

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра микробиологии и иммунологии**

**Авторы-составители: Шмагель Константин Владимирович  
Заморина Светлана Анатольевна**

**Рабочая программа дисциплины**

**ИММУНОЛОГИЯ**

**Код УМК 73264**

**Утверждено  
Протокол №5  
от «15» мая 2023 г.**

**Пермь, 2023**

## **1. Наименование дисциплины**

Иммунология

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **06.03.01** Биология

направленность Биоразнообразие и живые системы

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Иммунология** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**06.03.01** Биология (направленность : Биоразнообразии и живые системы)

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

**Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

**ОПК.4** Способен применять знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач

**Индикаторы**

**ОПК.4.1** Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач

**ПК.1** Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности

**Индикаторы**

**ПК.1.5** использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	06.03.01 Биология (направленность: Биоразнообразие и живые системы)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Иммунология. Первый семестр

#### **Предмет и задачи иммунологии, история. Основные понятия и определения. Врожденный и приобретенный иммунитет**

Современная иммунология как наука, изучающая структуру и функции иммунной системы.

Определение иммунитета. Понятие об антигенах. Иммунитет как главная функция иммунной системы, направленная на поддержание генетического постоянства внутренней среды организма. Концепция иммунного надзора. Роль иммунной системы в контроле процессов клеточной пролиферации и дифференцировки, регенерации, морфогенеза и т.д. Общие особенности структурно-функциональной организации иммунной системы. Понятие об антигеннезависимой и антигензависимой дифференцировке Т-и В-лимфоцитов. Подсистемы врожденного (синонимы: палеоиммунитета, конституционального иммунитета, примордиального иммунитета, доиммунного ответа, естественной резистентности, англ. innate immunity) и приобретенного иммунитета (синонимы: неоиммунитета, адаптивного иммунитета, Т-и В-лимфоцитарного иммунитета, англ. adaptive immunity), различия и краткая характеристика распознающих структур. Распознавание "чужого" и "измененного своего", их элиминация и иммунологическая память. Основные особенности иммунной системы, отличающие ее от других систем организма.

Возникновение иммунологии как науки и открытие основных иммунологических феноменов.

Вариоляция. Метод вакцинации для предупреждения инфекционных заболеваний (Э. Дженнер, Л. Пастер). Открытие антител (Эмиль Беринг и сотр.), использование антител для предупреждения и терапии инфекционных заболеваний. Открытие основных серологических реакций. Пауль Эрлих и его теория боковых цепей. Работы Ж. Борде по системе комплемента. Открытие реакций гиперчувствительности замедленного типа (Р. Кох). Феномен фагоцитоза. Фагоцитарная теория иммунитета и воспаления И.И. Мечникова.

Открытие анафилаксии и аллергических реакций немедленного типа (Ш. Рише и П. Портье, М. Артюс, Г.П. Сахаров).

Возникновение неинфекционной иммунологии (И.И. Мечников, К. Ландштейнер и др.).

Открытие реакций трансплантационного иммунитета (П. Медавар, П. Горер, Дж. Снелл). Феномены second set и иммунологического усиления. Адаптивный перенос реакций трансплантационного иммунитета и гиперчувствительности замедленного типа (К. Ландштейнер, М. Чейз, М. Мичисон).

Клонально-селекционная теория иммунитета (Ф. Бернет) и основные ее положения. Современный этап развития клонально-селекционной теории иммунитета.

Феномен иммунологической толерантности, его открытие и характеристика (Р. Оуэн, 1945; Ф. Бернет, 1949; П. Медавар, Л. Брент, Р. Биллингхам, 1953; Л. Фелтон, 1949; Д. Дрессер, 1963). Классификация феноменов иммунологической толерантности. Естественная (врожденная) и приобретенная иммунологическая толерантность. Индукция толерантности в неонатальном периоде, понятие об адаптивном периоде. Индукция толерантности во взрослом состоянии, значение свойств и дозы антигена, длительности его нахождения в организме. Феномены иммунологического паралича и толерантности низкой дозы. Лекарственно-индуцированная толерантность. «Срыв» толерантности и аутоиммунные заболевания. Аутоантигены. Современные представления о механизме иммунологической толерантности.

