

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Иммунология

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

30.05.03 - Медицинская кибернетика

---

Направленность образовательной программы

Медицинская кибернетика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.38 Иммунология относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-2: Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> при проведении биомедицинских исследований	ОПК-2.1: Обладает знаниями в области морфофункционального, физиологического состояния и патологических процессов в организме человека. ОПК-2.2: Анализирует морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека при проведении биомедицинских исследований. ОПК-2.3: Владеет методами моделирования патологических состояний <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> .	ОПК-2.1: Знает организацию иммунной системы, роль иммунной системы в поддержании гомеостаза организма, клеточные и растворимые факторы иммунитета; принципы развития иммунного ответа и основах иммунопрофилактики, методах молекулярной и клеточной иммунодиагностики, о причинах развития иммунопатологии  ОПК-2.2: Умеет описать строение и функции клеток иммунной системы, молекулярные механизмы развития иммунитета;  ОПК-2.3: Владеет основными навыками работы в иммунологической лаборатории; навыками проведения иммуноферментной реакции, выполнения реакции иммунофлуоресценции, анализа полученных результатов.	Опрос Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1 Предмет иммунологии. Основные этапы развития иммунологии. Достижения.	4	1	1	2	2
Тема 2 Антигены и антитела. Патогены	4	1	1	2	2
Тема 3 Реакция антиген-антитело. Методы иммунохимического анализа	4	1	1	2	2
Тема 4 Первичные и вторичные органы иммунной системы.	6	2	2	4	2
Тема 5 Врожденный иммунитет. Клеточные факторы естественной резистентности	6	2	2	4	2
Тема 6 Система комплемента, другие факторы врожденного иммунитета.	6	2	2	4	2
Тема 7 Главный комплекс гистосовместимости. Презентация антигена	6	2	2	4	2
Тема 8 Адаптивный иммунный ответ	6	2	2	4	2
Тема 9 Инфекции и иммунитет	6	2	2	4	2
Тема 10 Противоопухолевый иммунитет	6	2	2	4	2
Тема 11 Иммунологическая толерантность. Иммунологические взаимоотношения плода и материнского организма.	6	2	2	4	2
Тема 12 Филогенез иммунного ответа. Онтогенез.	7	2	2	4	3
Тема 13 Основы иммунобиотехнологии	7	2	2	4	3
Тема 14 Аутоиммунные заболевания	7	2	2	4	3
Тема 15 Первичные и вторичные иммунодефициты	7	2	2	4	3

Тема 16 Онкологические заболевания органов иммунной системы	7	2	2	4	3
Тема 17 Иммунологические взаимоотношения плода и материнского организма	7	2	2	4	3
Тема 18 Методы иммунодиагностики	5	1	1	2	3
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Общая схема организации бактериального оперона и транскрипционной единицы эукариот. Экзоны, интроны. Псевдогены. Повторяющиеся последовательности. «Бессмысленные последовательности»
2. Краткая характеристика генома человека. Геномика - основа развития современной биотехнологии: биотерапии, генной терапии, молекулярной диагностики. Сравнение размеров геномов вирусов, бактерий, растений, животных.
3. Повторяющиеся последовательности. Содержание повторяющихся последовательностей в геноме. Тандемно повторяющаяся ДНК (сателлитная ДНК). Минисателлиты. Микросателлиты
4. Интерсперсные геномные повторы. Ретровирусы. Эндогенные ретровирусы. Ретротранспозиция. Ретротранспозоны. Два семейства ретротранспозонов. Ретропозоны. LINE, SINE элементы, Alu-элементы.
5. Сравнительная характеристика генома *Saccharomyces cerevisiae*. Предистория проекта «Геном человека». Проект «Геном *Caenorhabditis elegans*».
6. Проект «Геном человека». Результаты проекта. Краткая характеристика генома человека. Эволюция представлений о числе генов у человека.
7. Молекулярно-генетическая характеристика хромосом человека. Первая, вторая, шестая, 19, 21, хромосомы. Особенности хромосом X и Y.
8. Характеристика фрагмента локуса  $\beta$ -цепи Т-клеточного рецептора (50 kb)
9. Псевдогены. Традиционные псевдогены. Процессированные псевдогены. Нетранслируемые участки генома человека.
10. Неравномерность распределения генов по длине генома. Альфойдная ДНК в центромерах. Строение теломер. Перекрывающиеся гены. Ген внутри гена. Кластеры генов на примере  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобинов.
11. Строение геномов прокариот. Общая характеристика генома *Escherichia coli*. Сравнение геномов прокариот, дрожжей, дрозофиллы, кукурузы и человека. Число генов на 1 Mb генома и количество интронов на ген, средние размеры генов у представителей разных таксономических групп.
12. Сравнительная характеристика геномов разных видов эукариот. Различия геномов и транскриптомов человека и шимпанзе
13. Различия между геномами людей на уровне регуляторных последовательностей (СНИПы). Различия в геномах на уровне некодирующих последовательностей. Использование полиморфизма длины амплифицированных фрагментов ДНК в судебно-медицинской экспертизе для идентификации личности и установления родства. Тандемные повторы с переменным числом звеньев.
14. Связь аллельных вариантов генов с фенотипическими проявлениями у человека. Примеры генов. Различия между геномами человека. Роль СНИПов и микросателлитов в формировании разнообразия геномов человека. Наследственные заболевания и СНИПы. СНИПы, микросателлиты и предрасположенность к заболеваниям.
15. Межпопуляционные генетические различия на уровне кодирующих последовательностей (ген расселения по территории земли, ген меланокортинового рецептора, хемокинового рецептора, другие гены.)
16. Протеомика. Задачи протеомики. Отличия протеомики от биохимии белков. Разнообразие белков в клетках. Функции белковых продуктов генов человека. Характеристика белкового портрета клетки.

