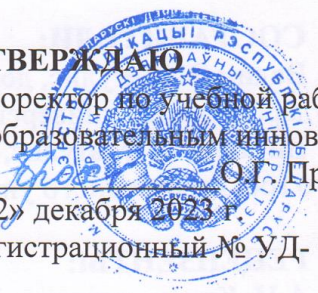


Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

 О.Г. Прохоренко

«22» декабря 2023 г.

Регистрационный № УД- 1047 /м.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МОЛЕКУЛ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0531-01 Химия

профилизация:

Химический дизайн новых материалов

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 7-06-0531-01-2023, типового учебного плана №7-06-05-001/пр., утвержденного 17.11.2022 г., учебного плана М44-5.5-04/уч. от 29.12.2022 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Вадим Э. Матулис, доцент кафедры неорганической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Виталий Э. Матулис, доцент кафедры неорганической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.И. Кулак, директор Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор

Ю.В. Григорьев, заведующий лабораторией химии конденсированных сред Учреждения БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», кандидат химических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой неорганической химии
(протокол № 5 от 4 декабря 2023 г.).

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 21.12.2023 г.)

Зав.кафедрой _____

Свиридов Д.В.

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

_____ О.Г. Прохоренко

«22» декабря 2023 г.

Регистрационный № УД- 1047 /м.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ МОЛЕКУЛ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0531-01 Химия

профилизация:

Химический дизайн новых материалов

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 7-06-0531-01-2023, типового учебного плана №7-06-05-001/пр., утвержденного 17.11.2022 г., учебного плана М44-5.5-04/уч. от 29.12.2022 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Вадим Э. Матулис, доцент кафедры неорганической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Виталий Э. Матулис, доцент кафедры неорганической химии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.И. Кулак, директор Государственного научного учреждения «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси», член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор

Ю.В. Григорьев, заведующий лабораторией химии конденсированных сред Учреждения БГУ «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», кандидат химических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой неорганической химии
(протокол № 5 от 4 декабря 2023 г.).

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 4 от 21.12.2023 г.)

Зав.кафедрой _____ Свиридов Д.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель дисциплины – сформировать у магистрантов представления о современных квантово-химических методах расчета молекул и моделирования химических реакций.

Задачи дисциплины – знакомство студентов с современными методами моделирования строения и реакционной способности молекул и развитие представлений о границах применимости различных квантово-химических методов. От студента требуется не только усвоение теоретических вопросов, но и умение решать конкретные задачи с использованием программных пакетов для квантово-химических расчетов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с углубленным высшим образованием.

Учебная дисциплина «Компьютерное моделирование строения и реакционной способности молекул» для специальности 7-06-0531-01 Химия, профилизации «Химический дизайн новых материалов» входит в модуль «Компьютерная химия» государственного компонента.

Дисциплина «Компьютерное моделирование строения и реакционной способности молекул» предназначена для изучения во втором семестре.

Дисциплина может быть прочитана после изучения таких общих дисциплин, как «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Квантовая химия и строение молекул».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Компьютерное моделирование строения и реакционной способности молекул» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций, предусмотренных образовательным стандартом углубленного высшего образования по специальности 7-06-0531-01 Химия, профилизации «Химический дизайн новых материалов»:

УПК-2. Применять методы химической информатики, молекулярной динамики, компьютерного и математического моделирования для обоснованного описания структуры и свойств химических систем и их поведения в химических процессах.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- современные расчетные методы квантовой химии (неэмпирические, полуэмпирические и DFT);
- стандартные базисные наборы, используемые при проведении неэмпирических и DFT расчетов;
- методы учета электронной корреляции;
- методы учета влияния растворителя;

уметь:

- с использованием программных пакетов для квантово-химических расчетов выполнять оптимизацию геометрии молекул;
- рассчитывать индексы реакционной способности молекул;
- рассчитывать структуры переходных состояний химических реакций;

владеть:

- методологией расчета молекулярных свойств, термодинамических и кинетических характеристик химических реакций;
- современными программными пакетами для квантово-химических расчетов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во втором семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Компьютерное моделирование строения и реакционной способности молекул» отведено:

для очной формы получения высшего образования – 94 часа, в том числе 44 аудиторных часа, из них: лекции – 20 часов, из них 4 часа – дистанционное обучение, практические занятия – 20 часов, из них 16 часов – дистанционное обучение, управляемая самостоятельная работа – 4 часа в форме дистанционного обучения.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Программные пакеты для квантово-химических расчетов структуры и свойств молекулярных систем. Сравнение возможностей расчетных и экспериментальных методов изучения структуры и реакционной способности молекул.

