
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«In vivo и in vitro модели»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: III в биотехе

Специализация: Структурная биоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	10
6. Материально-техническое обеспечение	10
7. Методические и оценочные материалы	12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «In vivo и in vitro модели» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «In vivo и in vitro модели» позволяет подготовить специалистов, способных проектировать и проводить биомедицинские исследования с использованием современных биологических моделей. Дисциплина (модуль) формирует компетенции для работы в научных лабораториях, фармацевтической промышленности и центрах доклинических исследований, обеспечивая сочетание практического опыта, этической ответственности и критического анализа данных.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль ИИ в биотехе и входит в обязательную часть Блока 1 как дисциплина по выбору, подлежащая обязательному изучению на специализации «Структурная биоинформатика».

Дисциплина (модуль) изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у обучающихся системного понимания принципов построения и применения биологических моделей *in vitro* и *in vivo*, а также развитие практических навыков работы с клеточными культурами, модельными организмами и методами анализа экспериментальных данных в рамках этически ответственного научного исследования.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- изучить принципиальные различия, достоинства и ограничения моделей *in vitro* и *in vivo*, включая клеточные культуры, органоиды, 3д-культуры и модельные организмы;
- освоить методы культивирования клеток, оценки их жизнеспособности, пролиферации и дифференцировки;
- научиться выбирать адекватную модель в зависимости от научной задачи в фармакологии, токсикологии, онкологии и иммунологии;
- овладеть базовыми лабораторными техниками: стерильная работа, приготовление сред, пассаж клеток, введение препаратов животным, отбор биоматериала;
- развить навыки анализа, интерпретации и документирования экспериментальных данных с учётом этических норм и принципов 3R.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные принципы и различия между *in vivo* и *in vitro* моделями;
- классификацию и виды *in vitro* моделей: клеточные культуры (первичные, линии), органоиды, 3д-культуры, модели тканей;
- виды *in vivo* моделей: модельные организмы (мыши, крысы, рыбки данио, нематоды, дрозофилы и др.), их преимущества и ограничения;
- этические принципы и нормы работы с животными (принципы 3R: Replacement,

Reduction, Refinement);

- методы оценки жизнеспособности, пролиферации и дифференцировки клеток в культуре;
- принципы создания трансгенных и ксенотрансплантированных моделей;
- основы стандартизации и валидации биологических моделей;
- применение *in vivo* и *in vitro* моделей в токсикологии, фармакологии, онкологии, иммунологии и регенеративной медицине;
- современные тенденции: органы-на-чипе, биопечать, использование ИИ в моделировании.

уметь:

- выбирать адекватную модель (*in vitro* или *in vivo*) в зависимости от поставленной научной задачи;
- работать с клеточными культурами: посев, пассаж, замена среды, криоконсервация;
- оценивать жизнеспособность клеток (MTT-тест, Trypan Blue, флуоресцентная микроскопия);
- проводить базовые манипуляции с лабораторными животными (в рамках этически допустимых процедур): маркировка, введение препаратов, отбор биоматериала;
- анализировать данные экспериментов на моделях и интерпретировать результаты с учётом ограничений модели;
- составлять протоколы экспериментов с учётом этических и нормативных требований;
- использовать базовые методы визуализации (световая, флуоресцентная микроскопия, конфокальная микроскопия);
- применять статистические методы для анализа данных, полученных на биологических моделях.

владеть:

- навыками стерильной работы в ламинарном боксе;
- техниками культивирования клеток (монокультуры, ко-культуры, 3д-культуры);
- навыками приготовления питательных сред и растворов;
- навыками документирования экспериментов (ведение лабораторного журнала);
- работой с биологическими базами данных и литературой для обоснования выбора модели;
- навыками презентации и обсуждения результатов экспериментов;
- навыками командной работы в научной лаборатории.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1.	Знает основные принципы системного подхода и методы критического анализа, а также теоретические основы стратегического планирования и принятия решений
		УК-1.2.	Умеет применять методы системного анализа для выявления ключевых проблемных ситуаций, формулировать гипотезы и разрабатывать альтернативные стратегии действий на основе полученных данных
		УК-1.3.	Имеет практический опыт в проведении анализа реальных проблемных ситуаций в рамках проектов, способен вырабатывать и обосновывать стратегии действий, учитывая различные аспекты и последствия
УК-2.	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1.	Знает основные методологии управления проектами, ключевые этапы жизненного цикла проекта и инструменты для планирования и контроля
		УК-2.2.	Умеет разрабатывать проектную документацию, устанавливать цели и задачи проекта, а также эффективно распределять ресурсы и управлять рисками на всех этапах его реализации
		УК-2.3.	Имеет практический опыт в управлении реальными проектами, включая планирование, исполнение и завершение, а также в оценке результатов и проведении анализа успешности проекта
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области искусственного	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы искусственного интеллекта в биотехнологии, а также методы

