

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный университет имени  
М.В.Ломоносова"  
Химический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

\_\_\_\_\_ /Лунин В.В./

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"Бионеорганическая химия"**  
**Направление подготовки 04.06.01**  
**«Химические науки»**  
**Направленность (профиль)**  
**«Медицинская химия»**  
**специальность по перечню ВАК 02.00.16**

Квалификация (степень) выпускника  
аспирант

Форма обучения очная

Москва  
2014

Программа дисциплины "Бионеорганическая химия" составлена в соответствии с требованиями ОС МГУ к структуре и результатам освоения основных образовательных программ аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки», а также задачами, стоящими перед Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова по реализации Программы развития МГУ.

Спецкурс «Бионеорганическая химия» для аспирантов включает описание основных закономерностей природных биохимических процессов с участием металлов и их соединений на молекулярном уровне, общих и наиболее важных закономерностей химических процессов с участием металлопротеинов в биологических системах, участия ионов и комплексов металлов в метаболизме, взаимодействия металлов с биомолекулами. Отдельный раздел посвящен направленному созданию биологически активных соединений и биосовместимых материалов на основе металлов и их соединений, применению соединений металлов в медицине, биокаatalизе, биотехнологии, токсичности металлов и их соединений. Наряду с классическими данными о структуре и функционировании металлопротеинов и применении соединений металлов в качестве лекарственных препаратов, в спецкурс включены достижения последних лет в области биометаллоорганической химии.

**Цели и задачи освоения дисциплины:** обретение обучающимися комплексных профессиональных *компетенций*, (знаний и навыков) в области методов природных биохимических процессов с участием металлов и их соединений на молекулярном уровне, применению соединений металлов в медицине.

#### 1. Код и наименование дисциплины

«Бионеорганическая химия» в составе «Дисциплин по выбору аспиранта, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности»

#### 2. Место дисциплины в структуре ООП (относится к базовой или вариативной части ООП или является факультативом) и тип дисциплины по характеру её освоения.

Вариативная часть ООП, тип дисциплины «д» - дисциплина (модуль), которую учащийся может освоить на выбор из списка предложенных (электив) и не обязательно в период обучения, отмеченный в базовом учебном плане.

#### 3. Уровень высшего образования

Аспирантура

#### 4. Год и семестр (триместр) обучения

1 или 2 год обучения, 2, 3 или 4 семестры (по выбору аспиранта), предпочтительно – 3 семестр

**5. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (54 часов занятия лекционного типа, 10 часов занятия семинарского типа), 44 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.**

Вид работы	Всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>64</b>
лекции	54
семинары	10
<b>Лабораторные работы (ЛР)</b>	<b>0</b>

<b>Самостоятельная работа</b>	<b>44</b>
<b>Вид итогового контроля</b>	зачёт

## 6. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

### знать

Основные закономерности природных биохимических процессов с участием металлов и их соединений, понимать общие и наиболее важные закономерности химических процессов с участием металлопротеинов в биологических системах, участия ионов и комплексов металлов в метаболизме, применения соединений металлов в медицине, токсичности металлов и их соединений;

### уметь

различать главные металлопротеины и основные процессы с их участием; различать их структуру и механизм действия в зависимости от природы металла; определять типы физиологически активных и токсичных соединений металлов. искать и анализировать информацию о структуре, функции и механизме действия металлопротеинов и лекарственных препаратах на основе соединений металлов;

### владеть

Современными синтетическими методами в области органической и элементоорганической химии, физико-химическими методами исследования, способностью различать природу биохимических процессов с участием металлов, ответственных за ключевые метаболические пути, и молекулярный механизм их действия.

**иметь опыт работы с химической литературой.**

<b>Формируемые компетенции (код компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
УК-1	З (УК-1) -1, У (УК-1) -2
УК-2	З (УК-2) – 1
ОПК-1	З (ОПК-1)-1
ОПК-2	З (ОПК-2)-1, З (ОПК-2)-2, У (ОПК-2) -2
ОПК-3	З (ОПК-3)-1, З (ОПК-3)-2
ПК-15	З (ПК-15)-1

## 7. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные требования:

Курс общей органической химии, курс химии элементоорганических соединений, практикум по органической химии, физико-химические методы исследования структуры органических соединений.

