

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИММУНОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа

06.03.01 Биология

Направление (профиль) программы
Биохимия

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: часть ОПОП, формируемая участниками
образовательных отношений, дисциплина по выбору

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины «Иммунохимические методы анализа» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 06.03.01 Биология от 7 августа 2020 г. № 920.

Разработчик(и):

кафедра биохимии и биофизики, Абдуллаев Вагаб Рафикович, к.б.н., доцент

Халилов Р.А., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры биохимии и биофизики от « 11 » июня 2021 г., протокол №

10

Зав. кафедрой _____ Халилов Р.А.

(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от « 2 »

июня 2021 г., протокол № 11.

Председатель _____ Рамазанова П.Б.

(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 09 » мая 2021 г.

Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Иммунохимические методы анализа» входит в вариативную часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными методами анализа, принципами классификации, особенностями исследования. Рассмотрены основные понятия иммунологии и иммунохимии, варианты иммунохимического анализа с использованием различных видов детекции, взаимодействия между компонентами биоспецифических взаимодействий с участием как высоко-, так и низкомолекулярных веществ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6 и профессиональных – ПК-1 и ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 ч. в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			консультации
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия					
7	72	28	14	14				44	зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Иммунохимические методы анализа» является приобретение теоретических знаний и практических навыков по формированию у студентов профессиональных знаний в области одного из современных методов анализа, его значения для методологии развития современного биохимического анализа для использования в исследовательской и педагогической деятельности.

Знание основ метода должно способствовать развитию комплексного подхода при решении аналитических задач на стыке биологии и биотехнологии, медицины и фармацевтики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Иммунохимические методы анализы» относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.11.02) ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Для освоения курса необходима должная общебиологическая и физико-математическая подготовка.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-6.1. Использует в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии.	Знает: основные свойства антител и антигенов, принципы иммунохимического анализа и его роль среди других методов анализа. Умеет: проводить иммунохимические исследования: применять теоретические знания об иммунохимических методах анализа в конкретных практических приложениях. Владеет: навыками планирования исследований, связанных с применением иммунохимических методов анализа.	Устный опрос, письменный опрос; ...
	ОПК-6.2. Применяет методы матема-	Знает: основные иммунохимические методы и	

	<p>тического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований.</p>	<p>область их применения. Умеет: применять теоретические знания об иммунохимических методах анализа в конкретных практических приложениях, Владеет: приемами оценки эффективности иммунохимического анализа.</p>	
	<p>ОПК-6.3. Способен использовать в профессиональной деятельности новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии.</p>	<p>Знает: современные подходы к разработке новых вариантов иммуноанализа для использования не только для аналитических целей, но и диагностике заболеваний, контроле биологически активных веществ. Умеет: определять приоритетные направления использования иммунохимического анализа для решения конкретных аналитических задач, Владеет: способностью к проектированию и осуществлению комплексных исследований, в том числе в областях практической химии, биохимии, медицины и фармакологии (междисциплинарных) на основе целостного научного восприятия иммунохимических определений, как части анализа биологически активных веществ.</p>	
<p>ПК-1 Способен эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ</p>	<p>ПК-1.1. Использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения лабораторных работ</p>	<p>Знает: Принципы и технику работы на различных типах лабораторного оборудования. Умеет: правильно снимать показания, вести протокол или рассчитывать результаты Владеет: основами работы на исследовательской аппаратуре.</p>	<p>Письменный опрос ...</p>
	<p>ПК-1.2. Способен</p>	<p>Знает Принципы и тех-</p>	

	выполнять научно-исследовательские работы на современном техническом уровне	нику работы на различных типах лабораторного оборудования. Умеет проводить поиск информации о практических приложениях иммунохимических процессов. Владеет: методами обработки информации, полученной на современном иммунохимическом оборудовании.	
	ПК -1.3. Использует все технические и возможности и знания для выполнения полевых и лабораторных работ на высоком научном уровне	Знает Принципы и технику работы на различных типах лабораторного оборудования. Умеет проводить поиск информации о практических приложениях иммунохимических процессов. Владеет: методами обработки информации, полученной на современном иммунохимическом оборудовании.	
ПК-3 Способен владеть современными методами обработки полевой и лабораторной биологической информации	ПК-3.1. Владеет современными методами обработки полевой биологической информации ПК-3.2. Способен проводить разные формы анализа полученной лабораторной информации	Знает: современные методы обработки полевой биологической информации Умеет: анализировать полученную полевую и лабораторную информации Владеет: навыками получения полевой и лабораторной биологической информации	Круглый стол, проведение дискуссий, «мозговой штурм» ...