	интеллекта в биологии, медицине или биотехнологии, обрабатывать и интерпретировать данные биологических исследований		обработки, анализа и визуализации данных в биологии, медицине или биотехнологии
		ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области профессиональной деятельности, выявлять закономерности и тенденции, моделировать основные биологические процессы и интерпретировать полученные результаты с использованием методов биоинформатики и искусственного интеллекта
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области искусственного интеллекта в биотехнологии, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях
ПК-2.	Способен математически корректно ставить и решать естественнонаучные и прикладные задачи в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-2.1.	Знает основные методы математического моделирования и теоретические основы современной биологии и биоинформатики, необходимые для корректной постановки задач
		ПК-2.2.	Умеет формулировать математические модели биологических процессов, выбирать адекватные методы решения и интерпретировать результаты в профессиональном контексте
		ПК-2.3.	Имеет практический опыт постановки и решения прикладных задач с использованием методов ИИ в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности и применять методы искусственного интеллекта в прикладных и фундаментальных исследованиях в области биологии, медицины или биотехнологий	ПК-3.1.	Знает принципы и методы решения профессиональных задач, включая применение профильно-специализированных знаний в области ИИ для фундаментальных и прикладных исследований в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы, формулировать результаты и анализировать их последствия для научных и практических решений

		ПК-3.3.	Имеет опыт участия в проектах, где методы ИИ применялись для решения исследовательских и прикладных задач в области биологии, медицины или биотехнологий
ПК-5.	Способен передавать результаты прикладных задач в виде профессиональных рекомендаций в области искусственного интеллекта, биоинформатики и биотехнологии	ПК-5.1.	Знает методы формулирования рекомендаций и терминологию области искусственного интеллекта и биоинформатики
		ПК-5.2.	Умеет интерпретировать результаты анализа и моделирования и формулировать рекомендации для практического применения в области биологии, медицины или биотехнологий
		ПК-5.3.	Имеет опыт разработки рекомендаций по результатам проектов в области искусственного интеллекта и биотехнологии

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Основы in vitro-моделирования и организация лабораторной работы	6	6		12	Домашнее задание Тест Проект
2	Современные сложные in vitro-модели и их применение	7	7		12	Домашнее задание Тест Проект
3	In vivo-модели и этические аспекты экспериментов на животных	10	10		15	Домашнее задание Тест Проект
4	Применение моделей в биомедицине и перспективы развития	7	7		11	Домашнее задание Тест Проект
	Зачет			4		
Итого:		30	30	4	50	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		114				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		3				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы in vitro-моделирования и организация лабораторной работы	Основные понятия: in vitro, in vivo, ex vivo — различия, преимущества и ограничения. Клеточные культуры in vitro: типы, источники и условия культивирования. Стерильные технологии и организация работы в клеточной лаборатории.
2	Современные сложные in vitro-модели и их применение	3д-культуры и органоиды: моделирование тканевой архитектуры in vitro. Органы-на-чипе: принципы, технологии и применение.
3	In vivo-модели и этические аспекты экспериментов на животных	Модельные организмы in vivo: выбор и обоснование. Трансгенные и нокаут-модели животных: методы создания и применение. Ксенотрансплантационные модели (PDX — patient-derived xenografts). Этические аспекты работы с животными: принципы 3R (Replacement, Reduction, Refinement). Оценка жизнеспособности и цитотоксичности in vitro. In vitro моделирование барьерных функций: кишечник, гематоэнцефалический барьер.

		In vivo модели воспаления и иммунного ответа. Токсикологические исследования: in vitro и in vivo подходы.
4	Применение моделей в биомедицине и перспективы развития	Применение in vitro и in vivo моделей в разработке лекарств. Будущее биологического моделирования: искусственный интеллект, цифровые двойники, биопечать.

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567470>.

2. Стефанов, В. Е. Биоинформатика : учебник для вузов / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 249 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20194-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583663>.