Современный этап развития иммунологии. Работы Дж. Миллера и др. по неонатальной тимэктомии и неонатальной бурсэктомии. Открытие Т- и В-лимфоцитарных систем, субпопуляций лимфоцитов.

Успехи в изучении молекулярных механизмов функционирования иммунной системы. Иммуногенетика.

Иммунобиотехнология. Нобелевские премии в иммунологии – история развития иммунологии от прикладного раздела микробиологии (инфекционная иммунология) до междисциплинарной фундаментальной биологической науки.

## **Органы иммунной системы, филогенез иммунитета**

Центральные и периферические органы иммунной системы. Функциональная морфология центральных органов иммунной системы (тимус, сумка Фабрициуса, костный мозг). Центральные органы – зоны антиген-независимой дифференцировки иммунокомпетентных клеток. Периферические лимфоидные органы как место заключительных стадий антиген-независимой дифференцировки Т- и В-лимфоцитов и их роль в различных формах иммунного ответа. Общие закономерности строения периферических лимфоидных органов, Т- и В-клеточные домены (зоны), изменения их морфологии после контакта с антигеном.

Основные типы клеток иммунной системы, их функциональное предназначение. Определение термина «иммунокомпетентная клетка», общая характеристика рецепторов и клонального разнообразия Т- и В-лимфоцитов. NK-клетки как филогенетически древняя популяция лимфоцитов, занимающая промежуточное положение между неспецифическими эффекторными клетками и иммунокомпетентными лимфоцитами. Основные функции NK-клеток, общая характеристика их мембранных распознающих молекул. Основные стадии взаимодействия естественных киллеров с клетками-мишенями. Механизмы цитолиза клеток-мишеней (перфорины, гранзимы, апоптоз). Роль киллер-ингибирующих и киллер-активирующих рецепторов. Основные эффекторные клетки врожденного иммунитета, их роль в естественной резистентности и иммунных реакциях. Роль рецепторов к Fc-фрагменту иммуноглобулинов, компонентам комплемента и цитокинам в вовлечении неспецифических эффекторных клеток в иммунный ответ. Клетки микроокружения органов иммунной системы. Дендритные клетки и их функции. Лимфоидные образования, ассоциированные со слизистыми оболочками, особенности их строения и функции. Особенности субпопуляционного состава Т- и В-лимфоцитов слизистых. Роль гамма/дельта Т-лимфоцитов и секреторного IgA в обеспечении местного иммунитета слизистых. Рециркуляция иммунокомпетентных клеток. Феномен «хоминга», роль посткапиллярных венул, понятие о молекулах клеточной адгезии. Особенности рециркуляции и миграции клеток при антигенном воздействии.

## **Система комплемента**

Система комплемента, современная номенклатура. Сывороточные и мембранные компоненты комплемента. Классический и альтернативный пути активации. Мембраноатакующий комплекс. Регуляторы активности комплемента. Основные функции: цитолитическая, опсоническая, регуляции адаптивного иммунитета, индукции и контроля воспаления. Участие комплемента в удалении иммунных комплексов. Комплемент и беременность. Взаимодействие микроорганизмов с системой комплемента. Комплемент, как патогенный фактор. Дефициты компонентов комплемента

## **Общая характеристика клеток иммунной системы. фагоцитоз: нейтрофилы, макрофаги**

Механизмы распознавания в подсистеме врожденного иммунитета (синонимы: палеоиммунитета, конституционального иммунитета, примордиального иммунитета, доиммунного ответа, естественной резистентности, англ. innate immunity). Понятие о патоген-ассоциированных молекулярных паттернах (PAMP). Паттерн-распознающие рецепторы. Toll и Toll-подобные рецепторы (TLR1-TLR13), их структура, специфичность, участие в запуске сигнальных путей активации цитокиновых и других генов. Мембранные паттерн-распознающие рецепторы растений. Внутриклеточные паттерн-распознающие рецепторы (NOD семейство; 2'-5'-олигоденилатсинтаза; протеинкиназа, активируемая двухспиральной РНК). Паттерн-распознающие рецепторы, участвующие в фагоцитозе: scavenger рецепторы (рецепторы-мусорщики, SR-A, MARCO), макрофагальный маннозный рецептор, бета-глюкановые рецепторы. Секретируемые паттерн-распознающие рецепторные молекулы: коллектины (маннозосвязывающий протеин, сурфактантные протеины А и D), пентраксины (С-реактивный протеин и сывороточный амилоид А), белки семейства липидных трансфераз (липополисахаридсвязывающий протеин и др.), пептидогликан-распознающие протеины.

