

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"05" 10 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Нейрохимия

Специальность
30.05.01 Медицинская биохимия

Квалификация (степень) выпускника
Врач-биохимик

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Казаринов Иван Алексеевич		05.10.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		05.10.21
Заведующий кафедрой	Казаринов Иван Алексеевич		05.10.21
Специалист Учебного управления	Юшинова Ирина Владимировна		05.10.21

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Нейрохимия» является формирование представлений о молекулярной структуре компонентов нервной системы, а также молекулярных и биохимических механизмах, лежащих в основе ее функционирования; формирование представления о современных методах исследования этих механизмов.

Изучение строения и функционирования нейрональных мембран, особенностей белков и липидов, энергетических процессов в нервной системе. Формирование представлений о строении и механизмах функционирования центральных и периферических синапсов, нейромедиаторных системах в нервной системе. Изучение нейрохимии высших функций центральной нервной системы и патологических состояний мозга.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина К.М.02.10 «Нейрохимия» входит в медико-биологический модуль раздела «К.М. Комплексные модули» Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия и читается в девятом семестре.

Успешному освоению программы способствуют знания, умения и навыки, формируемые в рамках освоения дисциплин «Общая биофизика», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Биохимия человека», «Медицинская биохимия», «Общая биохимия», «Неврология и психиатрия».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин – «Клиническая лабораторная диагностика», «Медицинские биотехнологии», для последующего прохождения практик, подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p>	<p>знать: способы анализа имеющейся информации уметь: применяет методы самостоятельного анализа имеющейся биологической информации; владеть: определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения.</p>
<p>ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</p>	<p>1.1_Б.ОПК-1. Использует фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач. 2.1_Б.ОПК-1. Применяет прикладные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.</p>	<p>знать: биохимические механизмы, лежащие в основе деятельности нервной системы. уметь: устанавливать связи нейробиологии с другими направлениями нейрофизиологии. обработать результаты экспериментальных исследований владеть: - теоретическими знаниями об особенностях строения и молекулярных механизмах функционирования нервной системы;</p>
<p>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</p>	<p>1.1_Б.ОПК-2. Выявляет и оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека. 2.1_Б.ОПК-2. Применяет знания о морфофункциональных особенностях, физиологических состояниях</p>	<p>знать: нейробиохимические механизмы, лежащие в основе развития патологических состояний нервной системы; уметь: -применять полученные знания для анализа морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека, владеть:</p>

<p>биомедицинских исследований</p>	<p>и патологических процессов в организме человека.</p>	<p>- приемами моделирования с использованием базовых понятий нейрохимии.</p>
<p>ОПК-3 Способен использовать специализированное диагностическое и лечебное оборудование, применять медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии, предусмотренные порядками оказания медицинской помощи</p>	<p>1.1_Б.ОПК-3. Применяет диагностическое оборудование для решения профессиональных задач. 2.1_Б.ОПК-3. Использует лечебное оборудование для решения профессиональных задач. 3.1_Б.ОПК-3. Использует медицинские изделия, лекарственные средства, клеточные продукты и генно-инженерные технологии в медицинских и научных исследованиях.</p>	<p>знать: - основные принципы устройства и работы биохимического оборудования в области нейрохимии уметь: правильно выбирать методы и методики клинических исследований - планировать биохимический эксперимент владеть: навыками работы с биологическим материалом и современным биохимическим оборудованием</p>
<p>ОПК-5 Способен к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека</p>	<p>1.1_Б.ОПК-5. Планирует прикладные и практические проекты и иные мероприятия по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека. 2.1_Б.ОПК-5. Организует и осуществляет реализацию прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека. 3.1_Б.ОПК-5. Контролирует и корректирует реализацию практических проектов и иных мероприятий по изучению и моделированию физико-химических, биохимических, физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека.</p>	<p>знать: - основы планирования научного исследования, анализа его результатов уметь: - формулировать выводы научного исследования владеть: - навыками планирования научных исследований</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), из них 18 часов лекционных, 54 часа практических занятий, включая 54 часа практической подготовки, 18 – самостоятельная работа студентов, форма отчетности – *зачет с оценкой* – 18 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Всего	Лекции	Практические занятия		ИКР	СР	
						Всего	Из них на практическую подготовку			
1	Введение. Особенности структурно-функциональной организации нервной системы	9	1	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции
2	Строение и функции мембраны, физико-химические свойства	9	2	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции коллоквиум
3	Особенности нуклеиновых кислот, аминокислот мозга. Белки нервной системы	9	3	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции реферат
4	Аксональный транспорт. Дегенерация и регенерация нерва при повреждениях	9	4	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции
5	Энергетический обмен головного мозга	9	5	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции Оформление практической работы
6	Молекулярные механизмы синаптических процессов. Строение химических и электрических синапсов	9	6	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции коллоквиум