## 8. Формат обучения Очный

## 9. Содержание дисциплины, виды учебных занятий и формы их проведения

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	
1	Роль металлов в биологических процессах. Эндогенные	6	6	0	6

	биолиганды.				
2	Металлопротеины. Структура и механизм действия. Железо, цинк и медь-зависимые белки.	14	14	2	14
3	Молибден, никель, кобальт, марганец в биологических системах.	4	4	0	4
4	Движение молекул через мембрану. Системы транспорта.	2	2	0	2
5	Органические реакции с участием металлопротеинов.	8	8	2	8
6	Применение соединений металлов в медицине.	16	16	6	16
7.	Токсичность соединений металлов.	2	2	0	2
8.	Итоговая контрольная	2			

**10.** Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**Основная литература**

1. Биометаллоорганическая химия. Под ред. Ж.Жауэна М., БИНОМ, 2009.
2. Биологическая неорганическая химия. Под ред. И.Бертини. Изд. БИНОМ. М., 2013, в 2-х томах. Перевод с англ. под ред. Н.Т.Кузнецова, Е.Р.Милаевой, К.Ю.Жижина. 1097 с. I.Bertini, H.B. Gray, E.I. Stiefel, J.S. Valentine, Biological Inorganic Chemistry, University Science Books, 2007.
3. Ю.В.Чистяков. Основы бионеорганической химии. М.: Химия, Колос, 2007, 539 с.
4. S.J. Lippard, J.M. Berg. Principles of Bioinorganic Chemistry. University Science Books. 1994.
5. Medicinal Inorganic Chemistry. Eds. J.L.Sessler, S.R.Doctrow, т. J.McMurry, S. J. Lippard. Acad. Press. 2004.
6. Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry, H.-B. Kraatz, N. Metzler-Nolte (Eds), John Wiley and Sons, 2006.
7. W. Kaim, B. Schwederski Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life. John Wiley and Sons, 1994.
8. Cowan JA: Inorganic Biochemistry: An Introduction, 2nd Ed. John Wiley and Sons; 1996.
9. R.M. Roat-Malone, Bioinorganic Chemistry: A Short Course, Wiley-Interscience, 2002.
10. J.J.R. Frausto da Silva, R.J.P. Williams, The biological chemistry of the elements: The inorganic chemistry of life, 2nd Edition, Oxford University Press, 2001.
11. Physical Methods in Bioinorganic Chemistry, L. Que, Jr., (Ed.), University Science Books, 2000.
12. Handbook of Metalloproteins, Albrecht Messerschmidt, Robert Huber, Thomas L. Poulos, and Karl Wieghardt (Eds.), John Wiley & Sons, Ltd., (2001).
13. Metal Ions in Biological Systems. Eds. A.Sigel, H.Sigel. Marcel Dekker, Inc., New York. 1980-2005.
14. Ю.В.Чистяков. Химия элементов в биологических системах. Изд-во ИГХТУ. 2004.
15. Organometallic Compounds in the Environment. Ed. P. J. Craig. Longman. 1986.
16. Неорганическая биохимия (под ред. Г.Эйхгорна).- М.: Мир, 1978. ТТ. 1, 2.
17. Glossary of Terms Used in Bioinorganic Chemistry. IUPAC Recommendation 1997. Pure & Appl. Chem. 1997. Vol. 69, N 6, pp. 1251-1303.

### **Дополнительная литература.**

1. В. Keppler. Metal Complexes in Cancer Chemotherapy. N.Y., 1993.
2. R.R. Crichton, R.J. Ward. Metal-based Neurodegeneration. From Molecular Mechanisms to Therapeutic Strategies. John Wiley & Sons, Chichester, 2006.
3. Биохимия человека. Под ред. Р.Марри, Д.Греннера, П.Мейеса, В.Родуэлла. Изд. «Мир». Москва, 2004.
4. J. M. Berg. S.J. Lippard . Bioinorganic chemistry. Current Opinion in Chemical Biology. 2004, Vol. 8, Iss. 2, pp. 160-161.
5. Ленский, А. С. Биофизическая и бионеорганическая химия: Учебное пособие для вузов / А. С. Ленский, И. Ю. Белавин, С. Ю. Былинкин. - М.: Медицинское информационное агентство, 2008. - 416 с.