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	
	Модуль 1. Основные понятия и принципы иммунохимического анализа							

1	Основные понятия иммунологии и иммунохимии.	7	2		2		8	Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
2	Различные виды иммунохимического анализа	7	2		2		8	
3	Иммуноферментные методы анализа, их особенности.	7	2		2		8	
<i>Итого по модулю 1:</i>			6		6		24	
Модуль 2. Особенности отдельных методов иммунохимического анализа								
4	Мультисенсорный анализ и его применение для анализа медицинских объектов, пищевых продуктов и объектов окружающей среды.	7	2		2		6	Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
5	Решение конкретных аналитических задач с помощью иммуносенсоров.	7	2		2		4	
6	Виды тест-систем и тест-устройств с использованием иммунохимических реакций.	7	2		2		6	
7	Иммунодиагностикумы: их роль и значение в развитии более совершенных методов анализа	7	2		2		4	

	<i>Итого по модулю 2:</i>		8		8		20	
	ИТОГО:		14		14		44	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

Модуль 1. Основные понятия и принципы иммунохимического анализа

Тема 1. Введение в дисциплину. Основные понятия иммунологии и иммунохимии.

Введение в дисциплину. Краткий исторический аспект. Компоненты биоспецифического взаимодействия как органические реагенты. Понятие о биомиметике. Практическое использование принципов биомиметики. Иммунохимические реакции и их использование в анализе биологически активных соединений. Иммунологические реакции как пример самых избирательных реакций. Молекулярное и биохимическое распознавание. Характеристика распознающих компонентов: ферментов, антител, антигенов, конъюгатов, эпитопов, нуклеиновых кислот, клеточных рецепторов. Понятие об иммуноанализе.

Основные понятия иммунологии и иммунохимии. Характеристика антител и антигенов. Способы их получения. Строение антител, механизм их действия. Основные классы иммуноглобулинов (антител): их особенности. Антигены: специфичность, валентность и иммуногенность. Поли- и моноклональные антитела: их получение. Синтетические антитела.

Специфичность действия антител. Связи, обеспечивающие образование иммунных комплексов. Роль и значение констант связывания. Сопоставление свойств полимеров с молекулярными отпечатками со свойствами антител. Преимущества и ограничения полимеров с молекулярными отпечатками как модели антител.

Тема 2 Различные виды иммунохимического анализа.

Различные виды иммунохимического анализа. Их квалификация по методам, лежащим в их основе. Исторический аспект: преципитация и агглютинация. Классификация методов иммунохимического анализа. Конкурентный и неконкурентный, гетерогенный и гомогенный варианты анализа. Визуализация результатов иммунохимического взаимодействия с помощью меток.

Фотометрическое, электрохимическое, люминесцентное окончание иммунохимического анализа. Методы, используемые для визуализации результатов иммуноанализа. Пьезоэлектрический и акустический методы. Развитие тест-методов. Аналитические возможности иммунологических реакций. Специфичность как характеристика иммунохимического анализа.

Тема 3. Иммуноферментные методы анализа, их особенности

Иммуноферментные методы анализа (ИФА), их особенности. Ферментные метки, их достоинства и недостатки. Ферменты как биологические преобразователи. Сущность иммуноферментного анализа. Основные стадии ИФА. Разновидности ИФА: гетерогенный (твердофазный) и гомогенный. Наиболее часто используемые ферментные и неферментные метки. "Метящие" агенты: радионуклиды, ферменты, флуоресцентные, парамагнитные, хемилюминесцентные соединения, бактериофаги, ионы металлов – их характеристика.

Ферменты как метки. Люминесцирующие наночастицы в качестве меток. Различные варианты иммуноферментного анализа. Схемы иммуноферментного анализа. Иммуноферментные сенсоры, как частный случай биосенсоров. Особенности определения высоко- и низкомолекулярные соединений. Вторичные антитела и их использование в ИФА. Роль стерических препятствий для специфических взаимодействий.

Модуль 2. Особенности отдельных методов иммунохимического анализа

Тема 4. Мультисенсорный анализ и его применение для анализа медицинских объектов, пищевых продуктов и объектов окружающей среды.

Мультисенсорный анализ и его применение для анализа медицинских объектов, пищевых продуктов и объектов окружающей среды. Задачи и возможности мультисенсорного анализа. Экспериментальное воплощение: ансамбли электродов и многоэлектродные системы.

Антитела в роли биологических компонентов иммуносенсоров. Включение антител в конструкцию иммуносенсоров. Сочетание биологического и физического преобразователей. Выбор условий функционирования иммуносенсоров.

Тема 5. Решение конкретных аналитических задач с помощью иммуносенсоров.

Решение конкретных аналитических задач с помощью иммуносенсоров. Выбор фермент-субстратной системы для иммуноферментных сенсоров. Иммуносенсоры в диагностике заболеваний, в пищевой промышленности. Определение вирусов, патогенных грибов. Особенности определения пестицидов.