Тема 2. Основные этапы выполнения неэмпирических и полуэмпирических расчетов

Подготовка входного задания к программным пакетам для проведения квантово-химических расчетов. Ключевые слова, управляющие работой программы для квантово-химических расчетов (задание метода расчета и базисного набора, вычисление энергии, оптимизация геометрии, расчет зарядов на атомах, спектров, учет влияния растворителя). Сведения о заряде, мультиплетности, стартовых геометрических параметрах молекулы для входного задания. Z-матрица. Примеры входных заданий для программного пакета Gaussian. Анализ результатов расчетов. Структура текстовых output-файлов. Программные пакеты, позволяющие обрабатывать и визуализировать результаты расчетов. Примеры output-файлов программного пакета Gaussian и визуализация результатов с помощью GaussView.

Раздел 3. Оптимизация геометрии

Поверхность потенциальной энергии двухатомных молекул, точки минимумов и максимумов, градиент энергии, частоты нулевых колебаний. Оптимизация геометрии многоатомных молекул к минимуму, верификация типа стационарной точки. Оптимизация геометрии переходного состояния, верификация типа стационарной точки и проверка соответствия найденной структуры переходному состоянию в конкретной химической реакции. Сканирование поверхности потенциальной энергии. Примеры входных заданий и output-файлов программного пакета Gaussian.

Тема 3.1. Поверхность потенциальной энергии двухатомных молекул, точки минимумов и максимумов, градиент энергии, частоты нулевых колебаний.

Тема 3.2. Оптимизация геометрии многоатомных молекул к минимуму, верификация типа стационарной точки. Сканирование поверхности потенциальной энергии.

Раздел 4. Расчеты методом молекулярных орбиталей

Волновая функция молекулы в однодетерминантном приближении. Приближение МО ЛКАО. Орбитальные энергии и коэффициенты молекулярных орбиталей. Графическое представление молекулярных орбиталей. Малликовские заряды на атомах. Стандартные базисные наборы гауссовских функций (минимальные, валентно-расщепленные, базисные наборы с поляризаци-

онными и диффузными функциями, базисные наборы с эффективным потенциалом). Примеры входных заданий и output-файлов программного пакета Gaussian.

Тема 4.1. Волновая функция молекулы в однодетерминантном приближении. Приближение МО ЛКАО.

Тема 4.2. Стандартные базисные наборы гауссовских функций.

Раздел 5. Проблема выбора метода квантово-химических расчетов

Характеристика полуэмпирических методов. Ограничения метода Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы Post-SCF: конфигурационного взаимодействия и многоконфигурационного ССП (CISD, CISDT, CISDTQ, full CI и MCSCF), теория возмущений Меллера-Плессета MPn. Теория функционала плотности (DFT). Примеры входных заданий для программного пакета Gaussian. Затраты компьютерного времени при расчетах разными методами.

Тема 5.1. Характеристика полуэмпирических методов.

Тема 5.2. Ограничения метода Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы Post-SCF. DFT.

Раздел 6. Распределение электронной плотности в молекулах

Анализ NBO. Делокализация π -электронов. Способы определения энергии делокализации π -электронов. Локализованные молекулярные орбитали. Молекулярные электростатические потенциалы. Графическое представление распределения молекулярного электростатического потенциала при помощи программного пакета GaussView.

Тема 6.1. Анализ NBO. Делокализация π -электронов. Способы определения энергии делокализации π -электронов.

Тема 6.2. Графическое представление распределения молекулярного электростатического потенциала при помощи программного пакета GaussView.

