

**Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета химического факультета  
Протокол № 4 от 26 мая 2017 г.**

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор

 /В.В. Лунин/

### **Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Наименование дисциплины: **Основные аспекты медицинской химии**

*Основная цель курса:* формирование представлений о базовых принципах дизайна структур лекарственных веществ на основе теоретических положений о взаимосвязи структуры лекарства и его биологической мишени.

Основу курса составляет изложение принципов создания и направленной модификации структуры “соединений-лидеров” (структурных прототипов лекарственных веществ), а основной акцент сделан на рассмотрение взаимосвязи между химической структурой физиологически активных соединений и строением их биологических мишеней (в особенности, важнейших рецепторных белков организма). Важное место в содержании курса занимает изучение взаимосвязи структуры вещества и его фармакокинетических характеристик, а также описание принципов конструирования структур отдельных классов лекарственных препаратов

2. Уровень высшего образования – магистратура

3. Направление подготовки - 04.04.01 «Химия»

4. Место дисциплины в структуре ООП: вариативная часть ООП, профессиональный цикл.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)	
Способность выбирать обоснованные подходы к анализу связи структуры и активности и конструированию структур с заданной физиологической активностью с учетом доступной информации об их действии в организме (М-СПК-3)	31 (М-СПК-3)	<b>Знать:</b> основные приемы анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера
	У1 (М-СПК-3)	<b>Уметь:</b> ориентироваться в многообразии биологических мишеней
	У2 (М-СПК-3)	<b>Уметь:</b> устанавливать взаимосвязь между химической структурой лекарственного препарата и его биологической мишенью
	В1 (М-СПК-3)	<b>Владеть:</b> основными теоретическими положениями о взаимосвязи структуры лекарства и его биологической мишени
Способность к поиску и анализу научной информации по медицинской химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования (М-СПК-4)	31 (М-СПК-4)	<b>Знать:</b> основные принципы представления научных результатов в сфере медицинской химии
	У1 (М-СПК-4)	<b>Уметь:</b> собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований в сфере медицинской химии
	В1 (М-СПК-4)	<b>Владеть:</b> основными навыками анализа и представления научной информации в сфере медицинской химии
	В2 (М-СПК-4)	<b>Владеть:</b> основными навыками представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций в сфере медицинской химии

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц, всего 144 часа, из которых 78 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов - занятия лекционного типа, 36 часов - занятия семинарского типа, 2 часа – групповые консультации, 4 часа - мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 66 часов составляет самостоятельная работа учащегося.*

7. Входные требования для освоения модуля, предварительные условия.

Для полноценного усвоения данного образовательного модуля **необходимо:**

- **знать** основные естественнонаучные дисциплины в рамках образовательной программы бакалавра; изучение дисциплин данного модуля опирается, главным образом, на теоретических знаниях в области органической химии, неорганической химии и аналитической химии, а также на практических навыках в области аналитической и органической химии
- **уметь** пользоваться химической литературой и современными интернет-ресурсами
- **владеть** базовыми навыками работы с компьютерными программами.

## 8. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (з.е. / часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа, в т.ч., лабораторные и практические работы	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий, подготовка к лабораторным занятиям	Подготовка докладов, рефератов и т.п.	Всего
Раздел 1. Основные понятия и термины медицинской химии. Стратегии поиска и генерирования соединений-лидеров.	24	8	8				16	2	4	6
Раздел 2. Биологические ми-	30	10	10			2	22	4	4	8

шени действия лекарств и принципы создания структур лигандов этих мишеней										
Раздел 3. Вариации структур лекарственных веществ для улучшения фармакокинетических характеристик. Количественная характеристика биологической активности	24	8	8				16	4	4	8
Раздел 4. Принципы конструирования структур отдельных типов лекарственных препаратов	30	10	10			2	22	4	4	8
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>						2			36
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>78</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>66</b>

*Лекции.*

*Раздел 1. Основные понятия и термины медицинской химии. Стратегии поиска и генерирования соединений-лидеров.*

1. Основные стратегии поиска лекарственных веществ в современном мире. Некоторые понятия и термины медицинской химии.
2. Стратегии поиска соединения-лидера. Оценка качества соединения-лидера.

