]. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013 - 2821 с.
6. Watson J. D. Molecular Biology of the Gene, Fifth Edition / J. D. Watson [et al.] CSH Laboratory Press, 2004. -840 p.

Д о п о л н и т е л ь н а я

1. Гилберт, С. Биология развития / С. Гилберт. В 3-х Т. М.:Мир, 1993-1995. – Т.1. – 228 с. ; т.2 – 235 с.; - Т.3 – 352 с.
2. Фаллер Д.М. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей / Д.М. Фаллер, Д. Шилдс. М.:БИНОМ-Пресс, 2003. – 272 с.
3. Мушкамбаров, Н.Н. Молекулярная биология / Н.Н.Мушкамбаров, С.Л. Кузнецов. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 544 с.
4. Воронина. А.С. Трансляционная регуляция в раннем развитии / А.С. Воронина. Успехи биол. химии. - 2002.- Т.42. - С. 139-160.
5. Льюин, Б. Гены / Б. Льюин. – М.: Бином, 2011. – 896 с.
6. Льюин, Б. клетки / Б. Льюин. – М.: Бином, 2011. – 951с.
7. Ashe, H.L. The interpretation of morphogen gradients / H.L.Ashe, J.Briscoe // Development. - 2006. - V.133. - P.385-394.
8. Heasman J. Patterning the early *Xenopus* embryo / J.Heasman // Development. - 2006. - V.133. - P.1205-1217.
9. Salazar-Cuidad, I. Mechanisms of pattern formation in development and evolution / I.Salazar-Cuidad, J. Jernvall, S.F.Newman // Development. - 2003. - V.130. - P.2027-2037.
- 10.Schoenwolf, G.C. Cutting, pasting and painting: experimental embryology ana neural development / G.C. Schoenwolf // Nature reviews. Neuroscience. - 2001. - V.2.P. - 763-771/ www.nature.com/reviews/neuro.

Информационные ресурсы:

1. [http:// www.mdlinets.narod.ru](http://www.mdlinets.narod.ru)

2. [http:// www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)

3. [http:// www.cellbio.com](http://www.cellbio.com)

ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Избирательные взаимодействия клеток. Молекулярные основы гаметогенеза и оплодотворения. Молекулярные механизмы раннего развития дрозофилы.

2. Становление общего плана строения в раннем развитии позвоночных животных. Мезодерма и ее производные в ходе спецификации зачатков вдоль осей зародыша. Органогенез.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине курсу следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Учебным планом специальности 1-31 01 01 Биология (по направлениям) направления специальности 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология) в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине предусмотрен экзамен. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Дифференциальная экспрессия генов как основа индивидуального развития организма.

2. Избирательные взаимодействия клеток.
3. Оогенез. Оплодотворение.
4. Генетический контроль раннего развития дрозофилы
5. Становление общего плана строения организма в раннем развитии позвоночных животных
6. . Мезодерма и ее производные. Органогенез.

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Итоговая оценка определяется по формуле (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,3 + B \times 0,7$$

где A – средний балл по практическим занятиям и УСР,
 B – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше)

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Основы биологии развития, 2. Физиология человека и животных	Кафедра физиологии человека и животных	Отсутствуют Зав. кафедрой д.б.н., проф. А.Г. Чумак	Утвердить согласование, протокол № 22 от 18 мая 2016 г.
3. Биохимия	Кафедра биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой к.б.н., доцент И.В. Семак	Утвердить согласование, протокол № 22 от 18 мая 2016 г.
4. Цитология и гистология. 5. Генетика. 6. Теория эволюции	Кафедра генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой д.б.н., проф. Н.П. Максимова	Утвердить согласование, протокол № 22 от 18 мая 2016 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (степень, звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (степень, звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)