7	Нейромедиаторы. Рецепторы. Локализация и функции	9	7-8	20	4	12	12		4	Посещаемость, активность на лекции Презентация контрольное задание
8	Нейрохимические механизмы некоторых высших функций центральной нервной системы и патологических состояний	9	9	10	2	6	6		2	Посещаемость, активность на лекции Презентация Реферат
	Промежуточная аттестация	9	10	18						Зачет с оценкой
	Всего во 5 семестре		1-10	108	18	54	54	0	18	

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Особенности структурно-функциональной организации нервной системы

Введение. Особенности структурно-функциональной организации нервной систем. Строение нейрона и глии, внутриклеточные органеллы. Типы нейронов и глиальных клеток. гематоэнцефалический барьер

Раздел 2.Строение и функции мембраны, физико-химические свойства

Липиды мембран нервных клеток. Классификация липидов и особенности структуры. Особенности жирных кислот мозга. Фосфолипиды. Ганглиозиды и цереброзиды: структура и функции. Нарушения обмена ганглиозидов. Роль ганглиозидов и гликопротеидов во взаимодействии нейронов и рецепции внешних сигналов. Роль холестерина в формировании мембраны нейронов. Структура мембран нейронов. Жидко-кристаллическая организация липидов. Фазовые переходы липидов. Текучесть мембран - зависимость от структуры липида и количества холестерина. Динамичность билипидного слоя мембраны, взаимодействие белков и липидов, асимметрия биологических мембран. Участие липидов в передаче сигнала внутри клетки. Миелин в нервной системе

Раздел 3.Особенности нуклеиновых кислот, аминокислот мозга. Белки нервной системы

Особенности нуклеиновых кислот и хроматина в мозге. Свободные аминокислоты мозга: содержание, локализация, транспорт аминокислот. Метаболизм дикарбоновых аминокислот и глутамин. Концепция глутаминового цикла. ГАМК-шунт. Серусодержащие аминокислоты: метионин, цистеин, таурин. Метаболизм цистеина и синтез сероводорода. Функции сероводорода. Гомоцистеинурия. Ароматические аминокислоты: триптофан, фенилаланин и тирозин. Фенилкетонурия. Основные аминокислоты: лизин, орнитин, аргинин. Синтез оксида азота и его биологические функции 4.7. D-аминокислоты

Раздел 4. Аксональный транспорт. Дегенерация и регенерация нерва при повреждениях

Белки цитоскелета: микрофиламенты, микротрубочки, промежуточные филаменты. Аксональный транспорт. Дегенерация и регенерация нерва при повреждениях

Раздел 5. Энергетический обмен головного мозга

Энергетический обмен головного мозга. Потребление кислорода и глюкозы, гликоген как возможный энергетический источник в головном мозге. Аэробное окисление глюкозы в мозге и механизмы его регуляции. Гликолиз и механизмы, контролирующие его скорость. Цикл трикарбоновых кислот и механизмы, контролирующие его скорость в мозге. Свободные жирные кислоты и кетоновые тела, аминокислоты как источники ацетил-коэнзима А в мозге

