

Б.И.О. - 8824

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям



О.И.Чуприс

2019 г.

Регистрационный № УД-6714 /уч.

Клеточная биология

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

1-31 80 01 Биология

профилизация Функциональная биология

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 01-2019 и учебного плана УВО № G 31-030/уч. 2019 г., утвержденного 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.В. Демидчик, декан биологического факультета Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Л.Ф. Кабашникова, заведующий лабораторией прикладной биофизики и биохимии Государственного научно учреждения «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», доктор биологических наук, доцент

А.В. Сидоров, профессор кафедры физиологии человека и животных Белорусского государственного университета, доктор биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений (протокол № 19 от 18 апреля 2019 г.)

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 4 от 22 апреля 2019 г.)

Зав. кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений, к.б.н., доцент  И.И. Смолич



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – сформировать у студентов целостную систему знаний о природе процессов в клетке и понимание молекулярных основ физиологических реакций, координации работы клеток и их взаимосвязи с окружением.

Задачи учебной дисциплины:

1. Глубокое рассмотрение общей структурной и функциональной организации клетки, молекулярных основ важнейших физиолого-биохимических процессов, лежащих в основе ее жизненных проявлений.

2. Изучение работы и регуляции генетического аппарата, системы биосинтеза, посттрансляционной модификации и транспорта белков в контексте функционирования клетки, ее органелл, поддержания гомеостаза и контроля активности макромолекулярных комплексов.

3. Овладение знаниями молекулярных основ регуляции клеточного цикла и контроля процессов деления клеток.

4. Детальное ознакомление с механизмами клеточной сигнализации, полярности, программируемой клеточной смерти, автофагии, дифференцировки и координации клеточных функций.

6. Освоение знаний в области клеточных основ канцерогенеза, разработки новых лекарственных средств и повышения продуктивности растений, как ключевых прикладных направлений клеточной биологии.

Место учебной дисциплины в системе подготовки магистра

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования учебного плана и входит в учебный модуль «Клеточная биология и молекулярно-генетические механизмы биосигнализации».

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины «Клеточная биология» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Цитология и гистология», «Биохимия», «Физиология человека и животных», «Физиология растений», «Молекулярная биология» и др. Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Структурно-функциональная организация геномов», «Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Клеточная биология» должно обеспечить формирование наряду с другой дисциплиной учебного модуля «Клеточная биология и молекулярно-генетические механизмы биосигнализации» следующей специализированной компетенции СК-2 «Быть способным использовать знания о молекулярных основах функционирования клеточных систем и механизмах биосигнализации в разработке актуальных вопросов физиологии животных и растений, биотехнологии, экологии, фармации, сельском и лесном хозяйстве».

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

- **знать:**
 - основы устройства, функционирования и интеграции в ткани клеток живых организмов;
 - структуру клеточных компонентов, детальную молекулярную природу происходящих в них процессов:
 - механизмы регуляции физиологических процессов в клетках;
 - методы исследования, культивирования и практического использования клеточных культуры;
- **уметь:**
 - использовать знания о молекулярных основах функционирования клетки, координации физиологических функций клетки;
 - применять на практике знания об основных экспериментальных подходах клеточной биологии;
 - использовать знания клеточной биологии в целях развития новых подходов в биотехнологии, геной инженерии и сельском хозяйстве;
- **владеть:**
 - навыками научного анализа и разработки проблем фундаментальной и прикладной клеточной биологии;
 - техникой планирования и проведения универсального клеточно-биологического исследования с использованием современных аналитических подходов;
 - важнейшими методами культивирования клеток и их анализа;
 - навыками представления данных в клеточной биологии.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Клеточная биология» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 104 часа, в том числе 50 аудиторных часов, из них: лекции – 34 часа, практические занятия – 12 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Тема 1.1 Введение в клеточную биологию. Клеточная биология как основа современных наук о живых организмах. Подходы клеточной биологии: микроскопия и ее типы, современные микроскопические методики и протоколы.

Раздел 2. Организация клетки: основные структуры и их функции

Тема 2.1 Структурно-функциональная организация ядерного аппарата клетки. Обзор структуры и функций клеточных компонентов. Структура ядра, организация и регуляция работы хромосом, молекулярная природа и устройство центромер. Ядерный матрикс и ламина, их устройство, основные белки и механизмы регуляции. Природа ядерных пор и их функционирование.