Новые метки в иммунохимическом анализе (наночастицы металлов, квантовые точки). Использование наночастиц металлов (золота, серебра). Самоорганизующиеся системы. Чувствительность иммуноанализа и квантовые точки в качестве меток.

Иммуносенсоры и нанотехнологии. Использование графитовых наноструктурированных материалов при разработке новых иммуносенсоров. Варианты применения углеродных нанотрубок, дендримеров. Устройство современных иммуносенсоров: многослойность покрытий.

Тема 6. Виды тест-систем и тест-устройств с использованием иммунохимических реакций.

Виды тест-систем и тест-устройств с использованием иммунохимических реакций. Специфические компоненты для тест-систем. Экспериментальное воплощение тест-методов: индикаторные бумажки, таблетки, трубки, пробирки, патроны и т.д. Применение их для анализа вне лабораторных условий.

Тема 7. Иммунодиагностикумы: их роль и значение в развитии более совершенных методов анализа

Иммунодиагностикумы: их роль и значение в развитии более совершенных методов анализа: диагностики заболеваний, качества объектов окружающей среды и продуктов питания. Проблемы разработки новых иммунодиагностикумов.

Пути повышения аналитических возможностей иммунохимических методов анализа. Использование иммуно-и иммуноферментных сенсоров. Разработка новых вариантов иммунохимического анализа за счет выбора фермент-субстратных систем, первичных преобразователей, получения новых антител.

4.3.2. Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Модуль 1. Основные понятия и принципы иммунохимического анализа

Лабораторная работа 1.

Мультисенсорный анализ и его применение для анализа пищевых продуктов и объектов окружающей среды. Антитела в роли биологических компонентов иммуносенсоров. Включение антител в конструкцию иммуносенсоров. Сочетание биологического и физического преобразователей. Выбор условий функционирования иммуносенсоров.

Домашнее задание, примерные вопросы: Характеристика антител, их разновидности, механизм функционирования. Варианты сочетаний биологического и физического преобразователей. Иммунологические реакции как пример самых избирательных реакций. Молекулярное и биохимическое распознавание. Задачи и возможности мультисенсорного анализа. Экспериментальное воплощение: ансамбли электродов и многоэлектродные системы.

Лабораторная работа 2.

Решение конкретных аналитических задач с помощью иммуносенсоров. Новые метки в иммунохимическом анализе (наночастицы металлов, квантовые точки). Использование нанотехнологии.

Домашнее задание, примерные вопросы: Выбор фермент-субстратной системы для иммуноферментных сенсоров. Иммуносенсоры в диагностике заболеваний, в пищевой промышленности. Определение вирусов, патогенных грибов. Особенности определения пестицидов как низкомолекулярных

веществ. Использование графитовых наноструктурированных материалов при разработке новых иммуносенсоров. Варианты применения углеродных нанотрубок, дендримеров. Устройство современных иммуносенсоров: многослойные покрытия.

Модуль 2. Особенности отдельных методов иммунохимического анализа

Лабораторная работа 3.

Виды тест-систем и тест-устройств с использованием иммунохимических реакций.

Домашнее задание, примерные вопросы: Специфические компоненты для тест-систем. Экспериментальное воплощение тестметодов: индикаторные бумажки, таблетки, трубки, пробирки, патроны и т.д. Применение их для анализа вне лабораторных условий.

Лабораторная работа 4.

Иммунодиагностикумы: их роль и значение в развитии более совершенных методов анализа.

Домашнее задание, примерные вопросы: Аналитические возможности иммунодиагностикумов: для диагностики заболеваний, оценки качества объектов окружающей среды и продуктов питания. Проблемы разработки новых иммунодиагностикумов.

Лабораторная работа 5.

Пути повышения аналитических возможностей иммунохимических методов анализа. Коммерциализация исследований в области био- (иммуно)-сенсоров (обсуждение проблемных вопросов с привлечением ведущих специалистов).

Домашнее задание, примерные вопросы: Разработка и использование иммуно- и иммуноферментных сенсоров. Их устройство. Новые варианты иммунохимического анализа за счет выбора фермент-субстратных систем, первичных преобразователей, получения новых антител. Перспективы развития иммунохимических методов анализа для экспрессного, высокочувствительного и селективного определения широкого круга биологически активных

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, опреде-

ляется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. По дисциплине предусмотрены занятия в интерактивных формах, где возможно применение следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе подготовки к практическим занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме.