Система мононуклеарных фагоцитов. Особенности гистогенеза мононуклеарных фагоцитов (схема дифференцировки), разнообразие макрофагов (клетки Купфера, микроглии и др.). Основная функция мононуклеарных фагоцитов – удаление умирающих клеток и биологического "мусора". Варианты активации макрофагов (классический, альтернативные). Секреция биологически активных медиаторов и цитокинов активированными макрофагами, их действие. Роль мононуклеарных фагоцитов в воспалении и репарации тканей. Участие макрофагов и продуцируемых ими цитокинов в индукции иммунного ответа и других защитно-приспособительных реакций (лихорадка, синтез белков острой фазы воспаления, стрессорные реакции и др.). Макрофаги в эффекторной фазе иммунного ответа. Нейтрофилы. Созревание, миграция в кровь. Движение в крови, механизмы выхода из сосудистого русла и перемещение в очаги воспаления. Зависимость направленного движения нейтрофилов от хемоаттрактантов. Кислород-зависимые и кислород-независимые механизмы микробицидности. Гнойное воспаление, как защитная реакция.

**Экзоцитоз: эозинофилы, тучные клетки, базофилы. Противопаразитарный иммунитет**  
Экзоцитоз, как форма защиты организма от многоклеточных объектов, значительно превышающих размеры иммунокомпетентных клеток организма.  
Гистогенез эозинофилов, роль цитокинов. Распознающие рецепторы и гранулы эозинофилов. Первичные, вторичные, малые гранулы и липидные тельца. Секреция, частичная дегрануляция, цитолиз. Секреторные продукты эозинофилов. Липидные медиаторы и цитокины эозинофилов. Гистогенез базофилов крови и тучных клеток. Популяции тучных клеток. Секреторные продукты тучных клеток и базофилов, их эффекторные функции в реакциях противопаразитарного иммунитета и при аллергии. Атопические реакции как обратная сторона антипаразитарного иммунитета.

**Реактанты острой фазы и цитокины**  
Реактанты острой фазы – отражение системного воспаления. Роль цитокинов в их продукции. С-реактивный белок: строение, функции, диагностическое значение. Пентраксин 3: участие в противогрибковом иммунитете и удалении апоптотических клеток. Фибронектин: строение, функции, диагностическое значение. Секреторные фосфолипиды А2, как катионные белки. Липиды, как защитные факторы. Хроническое воспаление: проатерогенные сдвиги. Вторичный амилоидоз. Цитокины. Понятие о цитокиновой сети. Общие характеристики проявления сетевых эффектов цитокинов: избыточность, синергизм, антагонизм, плейотропизм. Аутокринные, паракринные и эндокринные эффекты. Классификация цитокинов. Цитокиновые рецепторы. Растворимые рецепторы, явление трансигнализации. Хемокины, их семейства. Цитокины, как лечебные препараты.

**Антигены, из свойства. Главный комплекс гистосовместимости, суперантигены**  
Понятие об антигенах. Определение термина антиген. Классификация антигенов по происхождению. Химическая природа антигенов. Антигены как биологические маркеры. Специфичность и иммуногенность – основные характеристики антигенов как участников иммунного процесса. Полные антигены и гаптены. Гаптены как вещества, лишенные иммуногенности, но обладающие специфичностью. Комплексные антигены (гаптен+носитель). Роль носителя. Получение антител к биологически важным гаптенам и их использование в биологических исследованиях. Связь иммуногенности с особенностями химической структуры антигенов и их способностью к катаболизму в организме. Тимусзависимые и тимуснезависимые антигены. Иммуногенность естественных и искусственно синтезированных белков и полипептидов, полисахаридов, липидов, нуклеиновых кислот и их комплексов. Антигены групп крови системы АВ0 как пример гликофосфолипидных антигенов и роль гликозилтрансфераз в их наследовании. Понятие об адьювантах и их роли в повышении иммуногенности антигенов. Практическое применение адьювантов (примеры).