Дополнительная литература:

1. Биотехнология. Практический курс : учебник и практикум для вузов / под редакцией А. А. Красноштановой. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 174 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20448-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589750>.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		

Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «In vivo и in vitro модели» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, тест, проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, Электронный документ

практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал, использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Тест – особая форма проверки знаний. Проводится после освоения одной или нескольких тем и свидетельствует о качестве понимания основных понятий изучаемого материала. Тестовые задания составлены к ключевым понятиям, основным разделам, важным терминологическим категориям изучаемой дисциплины.

Для подготовки к тесту необходимо знать терминологический аппарат дисциплины, понимать смысл научных категорий и уметь их использовать в профессиональной лексике. Владение понятийным аппаратом, включённым в тестовые задания, позволяет преподавателю быстро проверить уровень понимания студентами важных методологических категорий.

Проект – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту рекомендуется: четко определить цели и задачи проекта; составить план работы, разбив проект на этапы с указанием сроков выполнения каждого из них; использовать разнообразные источники информации и инструменты для исследования темы; регулярно проверять прогресс и вносить коррективы в план, если это необходимо.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «In vivo и in vitro модели»

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	Зачтено	
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине, но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент
4	Удовлетворительно	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.

Дисциплина (модуль) «In vivo и in vitro модели» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	20%	10	Набор задач по темам недели
Тесты	10%	10	Форма проверки знаний студентов через ответы на вопросы с выбором из нескольких вариантов ответов
Проект	40%	1	Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов
Зачет	30%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «In vivo и in vitro модели»: $0,2 \times \text{Среднее за домашние задания} + 0,1 \times \text{Среднее за тесты} + 0,4 \times \text{Проект} + 0,3 \times \text{Зачет}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Сравнение моделей *in vitro* и *in vivo*

1. Выберите научную задачу (например, изучение токсичности нового соединения).
2. Опишите, какие *in vitro* -модели (например, гепатоциты, 3д-культуры печени) и *in vivo* -модели (например, мыши, крысы) могут быть использованы.
3. Сравните их по критериям: физиологическая достоверность, стоимость, этические аспекты, воспроизводимость.
4. Обоснуйте, в каком порядке и зачем их следует применять.
5. Оформите ответ в виде таблицы и краткого вывода.

Домашнее задание 2. Проектирование эксперимента на клеточной культуре

1. Выберите клеточную линию (например, HeLa или A549).
2. Опишите условия культивирования: тип среды, добавки, температура, CO₂.
3. Разработайте протокол оценки цитотоксичности вещества с помощью МТТ-теста:
 - концентрации,
 - длительность инкубации,
 - контрольные образцы.

4. Укажите, как будет проводиться статистическая обработка данных.
5. Оформите задание как лабораторный протокол.

Домашнее задание 3. Этическая оценка *in vivo*-эксперимента

1. Представьте, что вы планируете исследование противоопухолевого препарата на мышах с ксенотрансплантатами опухоли (PDX).
2. Опишите, как вы будете применять принципы 3R:
 - Replacement — можно ли заменить животных на *in vitro* -модели?
 - Reduction — как минимизировать количество животных?
 - Refinement — как снизить страдания (анестезия, эвтаназия, мониторинг состояния)?
3. Составьте краткий этический комментарий к протоколу.
4. Оформите в виде официального обоснования для этического комитета.

Примерные задания для теста

Вопрос 1.

Какая из перечисленных моделей наилучшим образом воспроизводит тканевую архитектуру и межклеточные взаимодействия *in vitro*?

1. Монослойная культура клеток
2. Суспензия клеток
3. Органоид
4. Первичная культура в 2д

Правильный ответ: 3

Вопрос 2.

Какой принцип 3R предполагает сокращение количества используемых животных без ущерба для достоверности результатов?

1. Replacement (Замена)
2. Reduction (Сокращение)
3. Refinement (Усовершенствование)
4. Reproducibility (Воспроизводимость)

Правильный ответ: 2

Вопрос 3.

Какой метод позволяет оценить жизнеспособность клеток по их способности восстанавливать тетразолиевые соли?

1. Подсчёт в камере Горяева
2. Окрашивание трипановым синим
3. МТТ-тест
4. ПЦР

Правильный ответ: 3

Вопрос 4.

Какой модельный организм часто используется для изучения развития и генетических процессов благодаря прозрачности эмбрионов?

