

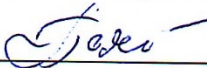
Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 15.07.2025 11:44:21
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf39f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП:

 П.М. Пахомов

14 мая 2025

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
Имитационные методы моделирования

Направление подготовки
04.04.01 химия

Направленность (профиль)
Физическая химия

Для магистрантов 1 курса очной формы обучения

Составитель: д.х.н., профессор Виноградова М.Г.

Тверь, 2025

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является: познакомить студентов с основными идеями и методами математического моделирования и их применением в различных областях химии и химических приложений с учетом основных требований информационной безопасности, а также способности к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- -освоение методов моделирования молекулярных систем,
- -понимание места теоретических подходов в решении конкретных физико-химических задач в материаловедении, биофизических приложениях, нанотехнологии.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Имитационные методы моделирования» входит в Элективные дисциплины 2 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина «Имитационные методы моделирования» занимает важное место в процессе подготовки, поскольку, с одной стороны, ее можно отнести к категории мировоззренческих, она призвана сформировать представление о единой физической, химической и информационной картине мира, значении физико-химических и информационных процессов в соответствующих областях человеческой деятельности, а также о существующих научных методах их описания. С другой стороны, она служит основой для практического освоения стандартных и специализированных информационных технологий, необходимых для решения стандартных задач профессиональной деятельности, в том числе для эффективного поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации.

Предварительные знания и навыки:

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания и навыки, полученные в ходе освоения общего материалов первых учебных семестров, Практическое владением компьютерными навыками и работе в сети Интернет.

Дальнейшее использование:

Полученные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки используются в научно-исследовательской работе, учебной и производственной практике, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины:

6 зачетных единиц, **216** академических часа, **в том числе:**

контактная аудиторная работа: лекции **15** часов, лабораторные работы - **45** часов, в т. ч. лабораторная практическая подготовка - **45** часов;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы **10** часов;

самостоятельная работа: **119** часов, контроль – **27** часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Семестр
ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.	1
ОПК-2 Способен выбрать методы сбора вычисленных данных и обработки	ОПК-2-1 имитация стационарных процессов и процессов вероятностных – стохастических. ОПК-2-1 выборочные средине, их надежность на интервале значений существенных переменных.	1,2
ОПК-3 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-3.1. Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук; ОПК-3.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.	1,2

5. Форма промежуточной аттестации и семестр проведения:
экзамен во 2-м семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа, в том числе контроль (час.)
		Лекции	Семинарские/ Практические занятия/ Лабораторные работы (оставить нужное)	Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)	
1	2	3	4	5	6
1. Введение. Компьютерное моделирование физико-химических систем методами подобия (имитации)	14	-	8	4.5	1.5
2. Типы открытых, закрытых и замкнутых физико-химических систем	13	2.5	5	3	3
3.Элементы . физико-химических систем: Атомы, , химические связи ,молекулы, агрегаты. Макромолекулы, гели и сетки. Третичные структуры белков, клеточные мембраны. Низкомолекулярные компоненты химических систем.	28	6	17	1.5	4
4.Пользовательские интерфейсы компьютерных программ . Графические и текстовые интерфейсы	17	10	2.5	3.5	2.5
5. Силы в физико-химических системах, существенные переменные.	9	1	4	1.5	2.5
6. Химическая связь. Межмолекулярные взаимодействия	10	2.5	4	2.5	1
7. Целевые функции в физико-химических системах и процессах	11.5	2.5	4	2.5	2.5
Итого 1 семестр:	102	17	50	19	17
8.Компьютерная сборка системы. Химические реакции и синтез и их компьютерная имитация..	10	1	1.5	4	3
9. Основы химии твердого тела.	4	1	-	2	1