Раздел 7. Исследование химических реакций

Принципы расчета термодинамических характеристик методами квантовой химии. Сродство к электрону. Потенциал ионизации. Кислотность и основность в газовой фазе. Расчеты тепловых эффектов химических реакций. Изодесмические реакции. Расчеты энтальпии образования вещества. SCRF модели растворителя. Расчеты энергии активации химических реакций.

Тема 7.1. Принципы расчета термодинамических характеристик методами квантовой химии. Сродство к электрону. Потенциал ионизации. Кислотность и основность в газовой фазе. Расчеты тепловых эффектов химических реакций. Изодесмические реакции. Расчеты энтальпии образования вещества.

Тема 7.2. SCRF модели растворителя. Расчеты энергии активации химических реакций.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение	2						Собеседование
2.	Основные этапы выполнения неэмпирических и полуэмпирических расчетов	2	2					Собеседование
3.	Оптимизация геометрии	2	4				2	
3.1	Поверхность потенциальной энергии двухатомных молекул, точки минимумов и максимумов, градиент энергии, частоты нулевых колебаний	2	2					Собеседование
3.2	Оптимизация геометрии многоатомных молекул к минимуму, верификация типа стационарной точки. Сканирование поверхности потенциальной энергии		2 (ДОТ)				2 (ДОТ)	Контрольная работа
4.	Расчеты методом молекулярных орбиталей	4	4					
4.1	Волновая функция молекулы в однодетерминантном приближении. Приближение МО ЛКАО	2	2 (ДОТ)					Тест

4.2	Стандартные базисные наборы гауссовских функций	2	2 (ДОТ)					Контроль- ная работа
5.	Проблема выбора метода квантово-химических расчетов	4	2				2	
5.1	Характеристика полуэмпирических методов	2 (ДОТ)	2 (ДОТ)					Собеседо- вание
5.2	Ограничения метода Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы Post-SCF. DFT	2					2 (ДОТ)	Контроль- ная работа
6.	Распределение электронной плотности в молекулах	2	4					
6.1	Анализ NBO. Делокализация π -электронов. Способы определения энергии делокализации π -электронов	2 (ДОТ)	2 (ДОТ)					Тест
6.2	Графическое представление распределения молекулярного электростатического потенциала при помощи программного пакета GaussView		2 (ДОТ)					Собеседо- вание
7.	Исследование химических реакций	4	4					
7.1	Принципы расчета термодинамических характеристик методами квантовой химии. Сродство к электрону. Потенциал ионизации. Кислотность и основность в газовой фазе. Расчеты тепловых эффектов химических реакций. Изодесмические реакции. Расчеты энтальпии образования вещества	2	2 (ДОТ)					Тест
7.2	SCRF модели растворителя. Расчеты энергии активации химических реакций	2	2 (ДОТ)					Контроль- ная работа
	Итого	20	20				4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Матулис Вадим Э., Матулис Виталий Э., Ивашкевич О.А. Прикладная квантовая химия: учебное пособие. Минск: БГУ, 2007.
2. Liu, S. Conceptual Density Functional Theory, 2 Volume Set: Towards a New Chemical Reactivity Theory. Wiley, 2022.
3. Кларк Т. Компьютерная химия. М.: Мир, 1990.
4. Foresman J.B., Frisch A. Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods. Gaussian; 3rd edition, 2015.