Потребление мозгом кислорода и глюкозы. Особенности дыхания различных структур мозга. Альтернативные энергетические субстраты, которые могут окисляться в мозге при некоторых условиях (кетоновые тела, короткоцепочечные жирные кислоты, аминокислоты, гликоген). Гематоэнцефалический барьер и его роль в транспорте энергетических субстратов в мозг. Важная роль гексокиназы и пируватдегидрогеназного комплекса для энергетического метаболизма мозга. Скорость-лимитирующие этапы гликолиза и цикла трикарбоновых кислот и участие в их контроле отношения АТФ/АДФ. Компартиментализация энергетического метаболизма в мозге, нейрональный и глиальный компартменты. Высокая степень зависимости процессов синтеза нейротрансмиттеров от энергетического метаболизма. Методы расчета энергетического потока (energyflux) в мозге.

Практическая работа: Определение кинетических параметров процесса окисления глюкозы с помощью *E. Coli*.

Раздел 6. Молекулярные механизмы синаптических процессов. Строение химических и электрических синапсов

Строение химических и электрических синапсов. Квантовая теория освобождения медиатора. Типы синаптических везикул. Критерии нейромедиаторов и нейромодуляторов. Пре- и постсинаптическая модуляция. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Ионные каналы

Механизмы экзо- и эндоцитоза синаптических везикул. Везикулярные пулы. Белки экзо- и эндоцитоза. Ионотропные и метаботропные рецепторы. Ионные каналы: структура, классификация, методы исследования. Основные типы ионных каналов в нервной системе и их функции

Раздел 7. Нейромедиаторы. Рецепторы. Локализация и функции

Ацетилхолин. История открытия, синтез, транспорт. Ацетилхолинэстераза: структура и функции. Локализация холинергических нейронов и путей в центральной и периферической нервной системе. Никотиновые и мускариновые рецепторы ацетилхолина: строение, типы, связь с внутриклеточными сигнальными каскадами и ионными каналами. Формирование нервно-мышечного синапса в онтогенезе, ключевые факторы агрегации рецепторов ацетилхолина. Аминокислоты мозга как медиаторы. Глутамат и аспартат - возбуждающие аминокислоты. Рецепторы глутамата: ионотропные и метаботропные. Особенности строения и функции НМДА и АМПА-рецепторов. Нейротоксичность глутамата.

Раздел 8. Нейрохимические механизмы некоторых высших функций центральной нервной системы и патологических состояний

Биохимические механизмы памяти. Нейрохимические механизмы боли, стресса, сна. Биохимия заболеваний, вызванных нарушением функционирования нейромедиаторных и нейромодуляторных систем.

Шизофрения. Роль катехоламинергических и серотонинергических систем в развитии заболевания. Болезнь Паркинсона. Механизмы развития и принципы терапии. Эпилепсия и другие судорожные состояния. Роль возбуждающих и тормозных

аминокислот в патогенезе судорожных состояний. Биохимия нейродегенеративных заболеваний. Болезнь Альцгеймера. Патогенез. Роль бета-амилоида в развитии заболевания. Действие алкоголя на нервную систему. Биохимические основы развития алкоголизма. Мозг и наркотики. Биохимические основы развития наркомании

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Традиционные и инновационные образовательные технологии: лекции с элементами дискуссии; практические занятия с интерактивным разбором примеров; индивидуальные контрольные задания, практические работы; коллоквиум; защита рефератов; самостоятельная работа студентов.

Лекции проводятся в форме устного изложения лектором разделов дисциплины с демонстрацией поясняющих иллюстраций (презентаций), интерактивным разбором избранных вопросов.

Если студент не выполняет практическую работу или индивидуальное задание в отведённое время на практических занятиях, выполнение производится в счёт его свободного времени.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении практической работы, формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии нейробиологии происходит в рамках подготовки к коллоквиумам и рефератов

Адаптивные технологии, применяемые при обучении студентов с ОВЗ и инвалидностью

Для учебно-методического сопровождения студента с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов возможно применение дистанционного обучения, средства для которого размещаются на сайте университета course.sgu.ru. Проводятся консультации с преподавателем онлайн. В процессе обучения выстраивается индивидуальный образовательный маршрут для каждого студента с ОВЗ и инвалида, применяются технологии поэтапного включения студентов с ОВЗ и инвалидов в образовательный процесс, ориентированных на самообразование. При организации учебного процесса со студентами с ОВЗ и инвалидов преподаватель учитывает время на подготовку студентов при отчёте и зачёте. Для подготовки к занятиям и работы в интернете студентам с ОВЗ и инвалидам в Институте химии предоставляется ноутбук.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предполагает знакомство с понятийным аппаратом и закономерностями по содержанию дисциплины; подготовку к практическим занятиям, выполнению практических работ и индивидуальных заданий; подготовку к зачету.

