

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Смирнов Сергей Николаевич

Должность: врио ректора

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Дата подписания: 16.09.2022 15:38:33

Уникальный программный ключ:

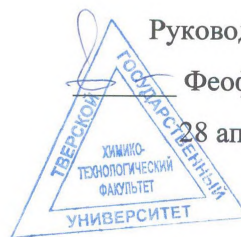
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

28 апреля 2021 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Физико-химические модели

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Перспективные материалы: синтез и анализ

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Павлов А.С. _____

Тверь, 2021

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является: дать специалистам углубленное изучение основных принципов феноменологической теории и показать ее плодотворность при решении задач расчета и прогнозирования физико-химических свойств веществ, необходимых для практики и не изученных экспериментально.

Задачами освоения дисциплины являются: научить студентов строить аддитивные схемы и применять их при расчетах и прогнозировании физико-химических свойств веществ.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физико-химические модели» входит в Элективные дисциплины 3 Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Требуемый уровень подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины «Физико-химические модели»: *иметь представление* об основных законах физической химии, *знать* математику и физику (в пределах общих курсов, изучаемых химиками).

3. Объем дисциплины: 5 зачетных единиц, 180 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции 22 часа, лабораторные работы 44 часа;

контактная внеаудиторная работа: контроль самостоятельной работы – 40 часов;

самостоятельная работа: 47 часов, контроль – 27 часов.

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

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

специалистом более высокой квалификации	ПК-1.3 Готовит объекты исследования
ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных) ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:
экзамен в 8-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 (час.)	Контроль
		Лекции	Лабораторные занятия	Контроль самостоятельной работы		
1 Топология и теория графов в расчетах свойств гетеросистем.		10	18	16	20	10
2 Корреляции «структура молекулы с гетероатомом – свойство» на основе топологических индексов и КХП матриц смежности молекулярных графов		12	26	24	27	17
Итого	180	22	44	40	47	27

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Топология и теория графов в расчетах свойств гетеросистем.	<ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Лабораторные занятия • Контроль самостоятельной работы 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, проверка домашнего задания) • цифровые (показ презентаций, проведение лабораторных работ,) • групповая работа • модульная работа

<p>Корреляции «структура молекулы с гетероатомом – свойство» на основе топологических индексов и КХП матриц смежности молекулярных графов</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Лекции • Лабораторные занятия • Контроль самостоятельной работы 	<ul style="list-style-type: none"> • традиционные (фронтальная лекция, проверка домашнего задания) • цифровые (показ презентаций, проведение лабораторных работ,) • групповая работа • модульная работа
---	---	---

IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

№	Результат (индикатор)	Вид работы / способ	Критерии оценивания
1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2	<p>вид: выполнение работ лабораторного практикума</p> <p>способ: традиционный – решение задач по поиску корреляционных соотношений с регрессионным графиком</p> <p>результаты: углубленная проработка темы</p> <p>Выполнение лабораторных работ является <i>необходимым, но не достаточным</i> условием получения положительной оценки</p>	<p>20 баллов</p> <p>Выполнение 1 лабораторной работы – 2 балла</p>
2		<p>вид: выполнение самостоятельной работы</p> <p>способ: на компьютере</p> <p>результаты: 1. обзор темы своей научной работы, методики и объектов исследования, представленный в виде презентации 2. список патентов по заданной теме, осуществленный по базам данных, оформленный в соответствии с требованиями.</p>	<p>10 баллов – отчет по самостоятельной работе за семестр представлен в виде презентации, оформлен по требованиям, содержит информацию по всем заданиям;</p> <p>8 баллов – отчет по самостоятельной работе за семестр представлен в виде презентации, оформлен по требованиям, содержит информацию более 3/4 от всех заданий;</p> <p>6 баллов – отчет по самостоятельной работе за семестр оформлен не в соответствии с требованиями, содержит информацию более 3/4 от всех заданий;</p> <p>4 балла – отчет по самостоятельной работе за семестр оформлен не в соответствии с требованиями, содержит информацию более 2/4 от всех заданий;</p>

