

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт имени
А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

М.И.Им. А.Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

2025

Регистрационный № УД-1677/21уч.



**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В
ИММУНОЛОГИИ**

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

6-05-0511-04 Медико-биологическое дело

Профилизация Иммунология

2025 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования (ОСВО) 6-05-0511-04-2023 от 04.08.2023 и учебных планов учреждения образования для специальности 6-05-0511-04 Медико-биологическое дело Рег.№154-23/уч. от 07.04.2023, Рег.№155-23/уч.инт.з. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛИ:

Д.Б. Нижегородова, доцент кафедры иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

М.В. Лобай, старший преподаватель кафедры иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.М. Гармаза, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии антител и цитокинов РНПЦ трансфузиологии и медицинских биотехнологий, кандидат биологических наук, доцент;

Н.А. Манаева, заведующий научно-исследовательской лаборатории Научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины БГМУ, кандидат биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой иммунологии учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол №8 от 20.03.2025г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ (протокол №7 от 22.04.2025г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Иммунология по праву считается экспериментальной наукой: большинство фактов, феноменов и закономерностей иммунного ответа и иммунопатологических реакций было установлено в процессе проведения экспериментальных исследований. Потому обучение экспериментальным методам исследования является необходимым звеном в медико-биологическом образовании.

В настоящее время спектр экспериментальных подходов и методов, которые потенциально применимы как в иммунологии, так в других областях биологии и медицины, значительно расширился. Разработаны и получили признание новые методологии, подходы к экспериментальному моделированию протективных и патофизиологических реакций иммунной системы, что требует привлечения к исследовательским работам подготовленных специалистов.

Настоящий курс предназначен, таким образом, для ознакомления студентов, обучающихся в рамках специальности 6-05-0511-04 Медико-биологическое дело, с современными методами экспериментальной иммунологии. Наряду с методами экспериментального исследования необходимо рассмотрение комплекса статистических методов, применяемых для анализа результатов исследования.

Цель изучения дисциплины «Экспериментальные и статистические методы в иммунологии» состоит в том, чтобы научить студентов основам современной методологии иммунологического эксперимента и анализа его результатов.

Задачи дисциплины:

- 1) сформировать у студентов систему представлений и месте, и роли иммунологического эксперимента в научном исследовании;
- 2) обучить студентов методологии планирования и проведения иммунологического эксперимента;
- 3) научить студентов обрабатывать результаты эксперимента математическими и статистическими методами.

В результате усвоения этой дисциплины обучаемый должен:

знать:

- правила работы с лабораторными животными и культурами клеток, методы индукции иммунного ответа в условиях эксперимента;
- методологии воспроизведения *in vitro* и *in vivo* основных иммунологических феноменов, о способах регистрации иммунологических реакций, развивающихся в разных экспериментальных моделях;
- общие вопросы доказательной медицины;
- основные принципы и методы статистического анализа иммунологических исследований

уметь:

- проводить иммунизацию лабораторных животных, выделять иммунокомпетентные клетки и определять их концентрацию и жизнеспособность;
- самостоятельно планировать эксперимент, а также проводить учет и анализ результатов иммунологического эксперимента по моделированию гуморального и клеточного иммунного ответа.
- использовать прикладные компьютерные программы для статистической обработки и анализа результатов иммунологического исследования.

владеть:

- информацией нормативного порядка в поле регламентации экспериментального моделирования в иммунологии;
- методами оценки клеточных и гуморальных параметров врожденного и приобретенного иммунитета;
- терминологией статистического анализа;
- методами прикладной статистики;
- способами интерпретации и представления результатов статистического анализа.

Учебный материал включает следующие разделы: «Экспериментальные и статистические методы в иммунологии», «Основные принципы и методы статистического анализа иммунологических исследований».

Изучения учебной дисциплины способствует формированию у студентов следующих **компетенций**: проводить иммуно-гематологические, экспериментальные, культуральные и молекулярно-генетические исследования для мониторинга пациентов с иммунообусловленной патологией; разрабатывать с диагностической целью иммунобиотехнологические препараты (СК-22).

Форма получения образования – очная (дневная), заочная.

Учебная программа рассчитана на 108 часов:

– для очной формы получения высшего образования учебным планом отведено 48 ч аудиторных, из них: лекции – 14 ч, лабораторные занятия – 20 ч, практические занятия – 14 ч.