*Раздел 2. Биологические мишени действия лекарств и принципы создания структур лигандов этих мишеней.*

1. Мишени действия лекарственных веществ в организме. Основные теоретические положения о взаимосвязи структуры лекарства и его биологической мишени.

2. Подходы к созданию структур веществ, нарушающих целостность клеточных мембран.
3. Белки как мишени действия лекарственных веществ. Понятие фармакофора.
4. Подходы к созданию структур ингибиторов ферментов.
5. Подходы к созданию структур агонистов и антагонистов рецепторных белков.
6. Структурный дизайн лигандов ДНК и РНК.
7. Контрольная работа.

### ***Раздел 3. Вариации структур лекарственных веществ для улучшения фармакокинетических характеристик. Количественная характеристика биологической активности.***

1. Методы модификации структур химических веществ для улучшения их фармакокинетических параметров.
2. Количественные характеристики биологической активности. Представление о способах биотестирования лекарственных веществ *in vitro* и *in vivo*.
3. Контрольная работа.

### ***Раздел 4. Принципы конструирования структур отдельных типов лекарственных препаратов.***

1. Подходы к созданию структур веществ, обладающих антибактериальной активностью.
2. Подходы к созданию структур веществ, обладающих противоопухолевой активностью.
3. Подходы к созданию структур веществ, обладающих антивирусной активностью.
4. Подходы к созданию структур веществ, обладающих анальгетической активностью.
5. Подходы к созданию структур гормоноподобных веществ.
6. Подходы к созданию структур веществ, обладающих другими типами активности.
7. Литературная конференция с дискуссией.

### ***Семинарские занятия.***

Семинарские занятия по курсу представляют собой своеобразные ***Литературные конференции***. Для каждого семинарского занятия семестра студенты (2–3 чел.) готовят и представляют доклад по статье из журнала «*Journal of Medicinal Chemistry*» за последние пять лет с описанием основной терапевтической задачи, молекулярной мишени действия создаваемого вещества, происхождения структуры соединения-лидера, рациональности подхода к его оптимизации, результатов биотестирования и дальнейших рекомендации.

Доклад представляется устно, после чего проводится обсуждение темы статьи всеми студентами и преподавателем. Темы докладов выбираются последовательно, в зависимости от обсуждаемых типов молекулярных мишеней создаваемых лекарственных веществ и подходов к созданию их структуры.

Примерное распределение по темам следующее.

Семинар 1-2. Подходы к созданию структур мембранотропных лекарственных веществ.

Семинары 3 – 10. Примеры дизайна структур агонистов и антагонистов различных рецепторных систем. Оптимизация соединений-лидеров с целью увеличения его активности и селективности.

Семинары 11 – 14. Подходы к созданию структур ингибиторов ферментов (конкурентных, неконкурентных, аналогов переходного состояния и др.).

Семинары 15-16. Подходы к созданию структур веществ, действующих на ДНК.

Семинары 17-18. Примеры модификации соединений-лидеров с целью улучшения их фармакокинетических характеристик.

### **Самостоятельное изучение разделов дисциплин**

Самостоятельная работа студентов состоит в проработке лекционного материала, подготовке к контрольным работам и к лекционному докладу, а также подготовке к экзамену.

#### **Примерный перечень видов работ, проводимых самостоятельно:**

- Работа с лекционным материалом по теме: «Основные стратегии поиска лекарственных веществ в современном мире. Стратегии поиска соединения-лидера».
- Работа с лекционным материалом по темам: «Методы модификации структур химических веществ для улучшения их фармакокинетических параметров и Количественные характеристики биологической активности».
- Работа с лекционным материалом по теме: «Принципы конструирования структур некоторых типов лекарственных препаратов».
- Подготовка к контрольным работам.
- Подготовка к Литературной конференции с дискуссией (доклад о статье из Journal of Medicinal Chemistry).
- Подготовка к экзамену.