### **Периодическая литература:**

*Журналы: Journal of Biological Inorganic Chemistry, Journal of Inorganic Biochemistry, Bioinorganic Chemistry & Applications, Dalton Trans., Journal of Organometallic Chemistry, Applied Organometallic Chemistry, Journal of Medicinal Chemistry.*

### **11. Форма промежуточной аттестации**

зачёт

### **Фонд оценочных средств (Приложение)**

А) Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина и их «карты»

Б) Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

В) Система оценивания: балльно-рейтинговая система

Общее количество баллов: 4 x 50 = 200 баллов

Каждая контрольная по 50 баллов

### **12. Ресурсное обеспечение**

А) Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы

Лекции: традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций; лекции проблемного характера,

Образовательные технологии:

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса,
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ, институтов РАН и мировых научных школ.

### **13. Язык преподавания**

Русский

**14. Преподаватели:** Доктор химических наук, профессор, Милаева Елена Рудольфовна, кафедра медицинской химии и тонкого органического синтеза химического факультета МГУ, e-mail: milaeva@med.chem.msu.ru, телефон (495)939-38-64.

**А) Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина и их «карты»**

УК-1, УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-15

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях**

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ**

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры.

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

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

**ЗНАТЬ:** основные методы научно-исследовательской деятельности.

**УМЕТЬ:** выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач

**ВЛАДЕТЬ:** навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>ЗНАТЬ:</b> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код: З (УК-1) -1</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных
<p><b>УМЕТЬ:</b> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов</p> <p>Код: У (УК-1) -1</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов

<p>УМЕТЬ: при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>Код: З (УК-1) -2</p>	Отсутствие умений	Частично освоенное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	Сформированное умение при решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код: В (УК-1) -1</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Код: В (УК-1) -2</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач.



Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**УК-2: Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Универсальная** компетенция выпускника программы аспирантуры.

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

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

**ЗНАТЬ:** основные методы научно-исследовательской деятельности.

**УМЕТЬ:** уметь анализировать факты и явления, составлять рабочие планы, аргументированно излагать собственную точку зрения.

**ВЛАДЕТЬ:** базовыми навыками планирования научно-исследовательской деятельности

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (УК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения* (показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ:	Отсутствие зна-	Фрагментарные	Неполные представления о	Сформированные, но со-	Сформированные

методы научно-исследовательской деятельности Код 3 (УК-2) - 1	ний	представления о методах научно-исследовательской деятельности	методах научно-исследовательской деятельности	держачие отдельные проблемы представления о методах научно-исследовательской деятельности	систематические представления о методах научно-исследовательской деятельности
УМЕТЬ: планировать комплексные научные исследования, оптимизировать затраты на их проведение, координировать проведение НИР в рамках междисциплинарных проектов Код У (УК-2) - 1	Отсутствие умений	Допускает множественные ошибки при составлении планов научных исследований по направленности подготовки	Умение самостоятельно планировать научные исследования только по направленности подготовки без оптимизации затрат на их проведение	Умение самостоятельно планировать научные исследования только по направленности подготовки с оптимизацией затрат на их проведение, умение координировать работу профессионального коллектива по решению задач НИР	Умение самостоятельно планировать комплексные научные исследования по направленности подготовки и в смежных областях, оптимизировать затраты на их проведение, координировать проведение НИР
ВЛАДЕТЬ: навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития Код: В (УК-2) - 1	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития	Успешное и систематическое применение навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, возникающих в науке на современном этапе ее развития
ВЛАДЕТЬ: технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение технологий планирования в профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные проблемы применение технологий планирования в профессиональной дея-	Успешное и систематическое применение технологий планирования в профессиональной дея-

Код В (УК-2) - 2				тельности	тельности
------------------	--	--	--	-----------	-----------

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-1: владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области химии и смежных наук, способностями к освоению известных и к разработке новых методов исследования, к их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

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

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

**ЗНАТЬ:** цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов; этические нормы поведения личности, особенности работы научного коллектива в области химии и смежных наук.