Антигенная специфичность. Понятие об антигенных детерминантах. Роль различных уровней структурной организации антигенов в формировании антигенной специфичности, секвенционные и конформационные детерминанты. Физико-химические основы взаимодействия антигенов с антителами и Т-клеточными рецепторами. Работы К. Ландштейнера по антигенным детерминантам и антигенной специфичности.

Антигенность и иммуногенность. Свойства, определяющие иммуногенность антигенов. Адьюванты. Презентация антигенов. Молекулы главного комплекса гистосовместимости, их строение и наследование: МНС I и II классов. Полиморфизм и полигенность. HLA и болезни. Неклассические молекулы МНС. Формирование антигенпрезентирующих структур: протеосомальный и эндосомальный пути. Антигенпрезентирующие клетки. Кросс-презентация. CD1-презентация. Суперантигены. Влияние вирусов на МНС-экспрессию.

### **Антитела, структура, функции. Прикладное значение: диагностика и лечение заболеваний**

Строение антител: тяжелые и легкие цепи, константные и переменные участки цепей иммуноглобулинов

Эффекторные функции антител и их характеристика. Рецепторы к Fc-фрагменту антител, их структура, распределение, роль в эффекторных функциях антител. Молекулярные механизмы трансдукции регуляторных сигналов с рецепторов к Fc-фрагменту антител.

Гомоцитотропность (цитотропность) антител класса IgE и основные стадии развития аллергических реакций немедленного типа.

Феномен опсонизации при фагоцитозе, роль рецепторов к Fc-фрагменту антител и к C3b-компоненту комплемента.

Антителозависимая клеточная цитотоксичность и роль в ней естественных киллеров, клеток моноцитарно-макрофагального ряда, эозинофилов.

Транспорт IgG через плаценту и обеспечение пассивного иммунитета у новорожденного. Роль секреторного IgA материнского молока в формировании пассивного иммунитета грудного ребенка.

Изменения концентрации иммуноглобулинов разных классов в течение первого года жизни ребенка.

Понятие о серологических реакциях и количественных иммунохимических методах, их использование в биологии. Реакции, основанные на феноменах агглютинации, преципитации, лизиса, нейтрализации; метод локального гемолиза в геле агарозы для определения числа антителообразующих клеток по Эрне, варианты постановки реакции преципитации в геле, реакция гемагглютинации. Методы, основанные на использовании меченных изотопами, ферментами и люминесцентными красителями антител и антигенов на примере реакции иммунофлюоресценции, радиоиммунного конкурентного анализа в жидкой фазе (РИА) и твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA). Проточная лазерная цитометрия.

Понятие о моноклональных антителах и гибридомной биотехнологии.

### **Клонально-селекционная теория Ф. Бернета. В-лимфоциты, созревание, характеристики**

Лимфоциты – клетки адаптивного иммунитета. Клонально-селекционная теория Ф. Бернета. Открытие В-лимфоцитов. Методы их идентификации. Основные функции.

Генез и развитие В лимфоцитов в центральных органах иммунной системы. Рецепторы зрелых лимфоцитов. Иммуноглобулины, классы, субклассы, типы, аллотипы, идиотипы. Генетическая природа многообразия антител, генные рекомбинации, альтернативный сплайсинг

### **Т-лимфоциты, формирование в тимусе. Т-клеточный рецептор, Субпопуляции Т-клеток, их характеристики.**

Развитие и формирование Т-лимфоцитов в тимусе. Процессы отбора Т-клеточного рецептора:

бета-селекция, позитивная и негативная селекция. Промискуитетная экспрессия генов, ее роль в удалении



реактивных аутоиммунных клонов. Образование регуляторных Т-лимфоцитов, их значение в контроле аутоиммунных реакций. Образование хелперных и цитотоксических Т-клеток. Наивные Т-лимфоциты и Т-клетки памяти

Особенности Т-клеточного распознавания антигенов, роль в этом процессе молекул главного комплекса гистосовместимости I и II класса. Структура CD3 комплекса и его роль в передаче активационного сигнала внутрь клетки, иммунорецепторный тирозиновый активационный мотив. Роль тирозиновых протеинкиназ в активации Т-лимфоцитов. Молекулярно-генетические механизмы формирования разнообразия Т-клеточных рецепторов. □□ Альфа/бета- и гамма/дельта-рецепторы.