1. Мышь
2. Крыса
3. Рыбка данио (*Danio rerio*)

4. Кролик

Правильный ответ: 3

Вопрос 5.

Что такое PDX-модель?

1. Перенос клеток из одной линии в другую
2. Ксенотрансплантация опухоли пациента на иммунодефицитного животного
3. Генетически модифицированная клеточная линия
4. Органоид, выращенный из стволовых клеток

Правильный ответ: 2

Примерное описание задания и критерии оценивания к проекту

Описание проектного задания: подготовьте научный проект по выбору и обоснованию биологической модели для решения конкретной задачи (например: изучение проникновения лекарства через гематоэнцефалический барьер, тестирование иммунотерапии при раке, оценка токсичности наночастиц).

Проект должен включать:

- постановку задачи,
- сравнительный анализ возможных *in vitro* - и *in vivo* -моделей,
- обоснованный выбор оптимальной модели,
- этическую оценку (принципы 3R),
- краткий протокол эксперимента,
- методы анализа данных,
- визуализацию (схема модели, таблицы, графики — при наличии).
- Формат: презентация (10–12 слайдов) или письменный отчёт (3–5 страниц).

Критерии оценивания проекта:

- Актуальность и чёткость постановки задачи — проблема сформулирована ясно, имеет научную или прикладную значимость.
- Обоснованный выбор модели — корректно сравнены *in vitro* и *in vivo* подходы, учтены достоинства и ограничения.
- Глубина анализа и научная строгость — использованы достоверные источники, данные, обоснования; учтены современные тенденции (органойды, органы-на-чипе и др.).
- Этическая грамотность — применены принципы 3R, соблюдены нормы обращения с животными.
- Полнота и структурированность протокола — эксперимент описан последовательно, включает методы, контроль, статистику.
- Качество презентации/оформления — логичная структура, читаемость, отсутствие ошибок, корректные ссылки.
- Навыки командной работы и презентации — (при групповой работе) распределение ролей, слаженность, ответы на вопросы.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Что означает термин <i>in vitro</i> ?	Исследование вне целого организма, в контролируемых условиях (например, в пробирке)	УК-1
2.	Какой тип клеточной культуры получают непосредственно из ткани?	Первичная культура	УК-2
3.	Какой метод позволяет оценить жизнеспособность клеток с помощью окрашивания?	Трипановый синий	ПК-1
4.	Что такое органоид?	Мини-орган, выращенный <i>in vitro</i> из стволовых клеток, воспроизводящий структуру и функцию ткани	ПК-2
5.	Какой принцип 3R предполагает улучшение условий содержания и процедур?	Refinement (Усовершенствование)	ПК-3
6.	Какой модельный организм используется для изучения нейронального развития благодаря прозрачности?	Рыбка данио	ПК-5
7.	Что такое PDX-модель?	Ксенотрансплантация опухоли пациента на животное	УК-1
8.	Какой прибор обеспечивает стерильные условия при работе с клетками?	Ламинарный бокс	УК-2
9.	Какой тест основан на восстановлении МТТ в формазан?	МТТ-тест	ПК-1
10.	Что такое 3D-культура?	Культура клеток, растущих в трёх измерениях, имитирующая тканевую структуру	ПК-2
11.	Какой метод позволяет визуализировать живые клетки с использованием флуоресцентных красителей?	Флуоресцентная микроскопия	ПК-3
12.	Какой тип модели используется для изучения барьерных функций кишечника <i>in vitro</i> ?	Трансвелл-система с	ПК-5

		монослоем эпителия	
13.	Что такое трансгенный организм?	Организм с встроенным чужеродным геном	УК-1
14.	Какой газ необходим в инкубаторе для культивирования клеток?	CO ₂	УК-2
15.	Какой метод позволяет создать «мышиную модель» человека в онкологии?	PDX	ПК-1
16.	Что такое криоконсервация клеток?	Сохранение клеток при низких температурах (в жидком азоте)	ПК-2
17.	Какой принцип 3R предполагает замену животных альтернативными моделями?	Replacement	ПК-3
18.	Какой метод применяется для визуализации тонкой структуры клеток?	Конфокальная микроскопия	ПК-5
19.	Что такое ксенотрансплантация?	Пересадка ткани от одного вида к другому	УК-1
20.	Какой современный подход позволяет моделировать работу органа на микрочипе?	Орган-на-чипе	УК-2