Раздел 3. Внутриклеточный и межклеточный обмен веществом и информацией

Тема 3.1 Структурно-функциональная организация и регуляция цитоскелета. Молекулярная организация цитоскелета, везикулярного транспорта и «адресной» доставки веществ. Структура и функции цитоскелета у различных организмов, особенности его регуляции на клеточном и генетическом уровне. Вовлечение в физиологические функции и патофизиологические процессы. Структурно-функциональная организация и механизмы регуляции моторных белков и белков клеточной поверхности. Молекулярная природа межклеточных взаимодействий и формирования тканей.

Тема 3.2 Транспорт веществ через мембраны и биосигнализация на уровне биомембран. Типы и механизмы мембранного транспорта. Градиент электрохимического потенциала на мембране как основа регуляции поступления ионов в клетку. Структура и функция ионных каналов, транспортных АТФаз и активных транспортеров. Транспорт веществ и внутриклеточные сигнальные процессы. Молекулярно-генетический анализ ионных каналов. Гетерологические системы исследования ионных каналов и рецепторов. Ионные каналы животных и растений. Кейсы: «TRP-каналы и магниевое питание животных», «Структура селективных фильтров и другие домены ионных каналов на примере TRP-каналов».

Основные рецепторы и сенсоры клеточной поверхности и их роль в биосигнализации у животных и растений, взаимосвязь с системами вторичных посредников и минерального обмена.

Раздел 4. Клеточные основы онтогенеза

Тема 4.1 Жизненный цикл клетки. Основные фазы митоза и мейоза и их регуляция. Циклины и циклин-зависимые киназы. Молекулярная основа регуляции дифференцировки клеток и тканей.

Тема 4.2 Запрограммированная клеточная гибель и ее регуляция. Важнейшие механизмы роста клетки, полярности, программируемой клеточной смерти, апоптоза и некроза. Типы запрограммированной клеточной гибели. Патофизиология на уровне клетки. Морфологические и биохимические симптомы запрограммированной клеточной гибели в клетках высших растений, методы их регистрации.

Раздел 5. Клеточные основы канцерогенеза

Тема 5.1 Механизмы канцерогенеза. Определение канцерогенеза, признаки раковой клетки. Факторы, вызывающие мутации. Наиболее распространенные типы рака. Основные молекулярно-физиологические изменения в клетке, приводящие к возникновению опухолей. Клеточные культуры и их роль в раскрытии механизмов канцерогенеза.

Раздел 6. Биоэнергетические процессы клеток

Тема 6.1 Биоэнергетические процессы в митохондриях. Митохондрии. Работа электрон-транспортной цепи митохондрий и механизмы генерации электрохимического потенциала. Регуляция функциональной активности митохондрий. Альтернативные пути дыхания. Роль альтернативной цианид-устойчивой оксидазы, ротенон-нечувствительных НАДФН-дегидрогеназ и разобщающих белков в энергетике клеток различных групп организмов.

Тема 6.2 Особенности биоэнергетических процессов в хлоропластах. Хлоропласты. Структурно-функциональная организация электрон-транспортной цепи фотосинтеза, механизмы формирования электрохимического потенциала на тилакоидной мембране. Регуляция функциональной активности хлоропластов: механизмы регуляции скорости потока электронов в ЭТЦ тилакоидной мембраны, механизмы ретроградной регуляции.

Раздел 7. Механизмы регуляции и координации клеточных функций

Тема 7.1 Основные типы регуляторно-сигнальных взаимодействий клетки. Структура, функция, регуляция и классификация рецепторов. Понятие первичного и вторичного посредника: G-белки, аденилатциклазная система, цитоплазматический кальций, реактивные формы кислорода и азота, кальмодулин, роль специализированных киназ и фосфатаз. Внутриклеточные системы регуляции стрессовых сигналов.

Раздел 8. Клеточные биотехнологии

Тема 8.1 Принципы культивирования клеток. Получение культуры животных клеток. Питательные среды для культивирования животных клеток. Требования к физическим условиям культивирования. Типы клеточных культур в зависимости от источника получения. Ограниченные и постоянные клеточные линии. Трансформация диплоидных штаммов. Монослойные и суспензионные культуры.