Перечень дополнительной литературы

5. Барановский В.И., Квантовая механика и квантовая химия.— Лань, 2019.
6. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела. М.: Лаборатория знаний, 2021.
7. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. — М.: Мир, 2001.
8. Бейдер Р. Атомы в молекулах: Квантовая теория. М.: Мир, 2001.
9. Mulliken R.S. Electron Population Analysis on LCAO-MO Molecular Wave Functions // J. Chem. Phys. — 1955. — Vol. 23. — P. 1833-1840.
10. Mulliken R.S. Electron Population Analysis on LCAO-MO Molecular Wave Functions. II. Overlap Populations, Bond Orders and Covalent Bond Energies // J. Chem. Phys. — 1955. — Vol. 23. — P. 1841-1846.
11. Alcamí M., Mó O., Yáñez M. A Molecular Orbital Study of Azole-Li⁺ Complexes // J. Phys. Chem. - 1989. - Vol. 93. - P. 3929-3936.
12. Alcamí M., Mó O., Yáñez M. Enhanced Al⁺ Binding Energies of Some Azoles. A Theoretical Study of Azole-X⁺ (X = Na, K, Al) Complexes // J. Phys. Chem. - 1992. - Vol. 96. - P. 3022-3029.
13. Chen Z.X., Xiao J.M., Chiu Y.N. Studies on Heats of Formation for Tetrazole Derivatives with Density Functional Theory B3LYP Method // J. Phys. Chem. A. — 1999. — Vol. 103, N 40. — P. 8062-8066.
14. Gonzalez C., Schlegel H.B. Reaction Path Following in Mass-Weighted Internal Coordinates // J. Phys. Chem. — 1990. — Vol. 94. — P. 5523-5527.
15. Pranata J. Ab initio Study of the Base-Catalyzed Hydrolysis of Methyl Formate // J. Phys. Chem. — 1994. - Vol. 98. - P. 1180-1184.
16. Williams I.H., Spangler D., Femec D.A. Theoretical Models for Transition-State Structure and Catalysis in Carbonyl Addition // J. Am. Chem. Soc. — 1980. - Vol. 102. - P. 6619-6621.
17. Williams H.I., Spangler D., Femec D.A. Theoretical Models for Solvation and Catalysis in Carbonyl Addition // J. Am. Chem. Soc. — 1983. - Vol. 105. - P. 31-40.
18. Wong M.W., Frisch M.J., Wiberg K.B. Solvent Effects. 1. The Mediation of Electrostatic Effects by Solvent // J. Am. Chem. Soc. — 1991. — Vol. 113. — P. 4776-4782.

19. Matulis Vadim E., Lyakhov A.S., Gaponik P.N., Voitekhovich S.A., Ivashkevich O.A. 1,5-Diamino-1H-1,2,3,4-tetrazolium picrate: X-ray molecular and crystal structure and ab initio MO calculations // *J. Mol. Struct.* – 2003. – Vol. 649. – P. 309-314.
20. Halauko Y.S., Matulis Vadim E., Ivashkevich O.A., Grigoriev Y.V., Gaponik P.N. DFT calculations of CH acidity of substituted triazoles and experimental study of their ability to undergo mercuration // *Tetrahedron.* – 2010. – Vol. 66. – P. 3415-3420.
21. V. A. Budevich, S. V. Voitekhovich, A. V. Zuraev, Vadim E. Matulis, Vitaly E. Matulis, A. S. Lyakhov, L. S. Ivashkevich, O. A. Ivashkevich / Mesoionic tetrazolium-5-aminides: Synthesis, Molecular and Crystal Structures, UV-Vis Spectra, and DFT Calculations // *Beilstein J. Org. Chem.* – 2021. – Vol. 17. – P. 385-395.
22. S. V. Voitekhovich, A. S. Lyakhov, L. S. Ivashkevich, Vadim E. Matulis, Y. V. Grigoriev, J. Klose, B. Kersting, O. A. Ivashkevich / 5-Amino-2-isopropenyltetrazole and its Cupric Chloride Complex: Synthesis, Structure and Magnetism // *Z. Anorg. Allg. Chem.* – 2022. – Vol. 648. – P. e202200213 (1-9).
23. E. Y. Grigoryev, I. M. Grigorieva, A. S. Lyakhov, L. S. Ivashkevich, Vadim E. Matulis, L. G. Lavrenova, S. V. Voitekhovich, Y. V. Grigoriev / 2,6-Di(1H-tetrazol-1-yl)pyridine and its cupric chloride complex // *Z. Anorg. Allg. Chem.* – 2023 – Vol. 649. – P. e202200290.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Учебным планом по направлению специальности: 7-06-0531-01 Химия, профилизации «Химический дизайн новых материалов» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Компьютерное моделирование строения и реакционной способности молекул» рекомендован экзамен.