	Выполнение самостоятельной работы по индивидуальной теме является <i>необходимым, но не достаточным</i> условием получения положительной оценки	2 балла – отчет по самостоятельной работе за семестр не полон (представлено менее 2/4 от всех заданий), не оформлен в соответствии с требованиями; 0 баллов – задания не выполнены, отчет не представлен.
3	вид: контрольная работа № 1 контрольная работа № 2 способ: традиционный результаты: оформленные по заданию бумажные бланки с решениями	10 баллов 10 баллов
4	Посещаемость	10 баллов (1 балл - 6 академических часов)
	Итого:	60 баллов
МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ		
<p><i>Своевременное выполнение лабораторных, контрольных и самостоятельной работ, посещение занятий и работа на них обучающегося (по итогам текущего контроля успеваемости) позволяют набрать студенту бакалавриата необходимое количество баллов для положительной оценки. В противном случае на экзамен выносятся невыполненные элементы текущего контроля успеваемости.</i></p>		

Шкала оценивания выполнения индикаторов:

Индикатор считается выполненным, если либо ко времени промежуточной аттестации обучающийся набрал как минимум пороговое количество баллов в результате текущего контроля за те виды активности (самостоятельная, модульные и лабораторные работы), которые отвечают за данный индикатор.

Шкала и критерии выставления оценок за дисциплину:

Шкала и критерии выставления оценок по дисциплине описаны в локальной нормативной документации Тверского государственного университета (Положение о рейтинговой системе обучения студентов ТвГУ). Положительная оценка может быть выставлена только в том случае, если выполнены все индикаторы.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. 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>

2. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов / А.Ю. Закгейм. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Логос, 2012. — 304 с. — (Новая университетская библиотека). — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988>

б) Дополнительная литература:

1. Белашенко Д.К. Компьютерные методы в физике и физической химии [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Д.К. Белашенко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 109 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56068.html>

2. Хельтзе Х. Зиппль В. Молекулярное моделирование: теория и практика: учебное пособие / Х.-. Хельтзе, В. Зиппль, Д. Роньян, Г. Фолькерс. — 2-е изд. (эл.). — М.: Лаборатория знаний, 2015. — 322 с. — ISBN 978-5-9963-2401-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66153>

3. Улитин Н.В. Методы моделирования кинетики процессов синтеза и молекулярно-массовых характеристик полимеров [Электронный ресурс] : монография / Н.В. Улитин, К.А. Терещенко. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 232 с. — 978-5-7882-1663-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62196.html>

2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Office профессиональный плюс 2013
- Microsoft Windows 10 Enterprise

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

- Google Chrome
- ISIS Draw 2.4 Standalone
- MarvinSketch 5.2.4

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Электронная образовательная среда ТвГУ <http://lms.tversu.ru>
- Научная библиотека ТвГУ <http://library.tversu.ru>
- Сайт о химии <http://www.xumuk.ru/>

- Сайт разработки программного обеспечения AIMALL
<http://aim.tkgristmill.com>
- Сайт химического факультета МГУ
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html>
- База данных электронного строения <http://aquila.tversu.ru>
- Открытая база данных химических соединений и их термодинамических свойств <https://webbook.nist.gov/>
- База данных спектральных характеристик органических соединений
https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

1. Учебная программа

I. Топология и теория графов в расчетах свойств гетеросистем.

Конструирование топологических индексов алканов и молекул, содержащих гетероатом. Корреляционные зависимости «свойство вещества – топологический индекс». Регрессионный анализ зависимостей «свойства вещества – ТИ графа молекулы» двухпараметровыми функциями. Расчет энтальпий образования аминов, силанов с использованием топологических индексов на основе матриц смежности и матриц расстояний химических графов.

II. Корреляции «структура молекулы с гетероатомом – свойство» на основе топологических индексов и КХП матриц смежности молекулярных графов.

Построение аддитивной схемы для молекулы с гетероатомом на основе коэффициентов характеристических полиномов матрицы смежности химических графов. Расчет физико-химических свойств молекулы с гетероатомом с использованием коэффициентов характеристических полиномов квадрата матрицы смежности химических графов. Расчет энтальпий образования свободных радикалов по аддитивной схеме, с учетом ближайшего окружения атомов. Расчет энтальпий образования свободных радикалов по аддитивной схеме в третьем приближении. Расчет энтальпий образования молекулы с гетероатомом с использованием коэффициентов характеристических полиномов матриц смежности химических графов и топологических индексов Винера, Балабана, МТИ, Харари и др.