Тема 8.2 Использование эмбриональных стволовых клеток в медицине и науке. Стволовые клетки. Направления использования эмбриональных стволовых клеток, ограничения и проблемы клеточной терапии. Получение индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, их особенности и преимущества.

Клеточные культуры как инструмент научных исследований. Банки культур клеток животных и человека. Криосохранение клеток и тканей.

Тема 8.3 Использование клеточных культур в биотехнологическом производстве. Теоретические и практические основы получения противовирусных вакцин для животных и человека с помощью культур клеток. Биотехнологическое производство рекомбинантных белков с помощью культур животных клеток, их преимущества и недостатки по сравнению с бактериальными клетками. Терапевтические препараты, производимые с помощью культур животных клеток и трансгенных животных. Гибридная технология в производстве моноклональных антител, направления их использования.

Клонирование животных. Технология переноса ядер соматических клеток.

Тема 8.4 Культуры клеток и тканей растений. Особенности культивирования растительных клеток. Биотехнологии на основе культур клеток, тканей и органов растений (получение экономически важных вторичных метаболитов, микрклональное размножение и оздоровление растений, клеточные технологии в селекции растений, получение трансгенных растений, сохранение генофонда редких и исчезающих видов).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение							
1.1	Введение в клеточную биологию	4						
2	Организация клетки: основные структуры и их функции							
2.1	Структурно-функциональная организация ядерного аппарата клетки	2						Тестовый эвристический опрос на лекции
3	Внутриклеточный и межклеточный обмен веществом и информацией							
3.1	Структурно-функциональная организация и регуляция цитоскелета	2						Тестовый эвристический опрос на лекции
3.2	Транспорт веществ через мембраны и биосигнализация на уровне биомембран	6					2 (ДО)	Тестовый эвристический опрос на лекции, интерактивное тестирование на образовательном портале LMS Moodle

4	Клеточные основы онтогенеза						
4.1	Жизненный цикл клетки	2					Тестовый эвристический опрос на лекции
4.2	Запрограммированная клеточная гибель и ее регуляция	4	4				Тестовый эвристический опрос на лекции, защита отчета о выполнении практической работы
5	Клеточные основы канцерогенеза						
5.1	Механизмы канцерогенеза	4					Тестовый эвристический опрос на лекции
6	Биоэнергетические процессы клеток						
6.1	Биоэнергетические процессы в митохондриях	2					Тестовый эвристический опрос на лекции
6.2	Особенности биоэнергетических процессов в хлоропластах	2					Тестовый эвристический опрос на лекции
7	Механизмы регуляции и координации клеточных функций						
7.1	Основные типы регуляторно-сигнальных взаимодействий клетки	2					Тестовый эвристический опрос на лекции
8	Клеточные биотехнологии						
8.1	Принципы культивирования клеток		2				Защита отчета о выполнении практической работы
8.2	Применение эмбриональных стволовых клеток в медицине и науке		4				Защита отчета о выполнении практической работы, презентация результатов анализа научных статей на кейс-семинаре

8.3	Использование клеточных культур в биотехнологическом производстве	2	2					Тестовый эвристический опрос на лекции, презентация результатов анализа научных статей на кейс-семинаре
8.4	Культуры клеток и тканей растений	2					2 (ДО)	Тестовый эвристический опрос на лекции, интерактивное тестирование на образовательном портале LMS Moodle

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Molecular Cell Biology 8th edition / Н. Lodish, et al. – New York: W.H. Freeman and Company, 2016. – 1150 p.
2. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс и др. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. – 768 с.
3. Молекулярная биология клетки / Д.М. Фаллер, Д. Шилдс. – Москва: Бином, 2017. – 256 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова. – Москва: Академия, 2006. – 448 с.
2. Культура животных клеток: практическое руководство / Р.Я. Фрешни; пер. 5-го англ. изд. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 706 с.
6. Биотехнология растений и биобезопасность: пособие / А.П. Ермишин, Е.В. Воронкова. — Минск: БГУ, 2015. — 359 с.
4. Молекулярная биология / Н. Н. Мушкамбаров, С. Л. Кузнецов, Москва: Медицинское информационное агентство, 2016. – 664 с.
5. Введение в клеточную биологию. 4-е изд., перераб. и доп. / Ю.С. Ченцов. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 495 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- тестовый эвристический опрос на лекциях, контроль посещения аудиторных занятий и выполнения аудиторного графика;
- защита подготовленного студентом анализа научных статей с предоставлением аннотации в системе LMS Moodle;
- защита отчета о выполнении практической работы;
- выполнение эвристических тестов в системе LMS Moodle.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и практических занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

При оценивании доклада обращается внимание на: содержание и полноту раскрытия темы, структуру и последовательность изложения, источники и их интерпретацию, корректность оформления и т.д.