Самостоятельная работа студента под контролем преподавателя проводится в лаборатории на спектрофлуориметре Hitachi F7000 и Флюорат - 02 панораме сопряженными с персональными компьютерами.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

– обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;

– поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов;

– работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;

– обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

6.1. Вопросы для самостоятельной работы

1. Развитие биоаналитической химии – итог междисциплинарного взаимодействия биохимии, иммунологии и аналитической химии.
2. Связь биоаналитической химии с другими естественно-научными дисциплинами – биохимией, иммунологией, аналитической химией.
3. Компоненты биоспецифического взаимодействия (антитела) как органические реагенты: общность и различие.
4. Иммунохимические реакции и их использование для анализа биологически активных соединений.
5. Характеристика антител и антигенов.
6. Классификация и свойства антител.
7. Что обеспечивает специфичность действия антител?
8. Связи, обеспечивающие образование иммунных комплексов.
9. Роль и значение констант связывания иммунных комплексов.
10. Сопоставление свойств полимеров с молекулярными отпечатками со свойствами антител.
11. Признаки, лежащие в основе классификации методов иммунохимическо-

го анализа.

12. Дайте характеристику конкурентному и неконкурентному вариантам иммунноанализа.

13. Дайте характеристику гетерогенного и гомогенного вариантов иммуноанализа.

14. Визуализация результатов иммунохимического взаимодействия с помощью меток.

15. С какими факторами связана специфичность иммунохимического анализа?

16. Сущность иммуноферментного анализа (ИФА).

17. Какие разновидности ИФА Вы знаете? Дайте краткую характеристику.

18. Перечислите наиболее значимые из «метящих» реагентов.

19. Приведите хотя бы одну схему ИФА.

20. Условия функционирования иммуносенсоров.

21. Мультисенсорный анализ в приложении к иммунохимическому анализу.

22. Особенности определения низкомолекулярных веществ в иммунохимическом варианте.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания по дисциплине

7.1.1. Примерная тематика рефератов

1. Развитие иммунохимических методов анализа – итог междисциплинарного взаимодействия комплекса естественно-научных дисциплин.

2. Антитела как органические реагенты.

3. Использование иммунологических реакций в решении проблемы избирательного определения конкретных соединений.

4. Использование принципов биомиметики для решения практических задач.

5. Способы получения антител. Моно- и поликлональные антитела.

6. Возможности, преимущества и ограничения полимеров с молекулярными отпечатками как модели антител.

7. Перспективы развития иммунохимических методов анализа для экспрессного, высокочувствительного и селективного определения широкого круга биологически активных соединений.

8. Разработка новых вариантов иммунохимического анализа за счет выбора фермент-субстратных систем, первичных преобразователей, получения новых антител.

9. Аналитические возможности иммунологических реакций: специфичность, чувствительность.

10. Проблема меток в иммунохимическом анализе.

11. Иммуноферментные сенсоры, как частный случай биосенсоров.

12. Мультисенсорный иммунохимический анализ и его роль в совершенствовании методов анализа объектов неизвестного состава.

13. Иммуносенсоры в диагностике заболеваний (определение вирусов, патогенных грибов), в пищевой промышленности (определение качества продук-

тов).

14. Новые метки в иммунохимическом анализе (наночастицы металлов, квантовые точки).

15. Иммуносенсоры и нанотехнологии.

16. Иммунохимические реакции в тест-системах и тест-устройствах.

7.1.2. Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Задание I. Выберите правильный ответ.

Тест 1. Как можно реализовать принципы биомиметики для решения практических аналитических задач?

1) создание био-, иммуносенсоров, основанных на использовании иммобилизованных биологических препаратов и различных первичных преобразователей;

2) разработка принципов иммунохимического анализа и его практическая реализация для определения биологически активных веществ;

3) использовать химические законы и физические закономерности для разработки новых аналитических устройств;

4) использование различных по природе первичных преобразователей (трансдюсеров)

для определения биологически активных веществ.

Тест 2. Основные свойства иммунологических реакций:

1) способность антител избирательно взаимодействовать только с определенным видом антигенов;

2) способность антител взаимодействовать с очень малыми концентрациями веществ;

3) способность антител взаимодействовать с небольшим количеством антигенов;

4) способность антител взаимодействовать только с низкомолекулярными веществами.

Тест 3. Теоретические основы иммунохимического анализа опираются на современную иммунохимию, физико-химические закономерности реакции антиген-антитела, на основные принципы **аналитической химии.**

Тест 4. Какие распознающие компоненты Вы знаете?

1) Это ферменты, антитела, нуклеиновые кислоты, рецепторы.

2) Это антигены

3) Это функциональные группы: карбоксильная, карбонильные, тиольные.

4) Это функциональные группы: азо-группа, окимная группа, нитрозогруппа, нитрогруппа.

Тест 5. В чем принципиальное отличие ферментов от антител?

1) Ферменты ускоряют протекание биохимических реакций и обладают каталитическим действием в отличие от антител.

2) Ферменты связываются с определенными субстратами, антитела – с антиге-

нами.

3) Ферменты не обладают каталитическими свойствами в отличие от антител.