– для заочной формы получения высшего образования отведено 12 аудиторных часов, из них: лекции – 2 часа, лабораторные занятия – 8 часов, практические занятия – 2 часа.

Форма промежуточной аттестации – зачет в 5-м семестре для очной (дневной) и зачет в 7-м семестре для заочной формы получения высшего образования.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Содержание учебной дисциплины тесно связано с некоторыми разделами и темами таких учебных дисциплин специальности как «Иммунология» (общая и частная иммунология, основные понятия, механизмы иммунного ответа в норме и патологии), «Стволовая клетка»

(методы определения жизнеспособности клеток, методы визуализации клеток, особенности морфологии стволовых клеток), «Общая и медицинская микробиология с основами вирусологии» (обеспечение противоэпидемического режима, методы дезинфекции и стерилизации, асептики, антисептики).

В преподавании дисциплины «Экспериментальные и статистические методы в иммунологии» при чтении лекций используются технология проблемно-модульного обучения и проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода. Проведение лабораторных занятий с использованием персональных компьютеров предполагает моделирование проблемных ситуаций и разработку методов их преодоления. Самостоятельная работа студентов по дисциплине осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах с последующим контролем в виде собеседования, коллоквиумов и контрольной работы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ИММУНОЛОГИИ

Тема 1.1 Экспериментальное моделирование: исторические этапы развития, цели и задачи. Роль эксперимента в иммунологии

Основные исторические этапы развития экспериментальной иммунологии: древнегреческий этап, формирование иммунофармакологии, разработка вакцин и вакцинация, заложение основ методологии культивирования клеток и тканей. Первый закон о защите животных и основные принципы биоэтики.

Экспериментальное моделирование в иммунологии – определение, цели, задачи. Эксперимент – основа получения научной информации. Постановка цели и задач эксперимента. Основные требования, предъявляемые к эксперименту. Объекты и методы экспериментального моделирования. Роль эксперимента в изучении иммунологических процессов и механизмов. Недостатки экспериментального метода. Различия в подходах к проведению научного эксперимента и популяционных исследований в области иммунологии.

Объем исследований, необходимый для получения достоверных результатов. Планирование количества необходимых реактивов. Математическая и статистическая обработка результатов эксперимента. Интерпретация результатов иммунологического эксперимента.

Правила техники безопасности при работе с биологическим материалом. Индивидуальные средства защиты. Утилизация отработанного биологического материала - экологические, биологические и медицинские аспекты.

Тема 1.2 Объекты и методы экспериментального моделирования

Классификация объектов экспериментального моделирования *in vivo* и *in vitro*. Виды лабораторных животных, используемые в экспериментальной иммунологии. Правила содержания и обращения с экспериментальными животными. Линейные животные: методология создания линий животных, основные линии инбредных животных, используемые в экспериментальной иммунологии, преимущества и недостатки. Принципы получения нокаутных и трансгенных животных и области их применения.

Культуры клеток, органов и тканей – как объекты иммунологического эксперимента *in vitro*. Виды культур клеток, технология получения, способы поддержания в искусственных условиях. Коллекции клеточных культур. Основные принципы работы в чистых помещениях. Культуральный метод: этапы и условия культивирования клеток, приготовление питательных сред. Пассирование суспензионных и адгезивных клеточных культур.

Криоконсервация клеточных культур. Гибридная технология. Инфраструктура и оборудование, необходимые для разработки клеточных технологий и создания клеточных продуктов.

Биоэтические аспекты, законодательство и нормативно-технические базы, регламентирующие экспериментальную работу с лабораторными животными и культурами клеток, органов и тканей.

Тема 1.3 Моделирование основных иммунологических процессов *in vivo* и *in vitro*

Моделирование иммунного ответа в эксперименте. Создание экспериментальных моделей в иммунологии. Роль экспериментального моделирования иммунологических феноменов в развитии теоретической и прикладной иммунологии. Способы индукции и принципы мониторинга модельных патологий. Экспериментальные модели иммунодефицитов. Активная индукция и адаптивный перенос при моделировании аутоиммунной патологии в эксперименте. Спонтанные и индуцированные экспериментальные модели опухолей. Моделирование аллергических процессов в эксперименте. Клеточные биосистемы для оценки иммунологических процессов *in vitro*. Оценка валидности экспериментальных моделей. Принципы и проблемы трансляционной иммунологии.