**УМЕТЬ:** составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты

**ВЛАДЕТЬ:** систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме под руководством более квалифицированного специалиста.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-1) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), Код	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> основные современные экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования, используемые при решении профессиональных задач  Код 3 (ОПК-1)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных современных экспериментальных и расчетно-теоретических методах исследования, используемых при решении профессиональных задач	Неполные представления об основных современных экспериментальных и расчетно-теоретических методах исследования, используемых при решении профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных современных экспериментальных и расчетно-теоретических методах исследования, используемых при решении профессиональных задач	Сформированные систематические представления об основных современных экспериментальных и расчетно-теоретических методах исследования, используемых при решении профессиональных задач
<b>ЗНАТЬ:</b> основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций  Код 3 (ОПК-1)-2	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных принципах организации работы в коллективе, отсутствие представлений о способах разрешения конфликтных ситуаций	Неполные представления об основных принципах организации работы в коллективе, общие представления о способах разрешения конфликтных ситуаций	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных принципах организации работы в коллективе, конкретные представления о способах разрешения конфликтных ситуаций	Сформированные систематические представления об основных принципах организации работы в коллективе и способах разрешения типичных неконструктивных предконфликтных и конфликтных ситуаций
<b>УМЕТЬ:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические ме-	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчет-	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать эксперименталь-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и использовать эксперимен-	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические ме-

тоды исследования Код: У (ОПК-1)-1		но-теоретические методы для решения научной задачи	ные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	тальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	тоды для решения научной задачи
УМЕТЬ: планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива Код: У (ОПК-1)-2	Отсутствие умений	Фрагментарное использование разделения научной работы на составные части, отсутствие умения оптимизировать распределение обязанностей между членами команды	В целом успешное, но не систематическое использование умения планировать научную работу и формировать команду с адекватным распределением обязанностей между членами коллектива	Сформированное умение составления плана научной работы, схем взаимодействия при решении исследовательских и практических задач с оценкой их сильных и слабых сторон, но наличие определенных затруднений с формированием команды	Сформированное умение составления плана научной работы с выделением параллельно и последовательно выполняемых стадий с оптимальным распределением обязанностей между членами коллектива
ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов Код: В (ОПК-1) -1	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
ВЛАДЕТЬ: организаторскими способностями, навыками планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива Код: В (ОПК-1) -2	Отсутствие навыков	Слабо выраженные организаторские способности, преимущественно подчиненное положение в команде, наличие исполнительских навыков	Слабо выраженные организаторские способности, наличие внутренних стимулов к организации работы в исследовательском коллективе	Выраженные организаторские способности, но отсутствие достаточных практических навыков планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива	Явно выраженные лидерские качества и организаторские способности, наличие опыта планирования и распределения работы между членами исследовательского коллектива
ВЛАДЕТЬ: навыками коллективного	Отсутствие навыков, по-	Фрагментарное применение навыков	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное применение навыков кол-	Успешное и систематическое применение

обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде Код: В (ОПК-1) -3	вышенная конфликтность	коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, ограниченные возможности согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	применение навыков коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, отсутствие опыта согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	лективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, наличие опыта согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде	навыков коллективного обсуждения планов работ, получаемых научных результатов, согласования интересов сторон и урегулирования конфликтных ситуаций в команде
---	------------------------	---	--	---	--

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-2: владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий**

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

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

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

- **ЗНАТЬ:** цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, основные источники научной информации, требования и нормы информационно-коммуникационной безопасности
- **УМЕТЬ:** проводить поиск и первичный анализ литературных данных с использованием информационно-коммуникационных технологий