2. Методические указания по подготовке к выполнению лабораторных работ

При построении курса на передний план выступает не сумма знаний (количество передаваемой информации), а сама *концепция предмета, его внутренняя логика, связь между разделами* и др.

На лабораторных занятиях разбираются *ключевые* (узловые) вопросы предмета, причем нужно добиваться их глубокого знания и понимания. Важно практиковать *активные формы обучения* (деловые и инновационные игры, дискуссии, тренинг, мозговая атака и т.д.), широкое использование ЭВМ (например, методы компьютерной графики) и других технических средств (молекулярные модели, видеозаписи лекций преподавателя и т.п.). Полезно

затрагивать крупнейшие достижения в данной области, еще не вошедшие в монографии и учебники (принцип опережающего обучения).

На лабораторных занятиях время от времени проводятся также небольшие контрольные работы (из 3-4 вопросов) по закреплению лекционного материала. Результаты работ учитываются при рейтинг-контроле.

3. Темы лабораторных работ.

1. Конструирование топологических индексов алканов и молекул, содержащих гетероатом.
2. Корреляционные зависимости «свойство вещества – топологический индекс».
3. Расчет энтальпий образования аминов, силанов с использованием топологических индексов матриц смежности химических графов.
4. Регрессионный анализ зависимостей «свойства вещества – ТИ графа молекулы» двухпараметровыми функциями.
5. Расчет энтальпий образования алканов с использованием топологических индексов на основе матриц смежности и матриц расстояний химических графов.
6. Построение аддитивной схемы для молекулы с гетероатомом на основе коэффициентов характеристических полиномов матрицы смежности химических графов.
7. Расчет физико-химических свойств молекулы с гетероатомом с использованием коэффициентов характеристических полиномов квадрата матрицы смежности химических графов.
8. Расчет энтальпий образования аминов и радикалов с использованием коэффициентов характеристических полиномов матрицы смежности химических графов.
9. Расчет энтальпий образования свободных радикалов по аддитивной схеме, с учетом ближайшего окружения атомов.
10. Расчет энтальпий образования свободных радикалов по аддитивной схеме в третьем приближении.
11. Расчет энтальпий образования молекулы с гетероатомом с использованием коэффициентов характеристических полиномов матриц смежности химических графов и топологических индексов Винера, Балабана, МТИ, Харари и др.

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Естественно, не все вопросы учебной программы включаются в лекции и лабораторные работы. Некоторые из них выносятся на самостоятельную работу такого рода – студент готовит небольшой реферат по заданной теме и нередко выступает с ним перед аудиторией.

Самостоятельное изучение дисциплины целесообразно начинать, ознакомившись с программой дисциплины и требованиями к минимуму содержания, знаниям и умениям по данной дисциплине.

Изучая дисциплину, необходимо добиться полного усвоения ее теоретических основ, научиться применять теоретические знания для решения практических задач. Содержание незнакомых терминов, встретившихся в процессе освоения учебного материала, можно выяснить при помощи справочной литературы. Более сложные вопросы уточняются на консультациях с преподавателем кафедры.

5. Перечень основных понятий, изучение которых предусмотрено данной дисциплиной

Математическая модель.

Математическое моделирование.

Вычислительная математика.

Вычислительные методы в физике и химии.

Взаимодействия атомов.

Валентные и невалентные взаимодействия.

Атом-атомное представление.

Расчетные схемы

Замещенные метана, силана, моногермана, станнана, этана, пропана, этилена, бензола, циклопропана, кубана.

Генерирование и систематизация изомеров.

Взаимосвязь между различными схемами.

Предсказательные возможности теории.

Численные расчеты.

Метод наименьших квадратов (МНК).

Расчет и эксперимент (сопоставление данных).