#### **9. Образовательные технологии:**

-применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;

-использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

-преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

## 10. Ресурсное обеспечение:

### Основная литература

1. G. Patrick. An introduction to medicinal chemistry. 5<sup>th</sup> edition, Oxford, Oxford University Press, 2013, 789 pp.
2. О.Н. Зефирова. Основные понятия и термины медицинской химии (под ред. акад. Н.С. Зефирова). Методическое пособие. М., Цифровичок, 2013, 40 с.
3. K. Stromgaard, P. Krogsgaard-Larsen, U. Madsen. Textbook of Drug Design and Discovery, 4<sup>th</sup> edition, US: Boca Raton, FL, CRC Press/Taylor & Francis. 2010, 476 pp.

### Дополнительная литература

1. Th.L. Lemke, D.A. Williams. Foye's Principles of Medicinal Chemistry. 6<sup>th</sup> edition, 2007, US: Lippincott, Williams & Wilkins, 1400 pp. Е.В. Румянцев, Е.В. Антина, Ю.В. Чистяков. Химические основы жизни. М.: Химия, КолосС, 2007. 560 с.
2. О.Н. Зефирова, Н.С. Зефиров. Физиологически активные соединения, взаимодействующие с глутаматными рецепторами. *Журнал Органической Химии*. 2000, Т. 36, вып.9, С. 1273–1300.
3. О.Н. Зефирова, Н.С. Зефиров. Физиологически активные соединения, взаимодействующие с серотониновыми (5-гидрокситриптаминавыми) рецепторами. *Успехи химии*. 2001, т. 70, № 4, С. 382–407.
4. С. Д. Варфоломеев, К. Г. Гуревич. Биокинетика. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. 720 с.
5. М. Дж. Нил. Наглядная фармакология: пер. с англ. под ред. Р.Н. Аляутдина. М., ГЭОТАР–Медиа. 2008. 104 с.

### Периодическая литература

1. Journal of Medicinal Chemistry
2. Journal of Medicinal Chemistry Letters
3. Bioorganic and Medicinal Chemistry
4. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters

### Интернет-ресурсы

Сайт с презентациями лекций и семинаров ведущих ученых «Henry Stewart Talks Online Collections». Раздел «Drug discovery»:  
[http://hstalks.com/main/browse\\_series.php?j=763&c=252](http://hstalks.com/main/browse_series.php?j=763&c=252)

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели: доцент, д.х.н. Зефирова О.Н., м.н.с. Зефиров Н.А.

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

1. Планируемые результаты обучения для формирования компетенций в Приложении.
2. Материалы к текущей (контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.), промежуточной аттестации (вопросы к экзамену или зачету)

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **Промежуточный контроль успеваемости (вопросы к экзамену)**

##### **1. Основные понятия и термины медицинской химии**

Медицинская химия: определения и цели. Основные этапы конструирования лекарственных препаратов. Соединение-лидер и стратегии его поиска. Оценка качества соединения-лидера. Понятия: me-too drug, through-put screening, hit compound, комбинаторные библиотеки, building block, scaffold, de novo дизайн физиологически активных веществ (ФАВ).

##### **2. Биологические мишени действия ФАВ (липиды, белки, нуклеиновые кислоты) и принципы создания структур их лигандов.**

**2а.** Особенности химической структуры и механизм действия ионофоров и каналобразующих соединений (Амфотерицин В, Грамицидин, Валиномицин). Синтетические аналоги природных ионофоров. Подходы к созданию синтетических аналогов природных каналобразующих соединений. Представления о дизайне местных анестетиков и детергентоподобных веществ.

**2б.** Рациональные подходы к созданию ингибиторов ферментов. Понятие фармакофора. Подходы к конструированию структур (с примерами):

- конкурентных ингибиторов;
- необратимых (псевдо-необратимых) ингибиторов;
- аналогов переходного состояния;
- суицидных субстратов (понятие "molecular tool");
- аллостерических ингибиторов в системах с контролем по принципу обратной связи.