Антигенраспознающий рецепторный комплекс Т-лимфоцитов, его структурная организация. CD4 и CD8 как основные корецепторные молекулы Т-лимфоцитов, их структура, функции и роль в активации клетки. Субпопуляции зрелых Т-лимфоцитов, отличающиеся экспрессией CD4 и CD8. Другие молекулы Т-лимфоцитов, участвующие в регуляции их активации (CD28, CD152, CD2, интегрины и другие молекулы клеточной адгезии, рецепторы к цитокинам и др.), их структура, функции и роль в активации клетки.

### **Иммунитет как единое целое**

Понятие о серологических реакциях и количественных иммунохимических методах, их использование в биологии. Реакции, основанные на феноменах агглютинации, преципитации, лизиса, нейтрализации; метод локального гемолиза в геле агарозы для определения числа антителообразующих клеток по Ерне, варианты постановки реакции преципитации в геле, реакция гемагглютинации. Методы, основанные на использовании меченных изотопами, ферментами и люминесцентными красителями антител и антигенов на примере реакции иммунофлюоресценции, радиоиммунного конкурентного анализа в жидкой фазе (РИА) и твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA). Проточная лазерная цитометрия.

Понятие о моноклональных антителах и гибридомной биотехнологии.

### **Современные теории иммунитета**

Теории врожденного и адаптивного иммунитета. Для чего нужны теории? Их значение для практики. Свое и чужое в иммунологии. Теория инфекционного "чужого" и неинфекционного "своего". Реакция на разрушение тканей – теория "danger-сигнала". Современный взгляд на систему иммунитета.

### **Вторичный иммунный ответ. Клетки памяти. Создание вакцин, их роль в предотвращении инфекций**

Иммунный ответ и его формы. Гуморальный иммунный ответ. Кинетика антителообразования, основные фазы и периоды, особенности переключения синтеза иммуноглобулинов разных классов и кинетики при первичном и вторичном иммунном ответах. Взаимодействие (кооперация) клеток при гуморальном иммунном ответе. Исследование эффекта кооперации при антителообразовании в культурах *in vivo* и *in vitro*. Современная схема взаимодействия клеток при гуморальном иммунном ответе, участие цитокинов и молекул контактного взаимодействия. Понятие о цитокиновом профиле регуляторных Т-лимфоцитов. Th1, Th2 и Th0 лимфоциты, роль цитокинового микроокружения в их созревании.

Вторичный иммунный ответ. Роль клеток памяти, их свойства, локализация, продолжительность жизни. Создание вакцин. Роль вакцинации в контроле инфекций.

### **ВИЧ-инфекция – социально значимое, неизлечимое заболевание, пути передачи, профилактика**

ВИЧ-инфекция является неизлечимым широко распространенным инфекционным заболеванием. Пути передачи инфекции, ее природный резервуар. Механизмы развития болезни. Профилактика

ВИЧ-инфекции. Роль наркотиков в распространении заболевания. Что такое СПИД? Лечение ВИЧ-инфекции. Для чего необходимо знать свой ВИЧ-статус? Роль государства в борьбе с ВИЧ-инфекцией. Общественное движение против СПИДа

**Организация проведения научных исследований в области иммунологии, методология, обработка данных, написание статей, подготовка презентаций**

Основные методические подходы к оценке функции иммунной системы в эксперименте и клинике. Моделирование влияния разных факторов на гуморальный и клеточноопосредованный иммунный ответ, антиген-независимую и антиген-зависимую дифференцировку Т- и В-лимфоцитов, их взаимодействие при иммунном ответе, функциональную активность субпопуляций, функции клеток врожденного иммунитета. Особенности оценки иммунной системы человека.