10. Периодические граничные условия в компьютерном моделировании.	5	1	2	1	1
11. Геометрические характеристики элементов физико-химических систем их точность в расчете и эксперименте.	9	1	3	3	2,5
12. Наглядность систем при их представлении на экране компьютера Вывод изображений отдельных компонент систем и манипулирование.	11	1	5	2	2,5
13. Автоматический конформационный анализ полимеров.	13	1	5	4,5	3
14. Белки и ДНК. Мутации. Вторичные и третичные структуры	11	1	5,5	3	2
15. Динамическое поведение физико-химических систем. Временные масштабы процессов.	15	1	5,5	5,5	3
16. Временные масштабы процессов. доступные в методах молекулярной динами и броуновской динамики.	13	1	5,5	4	2
17. Концепция псевдоатомов, фантомных химических связей, т.н. радиусы обрезки потенциалов межмолекулярного взаимодействия	14	1	6	4	3
18. Масштабы систем рассчитываемых но параллельных суперкомпьютерах	5	1	1	2	2
19. Точности расчетов в сравнении с экспериментом	3			3	
Итого 2 семестр:	114	42	40	38	26
ИТОГО:	216	28	92	57	43

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
---	-------------	----------------------------

1. Введение. Компьютерное моделирование физико-химических систем методами подоби́я (имитации)	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
2. Типы открытых, закрытых и замкнутых физико-химических систем	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
3. Элементы . физико-химических систем: Атомы, , химические связи ,молекулы, агрегаты. Макромолекулы, гели и сетки. Третичные структуры белков, клеточные мембраны. Низкомолекулярные компоненты химических систем	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

4. Пользовательские интерфейсы компьютерных программ . Графические и текстовые интерфейсы.	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
5. Силы в физико-химических системах, существенные переменные Строение атома.	• лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
6. Химическая связь. Межмолекулярные взаимодействия	• лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
7. Целевые функции в физико-химических системах и процессах	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

8. Компьютерная сборка системы. Химические реакции и синтез и их компьютерная имитация...	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
9. Основы химии твердого тела.	• лекция • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
10. Периодические граничные условия в компьютерном моделировании Водород.	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
11. Геометрические характеристики элементов физико-химических систем их точность в расчете и эксперименте	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

12. Наглядность систем при их представлении на экране компьютера Вывод изображений отдельных компонент систем и манипулирование .	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • цифровые (показ презентаций)
13. Автоматический конформационный анализ полимеров .	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
14. Белки и ДНК. Мутации. Вторичные и третичные структуры	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
15. Динамическое поведение физико-химических систем. Временные масштабы процессов .	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии

16. Временные масштабы процессов. доступные в методах молекулярной динами и броуновской динамики.	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
17. Концепция псевдоатомов, фантомных химических связей, т.н. радиусы обрезки потенциалов межмолекулярного взаимодействия	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
18. . Масштабы систем рассчитываемых на параллельных суперкомпьютерах	• лекция • лабораторная работа в химической лаборатории • решение задач и упражнений • проверка домашних заданий	• традиционные (фронтальная лекция, решение упражнений), • информационные (показ презентаций) • технология исследовательской деятельности (химический эксперимент) • технология модульного и блочно-модульного обучения • здоровьесберегающие технологии
19. Курсовая работа по дисциплине «Имитационные методы моделирования»	• написание и оформление курсовой работы	• технология исследовательской деятельности

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

Все модули имеют результатом:

расчетные значения заданных физико-химических величин и графические зависимости и отличаются по сложности.

Критерии оценивания: оцениваются баллами, выставляемыми преподавателем. В состав оценки входит компонента навыков владения компьютером и технической документацией, при выполнении поставленного задания. Все модули описаны в источнике 2 основного списка литературы. Этот практикум выдается магистрантам на первом занятии и рассчитан на использование лицензионного программ, развернутых в составе Электронная образовательная среда ТВГУ, в компьютерном классе 3В.