**2в.** Понятие о нейромедиаторах и рецепторах. Различия рецепторов по механизмам передачи сигнала. Вторичные мессенджеры. Агонисты и антагонисты; понятия средства соединения к рецептору и его внутренней активности. Частичные агонисты. Общие подходы к созданию структур агонистов – ограничение конформационной подвижности, изостерическая и био-



изостерическая замена и др. (примеры). Общие подходы к созданию структур антагонистов – ограничение конформационной подвижности, изостерическая и биоизостерическая замена, гомологизация, umbrella-эффект (примеры). Представление о необходимости учета оптической активности в дизайне структур агонистов и антагонистов.

Классификация ацетилхолиновых рецепторов, их природные и синтетические агонисты и антагонисты (примеры). Особенности структур и принципы создания структур лигандов ацетилхолиновых рецепторов (примеры), их возможное терапевтическое применение.

Классификация серотониновых рецепторов. Примеры конструирования агонистов и антагонистов серотониновых рецепторов первого (A, B, D), второго, третьего и шестого подтипов (подходы к созданию селективных лигандов), их использование в клинической практике.

Рецепторы глутаминовой кислоты. Классификация, механизм передачи сигнала, области связывания лигандов. Ионотропные рецепторы: принципы конструирования агонистов, антагонистов и модуляторов различных подтипов и сайтов (примеры структур лигандов для трех сайтов связывания). АМПАкины. Структуры агонистов и антагонистов первой группы метаботропных глутаматных рецепторов (примеры дизайна). Терапевтическое применение лигандов глутаматных рецепторов и проблемы в их создании.

Классификация дофаминовых и адреналиновых рецепторов. Структурные особенности, подходы к конструированию и клиническое применение лигандов, взаимодействующих с различными подтипами дофаминовых и адренорецепторов (примеры).

Классификация гистаминовых рецепторов. Антагонисты различных подтипов гистаминовых рецепторов, принципы конструирования, клиническое использование (примеры на каждый подтип). Побочные эффекты первого поколения антигистаминовых препаратов и пути преодоления этих эффектов с помощью структурных модификаций.

Опиоидные рецепторы: классификация, особенности механизма действия, эндогенные лиганды. Морфин и основные соотношения «структура – свойство» для его аналогов. Возможные пути устранения наркотических свойств лигандов опиоидных рецепторов. Принципы дизайна структур соединений, селективных к определенным подтипам ОР.

Рецепторы  $\gamma$ -аминомасляной кислоты – классификация и механизм передачи сигнала. Особенности строения и примеры создания структур лигандов различных подтипов этих рецепторов.

**2г.** Общий механизм гормональной регуляции, особенности механизма действия гормональных рецепторов. Строение лигандов тиреоидных гормонов и их аналогов. Примеры конструирования агонистов и антагонистов эстрогеновых и андрогенных рецепторов.

**2д.** Рациональные подходы к созданию структур, взаимодействующих с ДНК. Примеры дизайна интеркаляторов в двойную и тройную спирали ДНК. Механизм действия 8-метоксипсораленов. Принципы создания структур алкилирующих агентов (механизм алкилирования). Примеры комбинированных соединений. Примеры соединений, связывающихся с G-квадруплексом. Соединения, действующие на РНК. Примеры новых подходов к созданию лигандов РНК.

### **3. Модификация структуры соединения-лидера, направленная на улучшение фармакокинетических и фармакодинамических характеристик.**

Понятие биодоступности. Основные фармакокинетические характеристики. Примеры изменения структуры ФАВ с целью улучшения его фармакокинетических характеристик: блокировка центров, «чувствительных» к метаболизму; изменение баланса липофильности – гидрофильности и др. Структурные вариации с целью преодоления фосфолипидоза. Попытки предсказания возможности «доведения» активного соединения до лекарства; правила Липински. Гематоэнцефалический барьер и способы его «преодоления» химическими веществами. Основные метаболические реакции и способы «защиты» от них с помощью структурных модификаций. Понятия soft-drug, hard-drug, пролекарство. Структурные фрагменты, «придающие токсичность». Основные структурные шаблоны, относящиеся к «лекарственному типу».