Для текущей оценки достижений и контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- выполнение тестовых заданий;
- письменные контрольные работы по отдельным темам;
- собеседование по отдельным темам;
- сдача экзамена по учебной дисциплине.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию (точки контроля):

- выполнение теста – 25 %;
- выполнение письменных контрольных работ – 25 %;
- собеседование по отдельным темам – 25%;
- ответы на практических занятиях – 25 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) – 50 % и экзаменационной отметки – 50 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема: Оптимизация геометрии молекул. Сканирование поверхности потенциальной энергии

Задание 1. Построить ППЭ двухатомной молекулы. Определить энергию диссоциации D_e и D_0 .

Задание 2. Выполнить сканирование ППЭ многоатомной молекулы вдоль внутренней координаты. Установить тип стационарных точек.

Перечень средств диагностики:

1. Выполнение заданий на СДО <https://educhem.bsu.by>
2. Контрольная работа

Тема: **Ограничения метода Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы Post-SCF. DFT.**

Задание 1. Выполнить расчеты энергий гомолитического разрыва связей различными методами.

Задание 2. Выполнить расчеты тепловых эффектов химических реакций различными методами.

Перечень средств диагностики:

1. Выполнение заданий на СДО <https://educhem.bsu.by>
2. Контрольная работа

Примерная тематика практических занятий

1. Построение Z-матрицы и использование программного пакета GaussView для подготовки входного задания. Структура текстовых output-файлов.
2. Поверхность потенциальной энергии двухатомных молекул, точки минимумов и максимумов, градиент энергии, частоты нулевых колебаний.
3. Оптимизация геометрии многоатомных молекул к минимуму и седловой точке, верификация типа стационарной точки.
4. Графическое представление молекулярных орбиталей. Малликовские заряды на атомах.
5. Исследование влияния вида и величины базисного набора на результаты квантовохимических расчетов.
6. Расчеты характеристик молекул и тепловых эффектов реакций полуэмпирическими методами.
7. Способы определения энергии делокализации π -электронов. Локализованные молекулярные орбитали.
8. Графическое представление распределения молекулярного электростатического потенциала при помощи программного пакета GaussView.
9. Расчеты тепловых эффектов химических реакций. Изодесмические реакции. Расчеты энтальпии образования вещества.
10. SCRF модели растворителя. Расчеты энергии активации химических реакций.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются *эвристический и практико-ориентированный подходы*, которые предполагают:
- демонстрацию многообразия решений профессиональных задач;

- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности;
- освоение содержания образования через решения практических задач.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск и обзор литературы и электронных источников по заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- решение задач, предлагаемых на практических занятиях;
- подготовка к практическим семинарским занятиям; – научно-исследовательские работы;
- составление моделей и проведение расчетов.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Программные пакеты для квантово-химических расчетов структуры и свойств молекулярных систем. Сравнение возможностей расчетных и экспериментальных методов изучения структуры и реакционной способности молекул.
2. Ключевые слова, управляющие работой программы для квантово-химических расчетов. Z-матрица.
3. Оптимизация геометрии молекул к минимуму, верификация типа стационарной точки. Локальный и глобальный минимумы на ППЭ.
4. Оптимизация структуры переходного состояния, верификация типа стационарной точки. Сканирование поверхности потенциальной энергии.
5. Волновая функция молекулы в однодетерминантном приближении..
6. Приближение МО ЛКАО. Орбитальные энергии и коэффициенты молекулярных орбиталей. Графическое представление молекулярных орбиталей. ВЗМО и НСМО.
7. Минимальные и валентно-расщепленные базисные наборы. Базисные наборы с поляризационными и диффузными функциями. Базисные наборы с эффективным потенциалом.
8. Ограничения метода Хартри-Фока. Электронная корреляция и методы Post-SCF.
9. Маллиkenовские заряды на атомах.
10. Способы определения энергии делокализации π -электронов.

11. Графическое представление распределения молекулярного электростатического потенциала при помощи программного пакета GaussView.
12. Принципы расчета термодинамических характеристик методами квантовой химии.
13. Кислотность и основность в газовой фазе. Расчеты тепловых эффектов химических реакций.
14. Расчеты энтальпии образования вещества. Изодесмические реакции.
15. Моделирование процессов в растворах.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы синергетики	Кафедра неорганической химии	Отсутствуют	Утвердить согласование без внесения изменений (протокол № 5 от 4 декабря 2023 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 20_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