Планирование исследований, работа с литературой, проведение исследований. Статистическая обработка полученных результатов. Подготовка иллюстративного материала. Правила оформления рисунков и таблиц. Основные правила написания научной статьи. Подготовка научного доклада (стендового и устного).

**Отработка и передача пропущенных занятий**

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Заморина С. А., Раев М. Б., Храмцов П. В. Иммунология: миелоидные супрессорные клетки: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Биология»/С. А. Заморина, М. Б. Раев, П. В. Храмцов.-Пермь:ПГНИУ,2019, ISBN 978-5-7944-3413-2.-88.  
<https://elis.psu.ru/node/601744>

2. Черешнев В. А., Шмагель К. В. Иммунология: учебник для вузов по направлению 020200 "Биология" по биологическим специальностям/В. А. Черешнев, К. В. Шмагель.-Москва:МАГИСТР-ПРЕСС,2012, ISBN 978-5-89317-233-1.-418.

### Дополнительная:

1. Долгих, В. Т. Иммунология : учебное пособие для вузов / В. Т. Долгих, А. Н. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09294-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/427581>

2. Анохина, Н. В. Общая и клиническая иммунология : учебное пособие / Н. В. Анохина. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1755-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/81032>

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.columbia.edu/itc/hs/medical/pathophys/immunology/readings/ConciseHistoryImmunology.pdf> Сайт Колумбийского университета, США

<https://ru.scribd.com/document/346671775/Basic-Immunology-Functions-and-disorders-of-the-immune-system-5e-Abbas-2016-pdf> Описание клеток и органов иммунной системы

<http://humbio.ru/humbio/immunology/imm-gal/000008da.html> Раздел «иммунология» на русскоязычном сайте

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/> Сайт национальной библиотеки США National Library of Medicine

[www.elsevier.com/](http://www.elsevier.com/) и <http://www.sciencedirect.com/> Сайт издательства Elsevier

<http://jem.rupress.org/category/review?page=1> Сайт Рокфеллеровского университета

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Иммунология** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

2) программа демонстрации видеоматериалов (проигрыватель);

3) приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;

4) программы для просмотра и редактирования цифровых изображений;

5) программы для просмотра и редактирования DjVu-файлов.

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Иммунология**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.4**

**Способен применять знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	знать базовые основы в области фундаментальной иммунологии при решении лабораторных задач уметь самостоятельно освоить конкретный раздел фундаментальной иммунологии владеть навыками работы с литературными источниками при решении поставленных задач в области фундаментальной иммунологии	<b>Неудовлетворител</b> Не владеет терминологией и базовыми знаниями в области фундаментальной иммунологии <b>Удовлетворительн</b> Владеет основной терминологией, знает отдельные элементы учебного материала фундаментальной иммунологии <b>Хорошо</b> Уверенно пользуется терминологией, хорошо ориентируется в теме фундаментальной иммунологии, но недостаточно осведомлен(а) во второстепенных вопросах. <b>Отлично</b> Четко ориентируется в терминологии и понимании материала в теме фундаментальной иммунологии

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Знание предмета и задач иммунологии, ее фундаментальных и прикладных значений. Знание принципов организации и функционирования иммунной системы. Знание роли антител в иммунодиагностике и иммунотерапии. Знание о взаимодействии антигена с антителом.	<b>Неудовлетворител</b> Частичное или разрозненное владение предметом, фрагменты знаний не формируют полную картину предмета, не в состоянии делать научно корректные выводы из имеющихся сведений. В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом. <b>Удовлетворительн</b> Обладает минимальным объемом знаний по предмету, нет системного взгляда на

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>Владение вопросами, касающихся механизма формирования антигенного разнообразия антител.</p> <p>Владение информацией про основными свойствами антигенов, иммуногенности и специфичности.</p> <p>Владеть пониманием причин возникновения аллергических и аутоиммунных заболеваний.</p> <p>Владеть теорией иммунологии.</p> <p>Уметь классифицировать лекарственные препараты по принципу наличия в них антител или цитокинов.</p> <p>Умение классифицировать антигены.</p> <p>Уметь различать тест-системы в иммунодиагностике по объекту распознавания (антиген, антитело).</p>	<p><b>Удовлетворительн</b> изучаемый объект. Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи. В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом. Может осуществить корректный анализ представленной информации.</p> <p><b>Хорошо</b> Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект. Может найти и интерпретировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи. Может осуществлять систематический и научно корректный анализ представленной информации. В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма.</p> <p><b>Отлично</b> Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект. Может найти и интерпретировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи. Может осуществлять систематический и научно корректный анализ представленной информации, предлагает новые ракурсы поставленной задачи. В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма, предлагает новые решения в этих рамках.</p>