### **4. Представление о количественных характеристиках биологической активности.**

Уравнение Скэтчарда. Графическое определение сродства лиганда к рецептору. Понятие и методы определения величин  $EC_{50}$ ,  $IC_{50}$ ,  $ED_{50}$ ,  $LD_{50}$ . Терапевтический индекс. Тестирование *in vivo*: трансгенные животные; поведенческие модели (примеры). Клинические испытания – понятия orphan drug; плацебо; двойной слепой метод. Примеры соединений, «дающих неправильные результаты» в ходе биотестирования.

### **5. Принципы конструирования некоторых типов лекарственных препаратов.**

Принципы создания антибактериальных препаратов. Мишени действия сульфамидов, фторхинолонов, нитрофуранов, пенициллинов и примеры модификации их структур с целью оптимизации их физиологической активности. Особенности структуры клавулановой кислоты. Новые подходы к созданию структур антибактериальных препаратов. Новые мишени действия антибактериальных агентов (сортазы, компоненты токсина сибирской язвы и др.) и примеры структур их лигандов.

Принципы создания противовирусных препаратов. Структурные особенности лигандов различных биологических мишеней на примере жизненного цикла вируса СПИДа (примеры структур для каждой мишени). Дизайн пептидомиметиков.

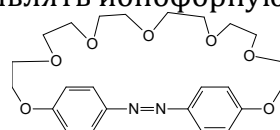
Примеры клинически используемых анальгетиков ненаркотического действия, их молекулярная мишень и примеры аналогов, полученных в ходе современных исследований. Новые мишени для создания анальгетиков, примеры структур их лигандов.

Биологические мишени и основные принципы создания структур противораковых препаратов. Примеры структурных модификаций веществ, нарушающих динамику микротрубочек. Примеры создания структур ингибиторов теломеразы, фарнезилтрансферазы, клеточных киназ и др.

## Текущий контроль успеваемости

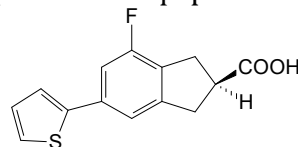
**1. Образец контрольной работы** по темам: «Основные понятия и термины медицинской химии. Стратегии поиска и генерирования соединений-лидеров. Биологические мишени действия лекарств и принципы создания структур лигандов этих мишеней».

**Задание 1.** Может ли изображенное соединение проявлять ионофорную активность?

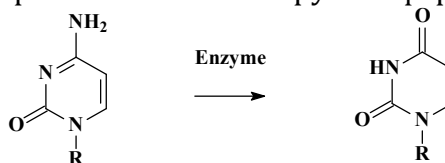


Ответ обязательно поясните.

**Задание 2.** Изображенный на рисунке ингибитор фермента теряет активность в случае мутации в активном центре фермента-мишени с заменой аминокислотного остатка лизина  $-(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$  аспарагином  $-\text{CH}_2\text{COOH}$ . Предложите структурную модификацию, позволяющую сделать ингибитор мутированного фермента.



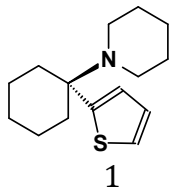
**Задание 3.** Превращение цитидина в уридин в организме катализируется ферментом цитидиндезаминазой.



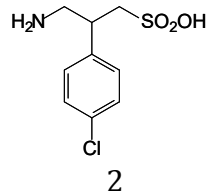
Предложите структуру ингибитора этого процесса, действующего как аналог переходного состояния.

**Задание 4.** Во введении к одной из статей в «Journal of Medicinal Chemistry» о механизме действия глицинового рецептора говорится следующее: «modulation of  $\text{Cl}^-$  influx». Приведите подробное объяснение того, что это означает (на молекулярном уровне). Какой еще рецептор имеет такой механизм действия?