Типы модификаций белков.

17. Методы протеомики. Двумерный электрофорез. Иммуноблоттинг. Масс-спектрометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография, дугибридный анализ, использование данных биочипов, компьютерный анализ, иммуноблоттинг.

18. Транскриптомика. Определение транскриптома. Задачи транскриптомики. Характеристика транскриптома. Четыре типа процессинга РНК. Редактирование мРНК. Альтернативный сплайсинг пре-мРНК. Концевая модификация. Нарезание РНК.

19. Клеточные РНК. Содержание в клетке тотальной РНК и матричной РНК. Рибосомальные РНК.

Транспортные РНК. Некодирующие РНК эукариот. Малые ядерные РНК, микро-РНК, другие виды РНК.

20. Геномы органелл. Геном митохондрий. Количество копий в клетке. Сравнительная характеристика. Размеры. Кодированные гены. Их функции.

21. Митохондриальный геном человека. Размеры, количество генов, гипервариабельный участок генома, Скорость накопления нуклеотидных замен в гипервариабельном участке Максимальные отличия между мтДНК у людей.

22. Митохондриальный геном и происхождение человека. «Митохондриальная Ева». Молекулярно-генетические методы в решении палеонтологических проблем и расселении человека по земле. Различия на уровне митохондриальной ДНК между народами Евразии

23. Геном хлоропластов. Различия между видами в размерах, количестве генов. Кодированные гены, их функции.

24. Эволюция геномов. Многогранность функций РНК. Рибозимы. Их роль в формировании первых биохимических систем. РНК как протогеном. Функции протогенома. Эволюция функций РНК.

25. Пути появления новых генов. Дублирование полного генома. Роль аутополиплоидии, аллополиплоидии. Появление новых признаков на примере пшеницы Дублирование отдельной хромосомы или ее части. Дублирование отдельных генов. Мультигенные семейства. Эволюционно консервативные гены, пример.

26. Роль полиплоидии в появлении новых генов у растений. Аутополиплоидия, аллополиплоидия.

Появление новых признаков на примере пшеницы. Перенос генов у бактерий. Конъюгация, трансформация. Межвидовой перенос генов у животных. Роль ретровирусных транспозонов.

27. Значение перестройки генных сегментов в эволюции генома. Два способа перестройки генных сегментов. Дупликация генных сегментов и соответствующих им доменов. Связь среднего размера гена с эволюционной продвинутостью организма. Перетасовка генных сегментов и соответствующих им доменов. Примеры белков, образованных в результате перетасовки.

28. Значение обратной транскриптазы в эволюции геномов. Различия в свойствах РНК и ДНК, обусловившие потерю матричной функции у РНК. Особенности строения прото-ДНК-генома. Гипотезы происхождения интронов

29. Микро-РНК, piwi-РНК, длинные не кодирующие РНК. Их роль в регуляции работы генома.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Черешнев В. А., Шмагель К. В. - Иммунология: учеб. для вузов. - М.: Магистр Пресс, 2013. - 448 с. (<http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=465642&idb=0>)

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

## **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

Антитела. Классы иммуноглобулинов. Функции иммуноглобулинов в иммунном ответе. Строение генов, кодирующих цепи иммуноглобулинов.

Центральные органы иммунной системы. Периферические органы иммунной системы.

Миеломоноцитарный росток гемопоэза. Лейкоциты. Мононуклеарные и гранулоцитарные клетки.

Нейтрофилы. Базофилы, эозинофилы.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний минимально допустимый или выше. Ошибки отсутствуют или допущены не грубые ошибки.
не зачтено	Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа или уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

#### **1. Патоген-ассоциированные молекулярные паттерны распознаются:**

1. Антителами
2. Рецепторами клеток врожденного иммунитета
3. Белками системы комплемента
4. Т-клеточными рецепторами

#### **2. Какие клетки участвуют в адаптивном иммунитете?**

1. Нейтрофилы
2. Макрофаги
3. Эозинофилы
4. Лимфоциты

### 3. Какие органы относят к центральным органам иммунной системы?

- 1.Лимфоузлы
- 2.Тимус
- 3.Костный мозг
- 4.Щитовидная железа

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно даны ответы на 60-100% вопросов
не зачтено	Правильно даны ответы на 0-59% вопросов

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

			все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Строение главного комплекса генов гистосовместимости. Три класса генов. Строение молекул I и II классов главного комплекса гистосовместимости.



2. Антитела. Общие понятия. История открытия. Природа и молекулярная структура антител. Специфичность и гетерогенность антител. Миеломные белки.
3. Презентация антигенов. Размеры пептидов, связывающихся с молекулами гистосовместимости I и II классов. Щель Бьеркмана. Якорные аминокислоты. Механизмы, обеспечивающие многообразие пептидов, связанных с молекулами гистосовместимости. Клетки, экспрессирующие молекулы главного комплекса гистосовместимости I и II классов. Профессиональные антиген-представляющие клетки.
4. Противоопухолевый иммунитет. Опухлеассоциированные антигены. Роль цитотоксических Т-лимфоцитов в противоопухолевом иммунитете. Натуральные киллеры. Антителозависимая клеточная цитотоксичность. Способы ухода раковых клеток от иммунологического надзора.
5. Процессинг антигенов в цитоплазме. Протеасома, ее функции и локализация. Связывание фрагментированных в цитоплазме антигенов с молекулами главного комплекса гистосовместимости I класса. Роль цитоплазматического ретикулума. Доставка комплекса «молекула гистосовместимости I класса-пептид» на поверхность клетки.
6. Строение генов, кодирующих цепи иммуноглобулинов. Генетическая природа разнообразия активных центров антител. Соматическая рекомбинация.
7. Эндоцитоз и процессинг антигенов в фаголизосомах. Связывание фрагментированных антигенов с молекулами гистосовместимости II класса. Инвариантная цепь, ее роль в связывании антигенов, фрагментирующихся в фаголизосомах. Доставка комплекса «молекула гистосовместимости II класса-пептид» на поверхность клетки.
8. В-лимфоциты. Роль костного мозга и лимфоидных тканей в созревании В-лимфоцитов. Значение Т-клеток в созревании В-лимфоцитов. Механизм двойного распознавания антигена В-лимфоцитами. Основная функция В-клеток. Плазматические клетки. Классы иммуноглобулинов. Функции иммуноглобулинов в иммунном ответе.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже "удовлетворительно, при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо». Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо».

#### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Ярилин Александр Александрович. Иммунология : учебник. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 752 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-1319-7 : 400.00., 1 экз.

2. Черешнев Валерий Александрович. Иммунология : учеб. для вузов. - М. : Магистр-Пресс, 2013. - 448 с. - ISBN 978-5-89317-233-1 : 350.00., 82 экз.
3. Новиков Виктор Владимирович. Иммунология : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2005. - 212 с. - ISBN 5-85746-804-3 : 100.00., 62 экз.

Дополнительная литература:

1. ИММУНОЛОГИЯ № 6, 2020. Том 41 : научный журнал. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - . - ISBN J2022-IMM-2020-06., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=838457&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Не используется

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: проектор

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 30.05.03 - Медицинская кибернетика.

Автор(ы): Перенков Алексей Дмитриевич, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023г., протокол № 2.