4) Ферменты взаимодействуют с эффекторами, в антитела – с антигенами.

Тест 6. Отличительные свойства антител.

1) Обеспечивают высокую селективность иммунологических взаимодействий.

2) Обеспечивают каталитические свойства иммунологических взаимодействий.

3) Обеспечивают высокую чувствительность иммунологических взаимодействий.

4) Обеспечивают способность реагировать с широким кругом биологически активных ферментов веществ.

Тест 7. Выберите наиболее правильное выражение:

1) Антитела можно получить практически к любому веществу.

2) Антитела можно получить только к высокомолекулярным веществам.

3) Антитела можно получить только к низкомолекулярным веществам.

4) Антитела можно получить только к определенной группе веществ.

Тест 8. Чтобы стимулировать иммунный отклик, низкомолекулярные вещества (молекулярная масса менее 1000 дальтон) должны быть **ковалентно** соединены с белками.

Тест 9. Вещества, которые сами не вызывают иммунного ответа, но будучи конъюгированы с носителем, обладают способностью стимулировать синтез антител против них, называются **гаптенами**.

Тест 10. Вещества, которые сами не вызывают иммунного ответа, но будучи **конъюгированы** с носителем, обладают способностью стимулировать синтез антител против них, называются гаптенами.

Тест 11. Участок антигена с определенными функциональными группами способный взаимодействовать с антигенной детерминантой активного центра антител называется **эпитопом**.

Тест 12. Для образования видимого преципитата (осадка) при визуальной регистрации иммунологической реакции необходимы **большие (высокие)** концентрации компонентов и длительное время проведения реакции.

Тест 13. Иммунохимический анализ основан на следующем соотношении: «При фиксированной концентрации антител равновесное отношение концентраций свободного и связанного антигена $[Ag] / [Ag-At]$ зависит от его **общей** концентрации ($[Ag]+[Ag-At]$).

Тест 14. В состав антител входит комплекс

1) из четырех полипептидных цепей;

2) из двух идентичных между собой легких цепей с молекулярной массой 20-25 тыс. дальтон каждая;

3) из двух идентичных тяжелых цепей с молекулярной массой 50-55 тыс. дальтон;

4) из трех полипептидных цепей – двух легких и одной тяжелой;

5) из трех полипептидных цепей – двух тяжелых и одной легкой.

Тест 15. Одним из основных классов антител являются IgG –

- 1) это основная часть антител, представляющая белки с молекулярной массой 150 тыс. дальтон;
- 2) это основная часть антител, представляющая белки с молекулярной массой 900 тыс. дальтон;
- 3) это основная часть антител, характеризующаяся высоким содержанием углеводов;
- 4) это основная часть антител являющаяся мономерами, присутствующими в плазме крови;
- 5) это часть антител, включающая 5 мономерных единиц, связанных друг с другом дисульфидными связями;
- 6) это часть антител, обладающих термолабильностью, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций.

Тест 16. IgM – это часть антител –

- 1) характеризующаяся высокой молекулярной массой (900 тыс. дальтон) и высоким содержанием углеводов;
- 2) состоящих из мономерных белков с молекулярной массой 150 тыс. дальтон.
- 3) характеризуется высоким содержанием углеводов и встречается в большом количестве в секреторных жидкостях;
- 4) являющиеся мономерами, выполняют роль рецепторов В-лимфоцитов;
- 5) отличаются термолабильностью, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций.

Тест 17. IgA – это составная часть антител:

- 1) характеризуется высоким содержанием углеводов и встречается в большом количестве в секреторных жидкостях;
- 2) состоит из мономерных белков с молекулярной массой 150 тыс. дальтон;
- 3) обладают высокой молекулярной массой (900 тыс. дальтон) и высоким содержанием углеводов;
- 4) включают 5 мономерных субъединиц, связанных друг с другом дисульфидными связями;
- 5) являются мономерами, выполняют роль рецепторов В-лимфоцитов;
- 6) обладают термолабильностью, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций.

Тест 18. IgD – составная часть антител:

- 1) являются мономерами, выполняют роль рецепторов В-лимфоцитов;
- 2) состоит из мономерных белков с молекулярной массой 150 тыс. дальтон;
- 3) относятся Ат с высокой молекулярной массой (900 тыс. дальтон) и высоким содержанием углеводов;
- 4) включают 5 мономерных субъединиц, связанных друг с другом дисульфидными связями;
- 5) характеризуется высоким содержанием углеводов и встречается в большом количестве в секреторных жидкостях;
- 6) обладают термолабильностью, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций.