Самостоятельная работа может осуществляться как с применением компьютеров в дисплейном классе Института химии, так и на личных компьютерах и ноутбуках студентов. Доступ к отдельным интернет-ресурсам возможен только с компьютеров в сети СГУ или с домашних компьютеров после однократной саморегистрации с любого компьютера СГУ.

На практических занятиях (в виде семинаров) в диалоговом режиме обсуждаются наиболее важные вопросы той или иной темы, решаются типовые задачи. Для самостоятельной подготовки студентам выдаются задания, включающие набор многовариантных и индивидуальных задач, вариативность заданий и дает возможность проводить изучение той или иной темы фронтально. Текущий контроль знаний осуществляется в форме контрольных заданий, промежуточный – в форме *зачета с*

оценкой. Развитию творческого потенциала обучающихся способствует участие студентов в коллоквиумах, защита рефератов

Вопросы для самоконтроля

1. Нейрохимия как наука, связь с другими разделами нейробиологии. Методические подходы к биохимическим исследованиям нервной системы.
2. Характеристика Р-пептида и его функции в нервной системе.
3. Особенности состава и метаболизма нервной системы
4. Ауторецепторы, их роль, в регуляции синаптической передачи
5. Биохимическая характеристика гематоэнцефалического барьера
6. Характеристика гипоталамических и гипоталамических пептидов и их функции
7. Биохимические особенности интенсивности потребления кислорода и глюкозы структурами мозга
8. Пептиды – эндогенные опиаты. Характеристика опиатных рецепторов. Природа лекарственной зависимости и механизмы привыкания
9. Основные направления обмена ключевых субстратов гликолиз в мозге. Активность гликолитических ферментов и пути ее регуляции
10. Пептиды – коннекторы. Характеристика амелитина, скотофобина, хромодиопсинов, катабатморфобинов и их роль в формировании специфических форм поведения
11. Биохимическая организация, основные свойства и функции синапсов
12. Классификация химических синапсов, механизмы функционирования в центральной и периферической нервной системе
13. Холинэргические синапсы. Ацетилхолин: пути образования, выделения, взаимодействия с рецепторами, инактивация. Типы рецепторов. Агонисты и антагонисты М- и Н-холинорецепторов
14. Роль цереброзидов, ганглиозидов, холестерина в нервной системе
15. Характеристика синаптических рецепторов. Критерии, определяющие связывающий центр как рецептор. Уровни исследования рецепторов. Модели рецепторов. Мобильные рецепторы
16. Особенности липидного метаболизма в мозге. Липидозы, биохимические основы нарушений
17. Патологии, связанные с биохимическими нарушениями функционирования холинорецепторов
18. Классификация и структура липидов мембран: фосфолипиды, цереброзиды, холестерин. Миелиновые оболочки, структура и функции
19. Свободные аминокислоты мозга: содержание, локализация, транспорт. Глутамат и глутаминовая кислоты. Метаболизм дикарбоновых аминокислот. Концепция глутаминового цикла. ГАМК-шунт
20. Молекулярная организация и принцип работы ионных каналов. Воротный механизм, проводимость, механизмы активации и инактивации. Типы ионных каналов
21. Электрические синапсы. Критерии идентификации электрических и химических синапсов. Тонкая структура электрического синапса и его физиологическая роль
22. Строение химического синапса. Квантовая теория освобождения медиатора. Механизмы экзо- и эндоцитоза синаптических везикул. Типы синаптических везикул. Везикулярные пулы
23. Критерии нейромедиаторов и нейромодуляторов. Классификация нейромедиаторов. Пре- и постсинаптическая модуляция. Ауторегуляция
24. Болезнь Паркинсона. Механизмы развития и принципы терапии