- **ВЛАДЕТЬ:** углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ с использованием информационно-коммуникационных технологий.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-2) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), Код	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности Код 3 (ОПК-2)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
<b>ЗНАТЬ:</b> основы правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности и патентной деятельности Код 3 (ОПК-2)-2	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о правовой охране результатов интеллектуальной деятельности и патентной деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о правовой охране результатов интеллектуальной деятельности и патентной деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о правовой охране результатов интеллектуальной деятельности и патентной деятельности	Сформированные представления о правовой охране результатов интеллектуальной деятельности и патентной деятельности
<b>УМЕТЬ:</b> применять новейшие информационно-коммуникационные технологии при решении задач	Отсутствие умений	Допускает множественные ошибки при применении новейших информационно-	Допускает ошибки при применении новейших информационно-коммуникационных	Не оптимальным образом использует новейшие информационно-коммуникационные технологии при реше-	Умеет использовать новейшие информационно-коммуникационные технологии при ре-

<p>профессиональной деятельности в области химии и смежных наук</p> <p>Код У (ОПК-2) -1</p>		<p>коммуникационных технологий в практической деятельности</p>	<p>технологий при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>нии задач профессиональной деятельности в области химии и смежных наук</p>	<p>шении задач профессиональной деятельности в области химии и смежных наук</p>
<p>УМЕТЬ: выявить изобретение или иной объект патентного права в результатах проводимых им научных исследований в области химии, осуществлять патентный поиск, подготовить заявку на изобретение</p> <p>Код У (ОПК-2) -2</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Допускает множественные ошибки при осуществлении патентной деятельности</p>	<p>Допускает ошибки на отдельных этапах патентной деятельности</p>	<p>Не умеет оптимизировать патентную деятельность</p>	<p>Умеет выявить изобретение, осуществить патентный поиск, подготовить заявку на изобретение</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: культурой научного исследования с соблюдением правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p> <p>Код: В (ОПК-2) -1</p>	<p>Отсутствие представлений о правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p>	<p>Множественные нарушения правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p>	<p>Отдельные нарушения правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p>	<p>Допускает несущественные нарушения правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p>	<p>Отсутствие нарушений правовых, этических и технических норм осуществления профессиональной деятельности</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе, с использованием новейших информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>Код: В (ОПК-2) -2</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации</p>



Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ОПК-3:** способность профессионально излагать результаты своих исследований и представлять их в виде научных публикаций и презентаций, готовность соблюдать нормы научной этики и авторских прав

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Общепрофессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

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

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

**ЗНАТЬ:** общие требования к представлению информационных материалов; иметь представление об авторском праве

**УМЕТЬ:** представлять полученные результаты научному сообществу

**ВЛАДЕТЬ:** базовыми навыками представления результатов научно-исследовательских работ

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ОПК-3) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций), Код	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5

<p><b>ЗНАТЬ:</b> нормы научной этики и авторские права</p> <p>Код З (ОПК-3)-1</p>	Отсутствие знаний	Имеет общие представления об авторском праве	Знает нормы научной этики, может перечислить авторские права, но допускает многочисленные ошибки при их практическом использовании	Знает нормы научной этики, может перечислить авторские права, но допускает отдельные ошибки при их практическом использовании	Уверенно оперирует в профессиональной деятельности понятиями результатов интеллектуальной деятельности, знает особенности исключительных прав и основы правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности
<p><b>ЗНАТЬ:</b> требования к содержанию и формату представления результатов научных исследований разным категориям пользователей</p> <p>Код З (ОПК-3)-2</p>	Отсутствие знаний	Имеет общие представления о требованиях к содержанию и формату представления результатов научных исследований на научных конференциях и в периодических научных изданиях	Знает конкретные требования к содержанию и формату представления результатов научных исследований по выбранной направленности, но затрудняется объяснить, как реализовать их на практике	Знает требования к содержанию и формату представления результатов научных исследований на научных конференциях, в периодических научных изданиях и представителям коммерческих структур, но затрудняется в формулировке последовательности действий	Знает требования к содержанию и формату представления результатов научных исследований на научных конференциях, в периодических научных изданиях и представителям коммерческих структур
<p><b>УМЕТЬ:</b> представлять результаты научных исследований представителям научного и бизнес сообществ</p> <p>Код У (ОПК-3) -1</p>	Отсутствие умений	Для представления результатов научных исследований прибегает к помощи членов научного коллектива	Умеет представлять результаты научных исследований узкому кругу специалистов	Умеет представлять результаты научных исследований в виде публикаций и докладов на научных и научно-практических конференциях	Умеет представлять результаты научных исследований в виде публикаций в высокорейтинговых журналах; умеет показать перспективы коммерциализации научных разработок
<b>ВЛАДЕТЬ:</b>	Отсутствие	Фрагментарное при-	В целом успешное, но	В целом успешное, но	Успешное и система-