Тест 19. IgE – составная часть антител:

- 1) обладает термолабильностью, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций;
- 2) состоит из мономерных белков с молекулярной массой 150 тыс. дальтон;
- 3) обладают высокой молекулярной массой (900 тыс. дальтон) и характеризуется высоким содержанием углеводов;
- 4) макромолекулы включают 5 мономерных субъединиц, связанных друг с другом дисульфидными связями;
- 5) характеризуется высоким содержанием углеводов и встречается в большом количестве в секреторных жидкостях;
- 6) являются мономерами, выполняют роль рецепторов В-лимфоцитов.

Тест 20. Какой класс антител отвечает за аллергические заболевания?

- 1) IgE;
- 2) IgG;
- 3) IgM;
- 4) IgA;
- 5) IgD.

Тест 21. Концентрация какого вида иммуноглобулинов в крови наиболее высокая по сравнению с другими? –**IgG**.

Тест 22. Биологическая функция какого вида иммуноглобулинов заключается в защите слизистых оболочек от различных инфекций?

- 1) IgA; 2) IgE;
- 3) IgM; 4) IgG; 5) IgD.

Тест 23. Как изменяется концентрация IgE при аллергических заболеваниях?

- 1) увеличивается;
- 2) увеличивается в 4-5 раз;
- 3) уменьшается;
- 4) остается неизменной по отношению к норме.

Тест 24. Найти соответствие:

IgG	IgM	IgA	IgE	IgD
Относятся Ат с высокой молекулярной массой (900 тыс. дальтон) и высоким содержанием углеводов.	Основная часть Ат состоит из мономерных белков с молекулярной массой 150 тыс. дальтон.	Являются мономерами. Биологическая роль до конца не выяснена, но установлено, что они выполняют роль рецепторов В-лимфоцитов.	Характеризуются высоким содержанием углеводов и встречаются в большом количестве в секреторных жидкостях (слюна, слезы, молоко).	Термолабильны, представлены мономерами и принимают участие в протекании аллергических реакций.

Тест 25. Специфические антитела вырабатываются к детерминантам антигенов, которые называются

- 1) эпитопы;
- 2) гаптены;
- 3) конъюгаты;

4) переменным участком, находящимся в N-концевой области полипептидной цепи;

5) постоянным участком, расположенным в C-концевой области цепи.

Тест 26. Способность избирательно реагировать с антителами определяет специфичность антигенов, а способность вызывать иммунный ответ – характеризует его**иммуногенность.**

Тест 27. Антитела одинаковые по физико-химическим свойствам и специфичности, обеспечивающие очень высокую специфичность и чувствительность являются.....**моноклональными.**

Тест 28. Антитела, вырабатываемые В-лимфоцитами животных в ответ на введение в организм чужеродных веществ, представляющие собой смесь разных антител в произвольных соотношениях являются..... **поликлональными.**

Тест 29. Что такое титр поликлональных Ат?

1) конечное разведение антисыворотки, которое еще позволяет связываться с антителами определенному количеству меченого антигена; разведение антисыворотки 1/10000;

2) разведение антисыворотки 1/1000;

минимальное количество антисыворотки, которое необходимо для проведения иммуноанализа; 3) максимальное количество антисыворотки, которое необходимо для проведения иммуноанализа.

Тест 30. Почему полимеры с молекулярными отпечатками называют синтетическими антителами?

1). Это связано с наличием в их составе высокоспецифичных центров связывания, комплементарных по размеру, форме, структуре и физико-химическим свойствам определенным органическим молекулам.

2). Получаемые полимеры содержат полости, способные специфически включать в себя именно то вещество, которое использовали для получения полимера с молекулярными отпечатками или его аналог.

3). Они характеризуются такой же специфичностью, что и антитела.

4) Их можно получать путем синтеза из органических реактивов.

5) Они состоят также из 4-х полипептидных цепей, как и антитела.

6) Они также как антитела имеют активный центр.

7) Позволяют определять как высоко-, так и низкомолекулярные соединения.

Тест 31. Какие из связей, обеспечивающие образование иммунных комплексов, вносят наибольший вклад в их устойчивость?

1). Силы гидрофобного взаимодействия.

2). Водородные связи.

3). Электростатические силы.

4) Наличие множественных слабых контактов.

5) Взаимодействие электронных облаков реагирующих химических групп и стерические силы отталкивания.

Тест 32. Найдите соответствие между связями, обеспечивающими образование иммунных комплексов и их характеристикой.

Водородные связи	Силы гидрофобного взаимодействия	Химическая и пространственная комплементарность Аг	Электростатические силы	Наличие множественных контактов
Возникают при	Образуются при	Возникает в	Позволяют,	Взаимодейств
взаимодействии сильно заряженных ионизированных групп: ионизированная аминогруппа (-NH ₃ ⁺) и ионизированная карбоксильная группа (COO ⁻).	взаимодействии атома водорода, ковалентно связанного с отрицательно заряженным атомом, с неподеленной парой электронов другого отрицательно заряженного атома.	результате стремления гидрофобных групп в водном растворе к ассоциации друг с другом, что сопровождается стабилизацией всей системы.	несмотря на слабость отдельных единичных взаимодействий, прочно удерживать Аг в антигенсвязывающей области активного центра Аг.	не электронных облаков реагирующих химических групп и стерическими силами отталкивания.