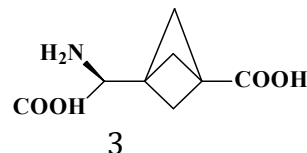
**Задание 5.** Какую физиологическую активность Вы можете предположить для соединений 1–3?



1



2



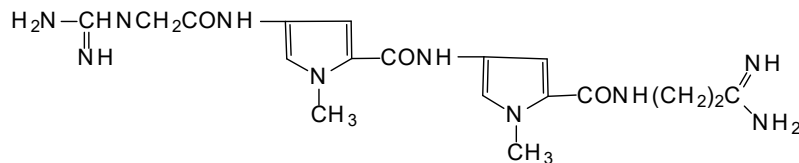
3

Обязательно поясните Ваш ответ.

**Задание 6.** Что означают понятия: а) «фармакофор»? б) «комбинаторная библиотека»?

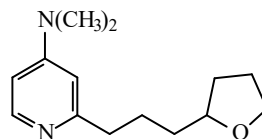
**2. Образец контрольной работы** по темам: «Вариации структур лекарственных веществ для улучшения фармакокинетических характеристик. Принципы конструирования структур отдельных классов лекарственных препаратов».

**Задание 1.** Какие фармакокинетические свойства соединения **1** можно ожидать на основании анализа его структуры?



соединение **1**

**Задание 2.** Известно, что соединение **2** активно *in vitro*, но неактивно *in vivo*. С чем может быть связана низкая биодоступность этого вещества? Предложите модификации структуры соединения **2** с целью улучшения биодоступности.



соединение **2**

**Задание 3.** Что такое  $IC_{50}$ ? Как определяется эта величина?

**Задание 4.** Приведите пример структуры аналога нуклеозида – ингибитора обратной транскриптазы вируса, вызывающего СПИД. В чем заключается принцип создания таких структур?

### **3. Образец домашнего задания**

Выполнение домашнего задания состоит из двух этапов. Во-первых, требуется найти статью по созданию потенциального лекарственного вещества в ведущих мировых журналах по медицинской химии, внимательно прочитать ее и досконально разобраться в ее содержании. Во-вторых, необходимо подготовить презентацию и краткий доклад по теме данной статьи для представления на Литературной конференции (описание терапевтической задачи, медхимической цели работы, используемого соединения-лидера, особенностей его оптимизации, биотестирования и полученных авторами результатов).

---

## КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ МГУ

---

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**(М-СПК-3) Способность выбирать обоснованные подходы к анализу связи структуры и активности и конструированию структур с заданной физиологической активностью с учетом доступной информации об их действии в организме**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Специализированная** компетенция выпускника программы специалитета по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** основные естественнонаучные дисциплины в рамках образовательной программы бакалавра; изучение дисциплин данного модуля опирается, главным образом, на теоретических знаниях в области органической химии, неорганической химии и аналитической химии, а также на практических навыках в области аналитической и органической химии.
- **УМЕТЬ:** пользоваться химической литературой и современными интернет-ресурсами.
- **ВЛАДЕТЬ:** базовыми навыками работы с компьютерными программами.

•

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (М-СПК-3) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения	Критерии и показатели оценивания результатов обучения					Оценочные средства
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ЗНАТЬ: основные приемы анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера <b>Код 31(М-СПК-3)</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных приемах анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера	В целом успешные, но не систематические представления об основных приемах анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления об основных приемах анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера	Сформированные представления об основных приемах анализа закономерностей «структура – активность» в рядах аналогов соединения-лидера	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование на экзамене
УМЕТЬ: ориентироваться в многообразии биологических мишеней <b>Код У1(М-СПК-3)</b>	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения ориентироваться в многообразии биологических мишеней	В целом успешное, но не систематическое умение ориентироваться в многообразии биологических мишеней	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения ориентироваться в многообразии биологических мишеней	Сформированное умение ориентироваться в многообразии биологических мишеней	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование

						вание на эк- замене
УМЕТЬ: устанавли- вать взаимо- связь между хи- мической струк- турой лекарст- венного препара- та и его биологиче- ской мишенью <b>Код У2(М-СПК-3)</b>	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения устанавли- вать взаимосвязь между химической структурой лекар- ственного препара- та и его биологиче- ской мишенью	В целом успешное, но не систематическое умение устанавливать взаимосвязь между химической структу- рой лекарственного препарата и его био- логической мишенью	В целом успешное, но содержащее отдельные пробле- мы использования умения устанавли- вать взаимо- связь между хи- мической струк- турой лекарст- венного препарата и его биологиче- ской мишенью	Сформированное уме- ние устанавливать взаимосвязь между химической структу- рой лекарственного препарата и его био- логической мишенью	Контрольные работы, прак- тические контрольные задания, ре- фераты. Форма про- верки – уст- ное собеседо- вание на эк- замене
ВЛАДЕТЬ: основ- ными теоретиче- скими положен- иями о взаимо- связи структуры лекарства и его биологической мишени <b>Код В1(М-СПК-3)</b>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навы- ков работы с основ- ными теоретиче- скими положения- ми о взаимосвязи структуры лекарст- ва и его биологиче- ской мишени	В целом успешное, но не систематическое применение навыков работы с основными теоретическими по- ложениями о взаимо- связи структуры ле- карства и его биологиче- ской мишени	В целом успешное, но содержащее отдельные пробле- мы применения навыков работы с основными теоретиче- скими положениями о взаимосвязи структуры лекар- ства и его биоло- гической мишени	Успешное и система- тическое применение навыков работы с ос- новными теоретиче- скими положениями о взаимосвязи структу- ры лекарства и его биологической мише- ни	Контрольные работы, прак- тические контрольные задания, ре- фераты. Форма про- верки – уст- ное собеседо- вание на эк- замене

### ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ У ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Итоговый контроль сформированности компетенции – государственный экзамен, ВКР  
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) согласно учебному плану: экзамен



---

КАРТА КОМПЕТЕНЦИИ ВЫПУСКНИКА ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ МГУ

---

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**(М-СПК-4) Способность к поиску и анализу научной информации по медицинской химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Специализированная** компетенция выпускника программы специалитета по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы магистратуры, должен:

- **ЗНАТЬ:** основные естественнонаучные дисциплины в рамках образовательной программы бакалавра; изучение дисциплин данного модуля опирается, главным образом, на теоретических знаниях в области органической химии, неорганической химии и аналитической химии, а также на практических навыках в области аналитической и органической химии.
- **УМЕТЬ:** пользоваться химической литературой и современными интернет-ресурсами.
- **ВЛАДЕТЬ:** базовыми навыками работы с компьютерными программами.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (М-СПК-4) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения	Критерии и показатели оценивания результатов обучения					Оценочные средства
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
ЗНАТЬ: основные принципы представления научных результатов <b>Код 31(М-СПК-4)</b>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных принципах представления научных результатов	В целом успешные, но не систематические представления об основных принципах представления научных результатов	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления об основных принципах представления научных результатов	Сформированные представления об основных принципах представления научных результатов	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование на экзамене
УМЕТЬ: собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований <b>Код У1(М-СПК-4)</b>	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований	В целом успешное, но не систематическое умение собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований	Сформированное умение собирать, обрабатывать информацию и представлять результаты исследований	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование на эк-

						замене
ВЛАДЕТЬ: основными навыками анализа и представления научной информации <b>Код В1(М-СПК-4)</b>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа и представления научной информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа и представления научной информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа и представления научной информации	Успешное и систематическое применение навыков анализа и представления научной информации	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование на экзамене
ВЛАДЕТЬ: основными навыками представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций <b>Код В2(М-СПК-4)</b>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций	Успешное и систематическое применение навыков представления полученных результатов исследования в виде отчетов и научных публикаций	Контрольные работы, практические задания, рефераты. Форма проверки – устное собеседование на экзамене

#### ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ У ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Итоговый контроль сформированности компетенции – государственный экзамен, ВКР  
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) согласно учебному плану: экзамен