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется экзамен. Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

– ответы на лекциях (тестовый эвристический опрос) и практических занятиях – 25 %;

– анализ научных статей с предоставлением аннотации в системе LMS Moodle – 25 %;

– устный научный доклад по проблеме “case studies” – 25 %;

– выполнение эвристических тестов (УСР) – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %. Если на экзамене студент получает неудовлетворительную оценку, итоговая оценка является также неудовлетворительной, независимо от оценки текущего контроля.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Управляемая самостоятельная работа (консультационно-методическая поддержка и контроль) осуществляется преимущественно в дистанционной форме и обеспечивается средствами образовательного портала БГУ LMS Moodle. В отдельных случаях управляемая самостоятельная работа проводится в форме аудиторных занятий, согласно утвержденному графику. Объем часов на составление и размещение заданий, консультации и контроль, осуществляемые с использованием технологий дистанционного обучения, планируется в пределах учебных часов, отведенных на УСР.

Тема 3.2. Транспорт веществ через мембраны и биосигнализация на уровне биомембран (2 ч.)

Типы и механизмы мембранного транспорта. Градиент электрохимического потенциала на мембране как основа регуляции поступления ионов в клетку. Структура и функция ионных каналов, транспортных АТФаз и активных транспортеров. Транспорт веществ и внутриклеточные сигнальные процессы. Молекулярно-генетический анализ ионных каналов. Гетерологические системы исследования ионных каналов и рецепторов. Ионные каналы животных и растений. Кейсы: «TRP-каналы и магниевое питание животных», «Структура селективный фильтров и другие доменов ионных каналов на примере TRP-каналов». Основные рецепторы и сенсоры клеточной поверхности и их роль в биосигнализации у животных и растений, взаимосвязь с системами вторичных посредников и минерального обмена.

(Форма контроля – интерактивное тестирование на образовательном портале LMS Moodle).

Тема 8.4. Культуры клеток и тканей растений (2 ч.).

Особенности культивирования растительных клеток. Биотехнологии на основе культур клеток, тканей и органов растений (получение экономически важных вторичных метаболитов, микрклональное размножение и оздоровление растений, клеточные технологии в селекции растений, получение трансгенных растений, сохранение генофонда редких и исчезающих видов).

(Форма контроля – интерактивное тестирование на образовательном портале LMS Moodle).

Примерная тематика практических и лабораторных занятий

Лабораторная работа № 1. Получение асептических культур клеток, тканей и органов эукариотических организмов.

Лабораторная работа № 2. Использование флуоресцентных зондов для окрашивания клеточных стенок.

Практическое занятие № 1. Проблемно-ориентированный эвристический кейс-семинар по системе пруф/диспруф (prove/disprove) на тему использования стволовых клеток в биологии и медицине.

Практическое занятие № 2. Проблемно-ориентированный эвристический кейс-семинар по системе пруф/диспруф (prove/disprove) на тему использования ГМО в биотехнологии, сельском хозяйстве и питомниководстве.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины («кейс-стадис», эвристический, проективный, практико-ориентированный)

Дистанционные методы обучения. В курсе используется система LMS Moodle для организации самостоятельной работы студентов и выполнения УСР. Кроме того, в данной системе размещены инструкции для проведения анализа научных статей и подготовки рецензий при выполнении открытых эвристических заданий когнитивного типа.

Эвристические подход и методы высокоэффективного обучения. При организации образовательного процесса используется эвристический подход, который предполагает индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлекссию собственной образовательной деятельности, а также творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов. Методологическим принципом и инструментом эвристического обучения является диалог. Диалоговый компонент присутствует в лекциях – в начале каждой лекции задаются вопросы в тестовом режиме, что позволяет

поставить научную проблему, решению которой будет посвящена лекция. Результаты текущего теста проверяются и отражаются в начале лекции.

«Кейс-стади». Проблемно-ориентированные эвристические кейс-семинары направлены на активное вовлечение обучающихся в решение и обсуждение глобальных проблем клеточной биологии – использования стволовых клеток и ГМО. Студенты разбиваются на 2 группы: первая группы должна собрать научно-обоснованные материалы и доказать правомерность, перспективность и безопасность использования этих технологий, вторая группа, соответственно, представить научные доказательства невозможности их внедрения и использования (т.е. группы – научные оппоненты).

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы: – поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса; – работы, предусматривающие решение задач и выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях; – изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; – подготовка к практическим занятиям; – подготовка к экзамену; – подготовка и написание рефератов, докладов, эссе и презентаций на заданные темы; – подготовка к участию в конференциях и конкурсах.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Клеточная биология как центральная дисциплина современных наук о жизни.
2. Общая структура хроматина, его упаковка во время интерфазы и митоза.
3. Структура центромер и их взаимодействие с микротрубочками.
4. Устройство ядерного матрикса и ламины. Белки ламины, их структура и способность ассоциации в филаменты. Модель организации ядерного матрикса.
5. Структура и состав поровых комплексов ядра.
6. Структура и функция цитоскелета. Перечень мономеров их взаимодействия и сборка.
7. Структурно-функциональная организация микротрубочек цитоскелета.
8. Устройство и функциональная активность промежуточных филаментов.
9. Моторные белки: общая структура и функции.
10. Внеклеточный матрикс, его структура и функциональная активность.
11. Адгезивные белки клеточной поверхности, обеспечивающие информационное и механическое взаимодействие между клетками.
12. Сигнальные молекулы и их рецепторы, гормоны и способы клеточной сигнализации.

13. Стероидные гормоны, NO, нейротрансмиттеры, белковые гормоны и факторы роста.
14. Тирозиновые протеин-киназы, основные вторичные посредники и MAP-киназы.
15. Клеточный цикл: регуляция и основные белки.
16. Метаботропные и ионотропные рецепторы.
17. G-белки: структура и функции. Стадии сигнальной трансдукции с участием G-белков и протеинкиназ.
18. Устройство центриолей и генерация двойных гаплоидов.
19. Механизм образования АТФ в хлоропластах высших растений. Функционирование различных путей переноса электронов в фотосинтетических ЭТЦ.
20. Альтернативные пути переноса электронов в ЭТЦ дыхания. Роль альтернативной цианид-резистентной оксидазы, ротенон-нечувствительных НАДН дегидрогеназ, разобщающих белков и АДФ/АТФ-антипортера в энергетике клетки.
21. Механизмы регуляции световых стадий фотосинтеза.
22. Белковые компоненты сигнальной трансдукции растений. Характеристика и функционирование.
23. Вторичные посредники. Характеристика и роль в передаче внутриклеточного сигнала. Каскады реакций, запускаемых вторичными посредниками.
24. Роль протеинкиназ, фосфолипаз, MAP-киназ в клеточной сигнализации при стрессе.
25. Культуры эукариотических клеток. Общая характеристика, методы получения, поддержания и применение.
26. Биотехнологические приемы на основе клеточных культур и знаний клеточной биологии.
27. Принципы исследований клеток с использованием различных типов микроскопии.
28. Флуорофоры, флуоресцентные красители и флуоресцентные белки.
29. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия.
30. Запрограммированная клеточная гибель: определение и типы.
31. Отличия запрограммированной клеточной гибели у растений и животных. Морфологические и биохимические симптомы апоптозоподобной ЗКГ в клетках высших растений.
32. Методика TUNEL.
33. Особенности малигнизированных клеток.
34. Причины возникновения рака. Доброкачественные и злокачественные опухоли.
35. Онкогены и антионкогены и их роль в развитии опухолей.
36. Канцерогенные факторы и механизм их действия.
37. Многоударный механизм развития злокачественной опухоли.
38. Нарушение регуляции клеточного цикла и запрограммированной клеточной гибели при раке.

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)
Структурно-функциональная организация геномов	Молекулярной биологии	Изменения не требуются	Утвердить согласование без внесения изменений, протокол № 19 от 18 апреля 2019 г.
Биохимия мембран и межклеточных коммуникаций	Биохимии	Изменения не требуются	Утвердить согласование без внесения изменений, протокол № 19 от 18 апреля 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