Тест 33. Антитела считаются высокоаффинными, если константа равновесия процесса комплексообразования

- 1) больше, чем 10⁸;
- 2) больше, чем 10¹⁰;
- 3) меньше, чем 10⁸;
- 4) меньше, чем 10⁷.

Тест 34. Процесс образования иммунного комплекса можно рассматривать с позиций

- 1) реакций комплексообразования,
- 2) окислительно-восстановительных реакций,
- 3) кислотно-основных взаимодействий,
- 4) реакций осаждения,
- 5) донорно-акцепторных взаимодействий.

Тест 35. Какие группы иммунохимических методов можно выделить по основному принципу проведения иммуноанализа? Конкурентные, проходящие в неравновесном режиме и **неконкурентные.**

Тест 36. Пути «визуализации» образующихся иммунокомплексов:

- 1) использование больших концентраций антител и антигенов;
- 2) использование меченых соединений,
- 3) использование низких концентраций антител и антигенов;
- 4) детектирование иммунных комплексов современными физикохимическими способами;
- 5) определение концентрации иммунных комплексов.

Тест 37. Какие процессы не входят в обязательные при проведении иммуноферментного анализа?

- 1). Определение концентрации образующихся иммунных комплексов.
- 2). Использование ионов металлов.
- 3). Использование люминесцентных соединений.
- 4). Формирование специфического комплекса Аг-Аг.
- 5) Введение в него ферментной метки.

6) Визуализация метки каким-либо физическим способом.

7) Промывка компонентов.

Тест 38. Какие преимущества имеют ферментные метки?

1) Они безопасны для здоровья по отношению к радионуклидам.

2) Ферменты - биокатализаторы позволяют создавать каскадные системы усиления химических сигналов.

3) Срок службы ферментов-маркеров слишком мал.

4) Применимы лишь к отдельным системам Аг-Ат.

5) Позволяет обнаруживать Аг в недостаточно малых концентрациях.

6) Обладают недостаточной селективностью действия.

Тест 39. Какие особенности имеет гетерогенный иммуноанализ?

1). Регистрация взаимодействия антиген-антитело происходит на твердой поверхности носителя.

2) Комплекс антиген-антитело образует новую фазу.

3) Взаимодействие антиген-антитело протекает на границе раздела фаз.

4) Образующийся комплекс антиген-антитело нерастворим.

5) Комплекс антиген-антитело образуется в растворе, а затем переносится на границу раздела фаз.

Тест 40. Какие преимущества имеют ферментные метки?

1) Срок службы ферментов-маркеров составляет несколько лет.

2) Применимы ко всем системам Аг-Ат.

3) Они не безопасны для здоровья.

4) Позволяет обнаруживать Аг в недостаточно малых концентрациях.

5). Обладают недостаточной селективностью действия.

Тест 41. Определение низкомолекулярных соединений иммуносенсорами основано на

1) способности гаптенов вызывать образование специфических антител,

2) способности низкомолекулярных соединений взаимодействовать с антителами,

3) способности низкомолекулярных соединений образовывать меченые вещества

4) способности низкомолекулярных соединений давать окрашенные соединения

5) способности низкомолекулярных соединений проявлять электрохимическую активность.

7.1.3. Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу

1. Понятие о биомиметике как современном приложении иммунохимии, биохимии и биоаналитической химии.

2. Общность и различие между органическими реагентами и антителами.

3. Почему антитела можно рассматривать как современные аналитические реагенты.

4. Особенности иммунохимических реакций и их использование для анализа биологически активных соединений.

5. Дайте характеристику антител и антигенов.