<p>навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности с соблюдением норм научной этики и авторских прав</p> <p>Код: В (ОПК-3) -1</p>	навыков	менение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности с множественными нарушениями авторских прав	не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности с соблюдением норм научной этики и авторских прав	содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности с соблюдением норм научной этики и авторских прав	тическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности с соблюдением норм научной этики и авторских прав
--	---------	---	---	---	---

Код и название КОМПЕТЕНЦИИ:

**ПК-15: способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности (направленности) 02.00.16 Медицинская химия**

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ:

**Профессиональная** компетенция выпускника программы аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

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

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

- **ЗНАТЬ:** фундаментальные основы органической и медицинской химии, а также основные тенденции их развития.
- **УМЕТЬ:** составлять отчёты о научно-исследовательской работе, включающие обзор литературы, экспериментальную часть и обсуждение результатов
- **ВЛАДЕТЬ:** базовыми теоретическими представлениями и методами исследований в медицинской химии.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (ПК-15) И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ**

<b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> современное состояние науки в области медицинской химии  Код 3 (ПК-15)-1	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области медицинской химии	Неполные представления о современном состоянии науки в области медицинской химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области медицинской химии	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области медицинской химии
<b>ЗНАТЬ:</b> нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР Код 3 (ПК-15)-2	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР
<b>ЗНАТЬ:</b> требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях по медицинской химии  Код 3 (ПК-15)-3	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях по медицинской химии	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях по медицинской химии	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях по медицинской химии	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях по медицинской химии

<p>УМЕТЬ: представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Код У(ПК-15)-1</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированное умение использовать методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях
<p>УМЕТЬ: готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области медицинской химии</p> <p>Код: У (ПК-15)-2</p>	Отсутствие умений	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по поручению научного руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов, а также оформлять проект согласно установленным требованиям	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям
<p>УМЕТЬ: представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу</p> <p>Код: У (ПК-15)-3</p>	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу; определять целевые группы и форматы продвижения результатов собственной научной деятельности
<p>ВЛАДЕТЬ: методами планирования,</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение методов пла-	В целом успешное, но не систематическое приме-	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое применение ме-

<p>подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (научной специальности) 02.00.16 Медицинская химия Код В (ПК-15)-1</p>		<p>нирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных</p>	<p>нение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных</p>	<p>пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам НИР</p>	<p>тодов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР</p>
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки 02.00.16 Медицинская химия Код: В (ПК-15)-2</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки</p>

**Б) Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

Образцы оценочных средств:

- **Контрольные работы**

Примеры контрольных работ.

Вопросы текущего контроля освоения дисциплины, учитывающие формируемые знания, умения и владения

1. Каково строение карбоангидразы и карбоксипептидазы и механизм их каталитического действия ?
2. Две наиболее распространенные Fe-содержащие простетические группы.
3. Сидерофоры. Строение и механизм связывания металла.
4. Стадии биосинтеза гема.
5. Цитохром с оксидаза. Электронтранспортная цепь. Роль меди в действии цитохром с оксидазы.
6. Биохимия фиксации атмосферного азота. Нитрогеназа.
7. Схема действия калиево-натриевого насоса.
8. Соединения бора в БНЗТ.
9. Соединения металлов как противоопухолевые лекарственные препараты.
10. Контрастные реагенты на основе гадолиния, марганца.