### ПК.1

**Способен применять знания в области биологических наук в объеме достаточном для ведения профессиональной деятельности**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1.5</b> использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в</p>	<p>Знать основные методы иммуноферментного анализа</p> <p>Уметь самостоятельно выбрать метод для конкретных задач в области иммунологии</p> <p>Владеть навыками</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не владеет терминологией и базовыми знаниями в области экспериментальной иммунологии</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Владеет основной терминологией, знает</p>



Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
профессиональной деятельности	иммуноферментного анализа	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>отдельные элементы учебного материала об экспериментальной иммунологии</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Уверенно пользуется терминологией, хорошо ориентируется в теме экспериментальной иммунологии, но недостаточно осведомлен(а) во второстепенных вопросах.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Четко ориентируется в терминологии и понимает учение об экспериментальной иммунологии (может допускать незначительные ошибки).</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук <b>ПК.1.5</b> использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности <b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач	Общая характеристика клеток иммунной системы. фагоцитоз: нейтрофилы, макрофаги <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Проверка уровня знаний по основным иммунологическим терминам. Понимание ключевых процессов и явлений в предмете иммунология.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.1.5</b> использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>ВИЧ-инфекция – социально значимое, неизлечимое заболевание, пути передачи, профилактика</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Понимание принципов работы адаптивного иммунитета.</p>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p> <p><b>ПК.1.5</b> использует знания основных методов и перспектив современной биотехнологии в профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Демонстрирует знания в области фундаментальных биологических наук при решении профессиональных задач</p>	<p>Организация проведения научных исследований в области иммунологии, методология, обработка данных, написание статей, подготовка презентаций</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение самостоятельно изучить и доложить конкретную тему по иммунологии</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Общая характеристика клеток иммунной системы. фагоцитоз: нейтрофилы, макрофаги

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает функции клеток врожденного иммунитета	10

Понимает роль гуморальных факторов врожденного иммунитета в защите организма	10
Знает принципиальные различия между врожденным и приобретенным иммунитетом	10

**ВИЧ-инфекция – социально значимое, неизлечимое заболевание, пути передачи, профилактика**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Сравнение принципов распознавания в системах врожденного и приобретенного иммунитета. Первичный и вторичный иммунный ответ. Иммунологическая память. Принципы организации системы адаптивного иммунитета. Клонально-селекционная теории. Работы Ф.М.Бернета, С.Тонегавы, и Н.К.-Ерне. Основные типы клеток, участвующих в иммунном ответе.	30
Сравнение принципов распознавания в системах врожденного и приобретенного иммунитета. Первичный и вторичный иммунный ответ. Иммунологическая память. Принципы организации системы адаптивного иммунитета. Клонально-селекционная теории.	25
Сравнение принципов распознавания в системах врожденного и приобретенного иммунитета. Первичный и вторичный иммунный ответ. Основные типы клеток, участвующих в иммунном ответе.	20
Сравнение принципов распознавания в системах врожденного и приобретенного иммунитета. Общие представления об адаптивном иммунитете.	13

**Организация проведения научных исследований в области иммунологии, методология, обработка данных, написание статей, подготовка презентаций**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Проведен анализ информации по заданной теме, в наличии презентация, по которой сделан устный доклад. Уровень анализа информации высокий, на вопросы есть ответы.	40
Проведен анализ информации по заданной теме, в наличии презентация, по которой сделан устный доклад. Уровень анализа информации средний, на вопросы есть ответы.	33
Проведен анализ информации по заданной теме, в наличии презентация, по которой сделан устный доклад.	26
Сделан письменный доклад, в котором представлена информация по заданной теме. Ответы на вопросы не раскрывают тему в полной мере.	13