6. Какие соединения могут выступать в роли антигенов?
7. Классификация и свойства антител.
8. Что обеспечивает специфичность действия антител?
9. Строение антител, основные составные части, обеспечивающие образование иммунных комплексов.
10. Что такое константы связывания иммунных комплексов?
11. Роль и значение констант связывания иммунных комплексов.
12. Полимеры с молекулярными отпечатками как искусственные антитела.
13. Преимущества полимеров с молекулярными отпечатками в роли антител.
14. Недостатки полимеров с молекулярными отпечатками в роли антител.
15. Классификация методов иммунохимического анализа.
16. Конкурентный и неконкурентный варианты иммуноанализа. Дайте характеристику.
17. Характеристика гетерогенного и гомогенного вариантов иммуноанализа.
18. Как можно осуществить «визуализацию» результатов иммунохимического взаимодействия?
19. Обоснуйте необходимость применения меток в иммуноанализе.
20. Какие метки используют в иммунохимическом анализе?
21. Дайте характеристику разным по природе меткам.
22. С какими факторами связана специфичность иммунохимического анализа?
23. За счет каких взаимодействий образуются иммунные комплексы?
24. Дайте характеристику взаимодействиям между антителами и антигенами.
25. В чем сущность иммуноферментного анализа (ИФА).
26. Какие разновидности ИФА Вы знаете? Дайте краткую характеристику.
27. Перечислите наиболее значимые из «метящих» реагентов.
28. Приведите одну из схем ИФА.
29. Условия функционирования иммуносенсоров.
30. С чем связаны высокая чувствительность ИФА?
31. Сопоставьте свойства радионуклидов и ферментов как меток.
32. Дайте характеристику ферментов как меток.
33. Современные направления развития иммунохимического анализа.
34. Мультисенсорный анализ.
35. Возможность определения низкомолекулярных веществ в иммуноанализе.
36. Связь между используемыми метками в иммуноанализе и его чувствительностью.
37. Использование иммунохимических реакций в тест-методах и тест-устройствах.
38. Характеристика иммунодиагностикомов.
39. Опишите принципиальное устройство иммуносенсоров, иммуноферментных сенсоров.
40. Приведите принципиальную схему иммуносенсора.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 40% и промежуточного контроля – 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- участие на практических занятиях – баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 40 – баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - ___ баллов,
- письменная контрольная работа – 50 баллов,
- тестирование – 50 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) адрес сайта курса

б) основная литература:

1. Микилева Г.Н. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Н. Микилева, Г.Г. Мельченко, Н.В. Юнникова. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010. — 184 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14357.html>
2. Сизова Л.С. Аналитическая химия. Оптические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.С. Сизова. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 179 с. — 5-89289-384-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14353.html>
3. Основы аналитической химии: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по химическим направлениям / под ред. акад. Ю.А. Золотова. 5-е изд., стер.. Москва: Академия, 2012.; 25 Т. 2. 2012. 407 с.
4. Структура биополимеров. Общие проблемы структуры, самоорганизации и функционирования белковых молекул. Методы структурного анализа белков [Электронный ресурс] : учебник / М.Ф. Куприянов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008. — 224 с. — 978-5-9275-0469-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47145.html>
5. Стойков И.И., Евтюгин Г.А. Основы нанотехнологии и нанохимии: учебное пособие. Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета. - 2010. - 237 с.

6. Химический анализ в медицинской диагностике (Проблемы аналитической химии. Т. 11) Под ред. Будникова Г.К. М.: Наука, 2010.
7. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине (Методы в химии). М.: Изд.: Бином. Лаборатория знаний, 2009.- 416 с.
8. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры. М. Техносфера, 2005.
9. Кристиан Г. Аналитическая химия. М.: Бином – Лаборатория знаний, 2012.- 1128 с. <http://window.edu.ru/resource/314/65314>
10. Фармацевтический анализ / Под ред. Г.К.Будникова и С.Ю.Гармонова. М.:АРГАМАК-МЕДИА, 2013. – 778 с.
11. Будников Г.К., Гармонов С.Ю., Медянцева Э.П., Евтюгин Г.А. Химическая безопасность и мониторинг живых систем на принципах биомиметики. - М.: ИНФРА-М.- 2015. – 230 с.
12. Химические методы внелабораторного анализа / Под ред.Ю.А.Золотова. Т.13. М.: Наука, 2010 – 563 с.

в) дополнительная литература:

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. [Электронный ресурс] - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2009. - 416 с./ Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2173/
2. Биохимические методы анализа (Проблемы аналитической химии. Т.12). Под ред. Дзантиева Б.Б., М.: Наука, 2010.
3. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. М.: Академия, 2005.- 480 с.
4. Мягкова М.А. Естественные антитела к низкомолекулярным соединениям. М.: МГУЛ, 2001.-260 с.
5. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика: Практический курс.-М.: Фаир-ПРЕСС, 1999.- 720 с.
6. Теория и практика иммуноферментного анализа/ А.М.Егоров, А.П.Осипов, Б.Б.Дзантиев и др. – М.: Высш. шк., 1991.- 288 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг
3. **Moodle** [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/>

4. Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru>.
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> / (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com> Доступ предоставлен на неограниченный срок

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс.

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем биохимии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса данного курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Реферат. Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную Вами

тому. *Реферат это не списанные куски текста с первоисточника.* Недопустимо брать рефераты из Интернета.

Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4).

Структура реферата включает следующие разделы:

- титульный лист;
- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации. Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением авторских прав. Использованные материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательные собственные выводы. Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта. Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;

- выполнение курсовых работ (проектов);

- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ «Origin», «Statistica», «MathCad», используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

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

На лекционных и практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам.