Приложение № 4
к образовательной программе высшего образования – программе магистратуры
по направлению подготовки 06.04.01 Биология
(направленность (профиль) «Молекулярная биология клетки, иммунобиология и биомедицина»)

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 7835bcdac1c89a3da835a18f6045494f3f404337
Владелец: Некрасова Людмила Андреевна
Действителен: с 08.07.2026 до 08.07.2027

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Молекулярные основы развития и регенерации»

1. Трудоемкость дисциплины (модуля): 2 з.е.

2. Место дисциплины (модуля) в учебном плане:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений, «Профессиональной подготовки» – «Дисциплины (модули) специализации» в рамках Блока дисциплин (модулей) по выбору «Молекулярная биология клетки», реализуется во 2 семестре.

3. Цель дисциплины (модуля): формирование у обучающихся системного понимания молекулярных, клеточных и генетических механизмов, лежащих в основе индивидуального развития (онтогенеза) многоклеточных организмов, с акцентом на современных достижениях биологии развития.

4. Задачи дисциплины (модуля):

– сформировать представление о современной парадигме биологии развития, которая рассматривает онтогенез как результат динамического взаимодействия генетических программ, межклеточных коммуникаций, клеточного поведения и факторов окружающей среды с акцентом на молекулярных механизмах, лежащих в основе этих процессов;

– обеспечить владение базовым понятийным аппаратом, методологией и аналитическими подходами молекулярной биологии развития, включая умение интерпретировать экспериментальные данные, прогнозировать последствия нарушения ключевых механизмов и логически связывать молекулярные события с фенотипическими исходами;

– научить применять полученные знания для решения учебно-исследовательских задач, критического анализа научной литературы в области биологии развития, а также для объяснения фундаментальных биологических явлений и прикладных аспектов (тератогенез, регенеративная медицина, эволюция) через призму механизмов индивидуального развития.

5. Перечень разделов (тем) дисциплины (модуля) и их краткое содержание:

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	**Краткое содержание**
Раздел 1. Фундаментальные принципы и методы молекулярной биологии развития.	Предмет, задачи и история биологии развития. Основные понятия: дифференцировка, морфогенез, рост, клеточная детерминация и пластичность. Ключевые модельные организмы и их сравнительный анализ. Современные экспериментальные подходы: генетические манипуляции (нокаут, CRISPR-Cas9), методы визуализации in vivo, «омикс»-технологии. Транскрипционные факторы, генная регуляторная сеть как концептуальная основа.
Раздел 2. Молекулярные механизмы межклеточной коммуникации в развитии.	Принципы клеточной сигнализации. Концепция морфогенов и позиционной информации. Структура, функции и взаимодействие (crosstalk) основных консервативных сигнальных путей: Wnt/β-

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	катенин, Hedgehog (Shh), TGF-β/BMP, FGF, Notch, JAK/STAT. Их роль в индукции, поддержании стволовых клеток и формировании организационных центров.
Раздел 3. Эпигенетическая регуляция онтогенеза.	Механизмы эпигенетического контроля без изменения последовательности ДНК. Метилирование ДНК и его роль в импринтинге и инактивации Х-хромосомы. Модификации гистонов и ремоделирование хроматина. Роль некодирующих РНК (микроРНК) в тонкой настройке экспрессии генов. Эпигенетическое перепрограммирование и его значение для тотипотентности и клеточной пластичности.
Раздел 4. Раннее эмбриональное развитие: от зиготы к органогенезу.	Оплодотворение, активация яйца и первые асимметрии. Дробление и формирование бластулы. Гаструляция: основные типы и молекулярно-клеточные механизмы. Установление осей тела у разных модельных организмов. Эмбриональная индукция и концепция организатора (Шпеман). Нейруляция и формирование нервного гребня.
Раздел 5. Клеточная биология морфогенеза.	Молекулярные основы клеточной адгезии (кадгерины, интегрины) и полярности. Роль цитоскелета (актин, микротрубочки) в изменении формы и движении клеток. Основные механизмы морфогенеза: эпителиально-мезенхимальный переход (EMT) и обратный процесс (MET), конвергентное удлинение, направленное деление клеток, апоптоз. Роль внеклеточного матрикса как каркаса и источника сигналов.
Раздел 6. Паттернообразование и спецификация тканей.	Генетический контроль сегментации у беспозвоночных (Drosophila) и позвоночных (модель «часы и волна» в сомитогенезе). Система генов Hox: кластерная организация, коллинеарность и роль в определении идентичности сегментов вдоль передне-задней оси. Принципы паттернирования сложных структур на примере дорсо-вентральной оси нервной трубки (градиенты Shh/BMP) и трех осей конечности (роль AER, ZPA).
Раздел 7. Органогенез: общие принципы и молекулярные программы.	Универсальные этапы формирования органов: индукция зачатка, пролиферация,

Наименование раздела (темы) дисциплины (модуля)	Краткое содержание
	детерминация, морфогенез. Молекулярные основы развития отдельных систем: нервной трубки и мозга, сердца, легких, почек, конечностей. Концепция модульности генетических программ. Роль стволовых клеток и их ниш в органогенезе и постнатальном обновлении тканей.
Раздел 8. Постэмбриональное развитие, регенерация и старение.	Гормональная регуляция метаморфоза у насекомых и амфибий. Типы и механизмы регенерации (репаративная и восстановительная) на моделях планарий, аксолотля и млекопитающих. Клеточные источники регенерации: дедифференцировка, резервные стволовые клетки. Старение как завершающая стадия онтогенеза: молекулярные и клеточные механизмы, связь с путями развития.
Раздел 9. Эволюционная и экологическая биология развития (Evo-Devo и Eco-Devo).	Основные принципы Evo-Devo: эволюция через изменения регуляторных элементов и генетических сетей. Гомологичные гены и глубокие эволюционные консервативные пути. Фенотипическая пластичность и норма реакции. Влияние факторов окружающей среды (температура, питание) на реализацию генетической программы развития (Eco-Devo). Значение биологии развития для медицины (тератогенез, рак) и биотехнологии.

6. Образовательные результаты освоения дисциплины (модуля):

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии в научно-исследовательской (проектно-исследовательской) деятельности	ИПК-1.1. Знает фундаментальные основы клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии
	ИПК-1.2. Применяет фундаментальные знания в области клеточной и молекулярной биологии, молекулярной иммунологии, иммунобиотехнологии, генной инженерии для постановки и решения исследовательских и практических задач
	ИПК-1.3. Анализирует современные проблемы в области клеточной и молекулярной биологии,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	иммунобиологии и биомедицины, формулирует гипотезы и вырабатывает подходы для решения исследовательских и практических задач