Иммунизация, правила и способы иммунизации. Разработка схем иммунизации в зависимости от поставленных задач. Определение массы органов иммунной системы и их весовых индексов. Фундаментальное значение иммунизации. Антигены и адъюванты, применяемые для индукции иммунного ответа в эксперименте. Пути введения, доза, агрегатное состояние антигена, пути его введения. Иммунизация *in vitro*. Мониторинг эффективности иммунизации.

Модельная система индукции эффекторных механизмов Т-лимфоцитов (цитотоксической активности лимфоцитов, реакция ГЗТ) в эксперименте. Оценка *in vitro* пролиферативного потенциала иммунных клеток, выделенных из вторичных лимфоидных органов. Оценка активности эффекторных Т-клеток, пробы *in vivo*. Постановка, учет, интерпретация результатов.

Характеристика основных этапов антителообразования при развитии гуморального иммунного ответа. Модельная система по определению числа антителообразующих клеток (АОК) и их предшественников в селезенке животных при иммунизации Т-зависимым антигеном. Способы учета результатов. Выявление антигенспецифичных клеток-предшественников методом лимитирующих разведений.

Тема 1.4 Исследование иммунотоксического и иммуностропного эффекта лекарственных препаратов, факторов окружающей среды и др. ксенобиотиков в доклинических исследованиях

Принципы надлежащей лабораторной, медицинской и клинической практики (GLP, GMP и GCP). Внутрилабораторный и внешний контроль качества доклинических исследований. Регламентация исследований по иммунотоксичности и иммуностропности лекарственных препаратов.

Факторы, учитываемые при оценке потенциальной иммунотоксичности и иммуностропности ксенобиотиков. Основная и дополнительная панель исследования иммунотоксического и иммуностропного действия лекарственных препаратов и факторов окружающей среды в эксперименте.

Характеристика иммунологических тестов и реакций, применяемых для оценки иммуностропности лекарственных препаратов *in vitro* и *in vivo*. Методология оценки потенциального риска для иммунной системы применения новых лекарственных препаратов. Интерпретация результатов.

Тема 1.5 Методы изучения иммунокомпетентных клеток видового и приобретенного иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций

Выделение органов иммунной системы: костного мозга, тимуса, селезенки, лимфатических узлов, Пейеровых бляшек. Методы получения биологического материала, содержащего иммунокомпетентные клетки (ИКК). Принципы механической и ферментативной дезагрегации тканей.

Определение жизнеспособности ИКК по включению (исключению) красителей. Характеристика стадий клеточной гибели. Подсчет концентрации клеточной суспензии с помощью гемоцитометра или микроскопа. Определение поверхностного и внутриклеточного фенотипа основных субпопуляций ИКК методом проточной цитофлуориметрии. Иммуно(cito)гистохимическое выявление антигенов в клетках и тканях. Прямая и непрямая флюоресценция. Сканирующая конфокальная микроскопия.

Выделение популяций лимфоцитов из периферической крови, лимфатических узлов и тонкого кишечника. Использование методов сепарации, основанных на физических (седиментация, плотность, адгезия) и биологических (хемотаксис) свойствах клеток. Выделение клеток с помощью метода магнитной сепарации: позитивная и негативная селекция. Принцип работы клеточного сортера (FACS - fluorescence activated cell sorter). Обогащение антигенспецифических субпопуляций.

Методы получения перитонеальных макрофагов мыши. Моделирование фагоцитарной функции макрофагов в эксперименте. Исследование хемотаксиса и адгезии макрофагов. Способы учета

фагоцитарной и бактерицидной активности перитонеальных макрофагов (микроскопия препаратов, проточная цитофлуориметрия и др.).

Модельные системы по определению процессов активации, пролиферации и дифференцировки ИКК. Индукторы активации или ингибирования функциональной активности ИКК *in vitro* (митогены, антигены, вирусы и др.). Выбор метода учета функциональной активности лимфоцитов *in vitro*. Оценка функционального потенциала лимфоцитов: синтез ДНК (реакция бластной трансформации лимфоцитов), характеристика клеточного цикла с использованием ДНК-тропных красителей, метод оценки пролиферации клеточных поколений по включению карбоксифлуоресцеина (CFSE-метод), внутриклеточный синтез цитокинов, цитотоксичность.

Тема 1.6 Методы исследования гуморальных факторов видового и приобретённого иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций

Правила взятия биологических материалов для исследования гуморальных факторов врожденного и приобретенного иммунного ответа.

Серологический метод исследования: компоненты серологических реакций, условия проведения, основные этапы серологического метода. Механизмы взаимодействия антиген-антитело. Визуальные феномены образования комплекса антиген-антитело. Типы серологических реакций, области применения, преимущества и недостатки.

Методы визуального учёта серологических реакций. Количественное определение антител (антигенов) в серологических и иммунохимических реакциях. Понятия титр, нарастание титра, диагностический титр. Статистическая обработка результатов, выраженных титром.

Иммунные диагностические сыворотки, методы получения. Классификация иммунных диагностических сывороток, области применения.

Метод 50%-го гемолиза для оценки активности системы комплемента. Приготовление суспензии маркёрных эритроцитов. Гемолитическая сыворотка, источники получения. Приготовление гемолитической системы. Модификации метода 50%-го гемолиза. Применение метода для исследования общей активности классического и альтернативного пути активации системы комплемента. Способы регистрации результатов метода. Условные единицы активности системы комплемента.

Определение общих и специфических иммуноглобулинов в сыворотке и ликворе методами иммунохимического анализа.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема 2.1 Общие вопросы доказательной иммунологии

Цели, задачи и основные постулаты доказательной иммунологии. Планирование научного исследования в иммунологии. Этапы и типы научного исследования. Характеристика объектов и предметов исследования. Методы формирования исследуемых групп (критерии включения/исключения, принципы рандомизации и стратификации). Систематические и случайные ошибки.

Современное программное обеспечение для статистической обработки данным. Важнейшие требования к универсальному статистическому пакету. Интерфейс пакета программы STATISTICA и ее основные модули.

Тема 2.2 Основные статистические понятия и модели

Типы данных (количественные и качественные, номинальные, интервальные и т.д.). Вариационный ряд и его построение. Генеральная и выборочная совокупность. Размер и репрезентативность выборки, и статистическая мощность исследования.

Понятия «статистические гипотезы» и «уровень значимости». Формирование статистических гипотез. Ошибки при проверке гипотез: ошибки I и II рода. Закон нормального (гауссовского) распределения. Оценка параметров распределения данных с использованием критериев нормальности (λ -критерий Колмогорова-Смирнова, W-критерий Шапиро-Уилка, показатели асимметрии и эксцесса).

Описательная статистика. Меры центральной тенденции (среднее арифметическое, мода, медиана). Меры рассеяния (дисперсия, размах, стандартное отклонение). Графическое представление данных статистического анализа. Правила оформления статистических таблиц.

Ввод и подготовка данных в пакете программы STATISTICA. Решение задач описательной статистики в STATISTICA. Визуализация данных: гистограммы, диаграммы размаха.

Тема 2.3 Методы сравнения групп по количественному признаку

Основные этапы выбора статистического критерия в зависимости от условий и целей исследования.

Параметрические и непараметрические статистические критерии сравнения: назначения, условия применения, подсчет критериев, преимущества и недостатки. Представление результатов анализа. Метод ранжирования. Проблема множественных сравнений в иммунологии и методы ее решения.

Основные принципы сравнение иммунологических данных, полученных в различных исследуемых группах, с помощью программы STATISTICA. Визуализация, интерпретация и обсуждение полученных данных.

Тема 2.4 Сравнение групп по качественным признакам

Описание качественных признаков. Вычисление абсолютных и относительных частот (долей, процентов, шансов). Методы сравнения групп по качественным признакам. Таблицы сопряженности. Решение типовых задач.

Тема 2.5 Анализ связи признаков

Функциональная и корреляционная связь. Коэффициент корреляции и его свойства. Коэффициент линейной корреляции (метод Пирсона). Коэффициенты ранговой корреляции (методы Спирмена, Кендаллу, гамма) и условиях их применения. Представление результатов корреляционного анализа. Основы регрессионного анализа. Интерпретация результатов регрессионного анализа.

Использование пакета прикладных программ STATISTICA для определения связи признаков. Визуализация, интерпретация и обсуждение полученных данных.

Тема 2.6 Описание, представление и публикация результатов статистического анализа

Описание последовательности выполнения статистического анализа и его результатов. Интерпретация и обсуждение результатов. Наиболее распространенные ошибки статистического анализа биомедицинских данных.

Определение интервала нормы (референтного интервала) Анализ точности диагностического метода. Статистическая и клиническая значимость полученных результатов.

Тема 2.7 Статистический анализ в биомедицинских статьях

Критический анализ иммунологических статей с целью выявления статистических ошибок. Наиболее распространенные ошибки статистического анализа биомедицинских данных.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(для очной (дневной) формы получения высшего образования)

Номер раздела, темы	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	Методы экспериментальной иммунологии (31 ч.)	7	4		20			
1.1	Экспериментальное моделирование: исторические этапы развития, цели и задачи. Роль эксперимента в иммунологии	1						Фронтальный опрос
1.2	Объекты и методы экспериментального моделирования	1						
1.3	Моделирование основных иммунологических процессов <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>	2	2		4			
1.4	Исследование иммуотоксического и иммуотропного эффекта лекарственных препаратов, факторов окружающей среды и др. ксенобиотиков в доклинических исследованиях	1	1		4			Защита реферата
1.5	Методы изучения иммунокомпетентных клеток видового и приобретенного иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций	1			6			Самостоятельная работа
1.6	Методы исследования гуморальных факторов видового и приобретённого иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций	1	1		6			Опрос
II	Основные принципы и методы статистического анализа иммунологических исследований (17 ч)	7	10					
2.1	Общие вопросы доказательной иммунологии	1	2					Опрос
2.2	Основные статистические понятия и модели	1	2					Фронтальный опрос

2.3	Методы сравнения групп по количественному признаку	2	2					Тестовый контроль
2.3	Сравнение групп по качественным признакам	1	2					Фронтальный опрос
2.4	Анализ связи признаков	1	1					Тестовый контроль
2.5	Описание, представление и публикация результатов статистического анализа	0,5	1					Фронтальный опрос
2.6	Статистический анализ в биомедицинских статьях	0,5						Контрольная работа
	Всего	14	14		20			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(для заочной формы получения высшего образования)

Номер раздела, темы	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	Методы экспериментальной иммунологии	1	0,5		8			
1.1	Экспериментальное моделирование: исторические этапы развития, цели и задачи. Роль эксперимента в иммунологии	0,25						
1.2	Объекты и методы экспериментального моделирования	0,25						
1.3	Моделирование основных иммунологических процессов <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>		0,25					
1.4	Исследование иммунотоксического и иммуностропного эффекта лекарственных препаратов, факторов окружающей среды и др. ксенобиотиков в доклинических исследованиях	0,25	0,25		2			
1.5	Методы изучения иммунокомпетентных клеток видового и приобретенного иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций				2			
1.6	Методы исследования гуморальных факторов видового и приобретённого иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций	0,25			4			
II	Основные принципы и методы статистического анализа иммунологических исследований	1	1,5					
2.1	Общие вопросы доказательной иммунологии	0,25						
2.2	Основные статистические понятия и модели	0,25	0,25					

2.3	Методы сравнения групп по количественному признаку	0,25	0,25					
2.4	Сравнение групп по качественным признакам	0,25	0,25					
2.5	Анализ связи признаков		0,25					
2.6	Описание, представление и публикация результатов статистического анализа		0,25					
2.7	Статистический анализ в биомедицинских статьях		0,25					
	Всего	2	2		8			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы преподавания учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Хаитов, Р.М. Иммунология. Атлас / Р.М. Хаитов, Ф.Ю. Гариб. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 416 с.
2. Новиков, Д.К. Клиническая иммунология и аллергология: учебник / Д. К. Новиков, П.Д. Новиков, Н.Д. Титова. – Минск: Вышэйш. шк., 2019. – 495 с.
3. Иммунология. Атлас / Р.М. Хаитов, Ф.Ю. Гариб. - 2-е изд., обновл. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 416 с.: ил.
4. Копыцкий А.В. Биомедицинская статистика: учеб.пособие / А.В. Копыцкий, Е.П. Наумюк, В.Н. Хильманович;. – Минск:Адукацыя і выхаванне, 2024. – 240 с.; ил.
5. Сушко Г.Г. Биометрия. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Экология" / Г. Г. Сушко; – Минск:Республиканский институт высшей школы, 2023. – 323 с.; ил.

Дополнительная

1. Антюфеева, А.А. Создание экспериментальных моделей патологических состояний. Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 2–1. – С. 110–111.
2. Петри, А. Наглядная медицинская статистика: пер. с англ / А. Петри, К. Сэбин. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.
3. Экспериментальные модели в патологии: учебник / В. А. Черешнев, Ю. Н. Шилов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Пермь: Пермский гос. нац. исслед. университет, 2014. – 321 с.