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
9	18	0	30	27	0	0	25	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

9 семестр

Лекции

0-18 баллов (оценивается посещаемость и активность на лекции, 2 балла за лекцию)

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

Практические занятия

0-30

оценивается подготовка к коллоквиуму и активность участия в нем:

2 коллоквиума с максимальным оцениванием 5 баллов каждый

Выполнение контрольного задания – максимум 10 баллов

Практическая работа – максимум 10 баллов

Самостоятельная работа

0-27 (оценивается подготовка реферата и его представление в виде доклада – презентации и участие в дискуссии по рефератам)

2 реферата с максимальным оцениванием 10 баллов каждый

Дополнительные 7 баллов начисляются за активное участие в дискуссии при защите рефератов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрено

Промежуточная аттестация 0-25 баллов

Зачет с оценкой проводится в виде устного ответа студента, 0-25 баллов

ответ на «отлично» /зачтено оценивается от 21 до 25 баллов;

ответ на «хорошо» /зачтено оценивается от 16 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» /зачтено оценивается от 11 до 15 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» /не зачтено оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 9 семестр по дисциплине «Нейрохимия» (зачет с оценкой) составляет **100** баллов.

Таблица 2.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Нейрохимия» в оценку (дифференцированный зачет):

85 - 100 баллов	«отлично» / зачтено
71 - 84 баллов	«хорошо» / зачтено
56 - 70 баллов	«удовлетворительно» / зачтено
0 - 55 баллов	«не удовлетворительно» / не зачтено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) литература:

- 1) Белова Е.И. Основы нейрофармакологии [Текст] : учеб. пособие / Е. И. Белова. - Москва : Аспект Пресс, 2006. - 175, [1] с. : рис. - Библиогр.: с. 174
- 2) Казаринов И.А. Введение в биологическую электрохимию. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2012. – 216 с.
- 3) Развитие биоэнергетики, экологическая и продовольственная безопасность [Электронный ресурс] : научное издание / Федоренко В. Ф. - Москва : Росинформгрупп, 2009. - 144 с. - ЭБС IPRbooks.
- 4) Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. М.: изд-во «Дрофа». 2006. 640 с.
- 5) Федотова О.В., Мажукина О.А. Химические основы биологических процессов (экспериментальные и теоретические задачи). Саратов. Издат. центр «Наука». 2013. 130 с.
- 6) Ауэрман, Т.Л. Основы биохимии: Учебное пособие. М.: ООО "Научноиздательский центр ИНФРА-М". 2013. 400 с. (Книга находится в базовой версии ЭБС «Znanium.com»)
- 7) Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев. М.Р. Основы современного электрохимического анализа. – М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. – 592 с

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Word версии 2010
2. Microsoft Excel версии 2010
3. Microsoft PowerPoint версии 2010
4. http://www.fptl.ru/Chem_block.html – различные учебно-методические материалы по химии;
5. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.
6. Биохимия - <http://www.biochemistry.ru>
7. Медиаторы и синапсы учебное пособие - <http://window.edu.ru/resource/023/61023>
8. Наглядная биохимия (электронный учебник) - http://yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochem/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Мультимедийное оборудование.

Лабораторное оборудование: весы, учебно-лабораторный комплекс (УЛК), совмещенный с компьютером, калориметры, термометры, секундомеры, источники тока, вольтметры, электрохимические ячейки, различные электроды (хингидронный, хлорсеребряный, цинковый, медный).

Химическая посуда.

Химические реактивы.

Выполнение индивидуальных заданий и ряда практических работ, а также обработка данных практических работ могут осуществляться на компьютерах в учебной лаборатории физической химии с установленным необходимым программным обеспечением

Местами осуществления *практической подготовки* являются: лаборатории кафедры физической химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 30.05.01 — Медицинская биохимия.

Автор:

Зав. кафедрой физической химии
д.х.н., профессор

И.А. Казаринов

Программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 05.10.2021 года, протокол №2.