- Оценочный модуль 1
Начиная Предмет имитационного моделирования
- Оценочный модуль 2
Основы рисования и методы редактирования
- Оценочный модуль 3
Создание малых молекул в 2-D и 3-D изображении
- Оценочный модуль 4
Перемещение, вращение и масштабирование молекул
- Оценочный модуль
Измерение структурных характеристик
- Оценочный модуль 6
Создание полипептида
- Оценочный модуль 7 .
Выбор и демонстрация структурных элементов молекулы
- Оценочный модуль 8
Работа с макромолекулами
- Оценочный модуль 9
Минимизация энергии системы
- Оценочный модуль 10
Моделирование динамики и состояния равновесия
- Оценочный модуль 11
Расчёт молекулярных орбиталей
- Оценочный модуль 12
Взаимодействие воды с N-метилаце-тамидом
- Оценочный модуль 13 .
Электронные свойства белков
- Оценочный модуль 14
Протонирование воды
- Оценочный модуль 15
Молекулярные колебания и переходные состояния аммиака
- Оценочный модуль 16
Низшее возбужденное электронное состояние этилена
- Оценочный модуль 17
Конформационный анализ n-бутана
- Оценочный модуль 18
Описание разделов и команд меню пакета HyperChem – 8

Edit Commands– команды раздела [Редактирование]

Build Commands– команды раздела [Построить]

Select Commands– команды раздела [Выбрать]

- Оценочный модуль 19

Дополнительные программы для имитационного моделирования

V. Практическая направленность курса.

По согласованию с научным руководителем выпускной работы осуществляется выбор темы и задач с таким расчетом, что полученные результаты используются в выпускной работе магистранта.

а) Основная литература:

1. Каймин В. А., Информатика: Учебник/ 6-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 285 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-010876-6
<http://znanium.com/go.php?id=542614>
2. Б.Н.Клюшник и Ю.Г. Папулов, Квантовая механика и квантовая химия. Практикум. Тверской гос. университет, 2014. Номер гос.регистрации электронного издания 0321304993, 2014
3. Hyper Chem Release 7 and 8 Hypercube, Inc. 2002 . 2011/ Manual. Tools for molecular Modeling
4. Spyridon Avramiotis and Georgios Tsapalis Using computer simulations in chemistry problem solving // Chemistry Education Research and Practice, Iss3, 2013
5. С. В. Звонарев ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО Моделирования / Учебное пособие/ Уральский федеральный университет. 124 с, 2019
6. Клинов А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7882-0774-2. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/62483.html>

б) Дополнительная литература:

1. Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: учебник / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович, Н.В. Еремеева. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - 208 с. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02417-7; То же

2. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453028>
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ИЗОМЕРОВ X-, XY-, XYZ-И XYZU-ЗАМЕЩЕННЫХ АЛЛЕНА D 2 d И АДДИТИВНЫЕ СХЕМЫ РАСЧЕТА ЭНТАЛЬПИЙ ИСПАРЕНИЯ, Д.Ю. Нилов, В.М. Смоляков - Журнал физической химии, 2015, стр.63-72

2) Программное обеспечение

- а) Лицензионное программное обеспечение
 - Электронная образовательная среда ТВГУ
<https://www.tversu.ru/informatisation/>
 - Origin Pro
 - HyperChem Pro. HyperCube Inc.
 - Microsoft Office
 - б) Свободно распространяемое программное обеспечение
 - Chem Office 7.0 2002
 - ISISTM/Draw 2.4 2001
 - Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
- 3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
- Международная база данных белков [Protein Data Bank](https://www.rcsb.org/)
- 4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
- Электронная образовательная среда ТВГУ
<https://www.tversu.ru/informatisation/>
 - Техническая и учебная литература on-line используемого программного обеспечения, учебные материалы и средства учета на “облачном хранилище” с общим для учебной группы доступом в режиме редактирования.

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины:

Учебная программа:

I. СХЕМЫ РАСЧЕТА СВОЙСТВ В РЯДУ ИЗОМЕРОВ ЗАМЕЩЕНИЯ, РОДСТВЕННЫХ БАЗИСНОМУ СОЕДИНЕНИЮ

- Электронная образовательная среда ТВГУ
<https://www.tversu.ru/informatisation/>
- Университетский центр Интернет

- Компьютерная класс с 10 объединенными в сеть компьютерами со средствами мультимедиа

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел III. Объем дисциплины.	Откорректированы академические часы лекций и практических занятий согласно учебному плану на 2021-2022 уч. год	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.			