4. Veterinary immunology: principles and practice / Michael J. Day, Ronald D. Shultz. – 2nd ed. – 2014. – 317 p.
5. Чубуков, Ж.А. Описательная статистика: учеб. -мет. пособие / Ж.А. Чубуков, Т.С. Угольник. – Гомель: ГомГМУ, 2012. – 28 с.
6. Миронов А.Н. и др. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая. – М.: Гриф и К, 2012. – 944 с.
7. Чубуков, Ж.А. Непараметрические методы и критерии медико-биологической статистики: учеб. - мет. пособие / Ж.А. Чубуков, Т.С. Угольник. – Гомель: ГомГМУ, 2012. – 16 с.
8. Глушанко, В.С. Основы медицинской статистики: учебно-мет. пособие / В.С. Глушанко, А.П. Грузневич, С.Л. Гараничева [и др.]. – Витебск: ВГМУ, 2012. – 155 с.
9. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях. Под ред. Каркищенко Н.Н, Грачева С.В. – 2010. – 344 с.
10. Попова Н.А. Модели экспериментальной онкологии. – Соровский образовательный журнал. – 2000. – Том 6, №8. – С. 33-38.
11. Мамаев А.Н. Основы медицинской статистики/ А.Н. Мамаев. – М.: Практическая медицина, 2011. – 128 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Экспериментальные и статистические методы в иммунологии» используется следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- устный опрос;
- защита рефератов;
- решение ситуационных задач;
- тестирование.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного опроса на практических занятиях с выставлением текущих оценок по десятибалльной шкале. Оценка учебных достижений студента осуществляется на зачете и производится по десятибалльной шкале.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины, могут использоваться следующие методические рекомендации:

- работа студентов состоит в проработке обзорного лекционного материала, в изучении по учебникам программного материала и рекомендованных преподавателем литературных источников;
- работа преподавателя состоит:
 - в обучении студентов способам самостоятельной учебной работы и развитии у них соответствующих умений и навыков;
 - в выделении отдельных тем программы или их частей для самостоятельного изучения студентами по учебникам и учебным пособиям без изложения их на лекции или проведения практических занятий;
 - в разработке программы контроля самостоятельной работы студента;
- самостоятельная работа студентов протекает в форме делового взаимодействия. Студент получает непосредственные указания, рекомендации преподавателя об организации и содержании самостоятельной деятельности, а преподаватель выполняет функцию управления через учет, контроль и коррекцию ошибочных действий;
- с первой недели семестра студенты получают от преподавателя учебные задания на самостоятельную проработку отдельных тем или их частей, с последующим контролем их выполнения;

К основным формам самостоятельной работы студентов по изучению учебной дисциплины можно отнести:

- опрос;
- выполнение тестовых заданий;
- краткие письменные работы;
- опрос перед началом лабораторных занятий.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

№ п/п	Наименование тем
1	Экспериментальный аутоиммунный энцефаломиелит: методологические подходы к активной и пассивной индукции заболевания.
2	Принципы культурального метода: методология культивирования суспензионных и адгезивных 2D- и 3D-культур.
3	Методы изучения клеток врожденного иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций.
4	Методы изучения функционального потенциала иммунокомпетентных клеток приобретенного иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций.
5	Имунофенотипирование иммунных клеток в диагностике иммунопатологических состояний.
6	Методы исследования гуморальных факторов видового и приобретённого иммунитета при экспериментальном моделировании иммунопатологических реакций.

Примерный перечень тем практических занятий

№ п/п	Наименование тем
1	Антигены и адъюванты, применяемые для индукции иммунного ответа в эксперименте.
2	Виды культур клеток, технология получения, способы поддержания в искусственных условиях. Надлежащая лабораторная практика.
3	Общие вопросы доказательной иммунологии
4	Основные статистические понятия и модели
5	Методы сравнения групп по количественному признаку
6	Сравнение групп по качественным признакам
7	Определение связи параметров иммунитета, характера их зависимости в пакете прикладных программ STATISTICA
8	Описание, представление и публикация результатов статистического анализа

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указание даты и номера протокола)
1. Иммунология	Иммунологии	Материал достаточен	Протокол № от 2025 г.
2. Общая и медицинская микробиология с основами вирусологии	Иммунологии	Материал достаточен	Протокол № от 2025 г.
3. Стволовая клетка	Иммунологии	Материал достаточен	Протокол № от 2025 г.

Заведующий кафедрой иммунологии
доктор мед. наук, профессор

_____ М.М. Зафранская