6. Вопросы для самоподготовки к контрольным работам

1. Что такое математическая модель. Приведите примеры.
2. Назовите основные этапы математического моделирования.
3. Назовите вычислительные методы в физике и химии.
4. Что такое численные методы решения задач?
5. Из чего складывается общая погрешность решения задачи?
6. Подсчитайте число валентных и невалентных взаимодействий в молекулах этана и пропана (в шахматных конформациях).
7. Подсчитайте число валентных и невалентных взаимодействий в молекулах этилена и бензола.
8. Подсчитайте число валентных и невалентных взаимодействий в молекулах циклопропана и циклобутана (в последнем случае – для плоского цикла и с учетом инверсии).
9. Составьте схемы расчёта свойств X-замещённых метана и его аналогов при учете парных взаимодействий атомов. Установите число параметров схем. Оцените предсказательные возможности теории.
10. Определение параметров (в кДж/моль) МНК дает для энтальпий образования $D_f H^0_{298(T)}$ X-замещённых метана при X = D, T, F, Cl:

$$\Delta_f H^0 \text{Cn}_{4-l} \text{D}_l = -74,829 - 4,409 l + 0,094 l^2 \quad (l = 0, 1, 2, 3, 4);$$

$$\Delta_f H^0 \text{Cn}_{4-l} \text{T}_l = -74,897 - 3,851 l + 0,086 l^2 \quad (l = 0, 1, 2, 3, 4);$$

$$\Delta_i H^0 \text{CH}_{4-l} \text{F}_l = -73,38 - 170,76 l - 11,28 l^2 \quad (l = 0, 1, 2, 3, 4);$$

$$\Delta_i H^0 \text{CH}_{4-l} \text{Cl}_l = -72,56 - 16,12 l + 2,46 l^2 \quad (l = 0, 1, 2, 3, 4).$$

Рассчитайте величины $D_i H^0_{298 (г)}$ дейтеро-, тритий-, фтор-, хлорзамещенных метана. Сопоставьте результаты расчета с экспериментом.

11. Составьте схемы расчёта свойств X-замещённых этана (в шахматных конформациях) при учете парных взаимодействий атомов. Проведите численные расчеты энтальпий образования.

12. Составьте схемы расчёта свойств X-замещённых бензола при учете парных взаимодействий атомов. Проведите численные расчеты энтальпий образования.

13. Понятие QSAR (Quantity Structure Activity Relationship)

14. Характеристики биологической активности соединений, используемые в QSAR.

15. Классификация дескрипторов.

16. Понятие молекулярных графов.

17. Дескрипторы структурной формулы. Понятие топологических индексов, индексы Рандича, Кира-Холла, Винера и др.

18. Кодирование структурных формул с помощью линейных номенклатур.

19. Дескрипторы электронной структуры молекул (заряды на атомах, электроотрицательность, квантово-химические дескриптора НОМО, LUMO)/

20. Дескрипторы молекулярной формы. Индексы Кира.

21. Константа Гаммета, константы Тафта.

22. Липофильность. Коэффициент распределения в системе октанол-воды как характеристика липофильности, $\log P$.

23. Описание стерических эффектов. STERIMOL.

24. Описание электростатических взаимодействий.

25. Описание способности соединений к образованию водородных связей.

26. Индикаторные дескрипторы.

27. Метод Ганча.

28. Метод Фри-Вильсона.

29. 3D QSAR. Метод сравнительного анализа молекулярного поля (CoMFA).

30. Статистические методы, применяемые в QSAR. Коэффициент корреляции, стандартное отклонение, критерий Фишера.

Множественная линейная регрессия. Пошаговая регрессия.

31. Искусственные нейронные сети. Использование искусственных нейронных сетей в QSAR.

7. Программа итогового экзамена по дисциплине

1. Математическая модель.

2. Математическое моделирование.

3. Методы решения задачи, к которой приводит математическая модель. Общая погрешность решения задачи.
4. Вычислительные методы в физике и химии.
5. Численные методы.
6. Молекула как система взаимодействующих атомов. Валентные и невалентные взаимодействия.
7. Атом-атомное представление (общая математическая модель).
8. Принципы построения расчетных схем.
9. Схемы расчета свойств замещенных метана и его аналогов (силана, моногермана, станнана).
10. Схемы расчета свойств замещенных этана и его аналогов.
11. Схемы расчета свойств замещенных этилена.
12. Схемы расчета свойств замещенных бензола.
13. Схемы расчета свойств замещенных циклопропана.
14. Схемы расчета свойств замещенных кубана.
15. Взаимосвязь между различными схемами.
16. Предсказательные возможности теории.
17. Численные расчеты термодинамические свойства веществ (энтальпии образования, энтропии, энергии Гиббса, теплоты испарения).
18. Адекватность математической модели. Сопоставление результатов расчета с экспериментом.

Пример экзаменационного билета

«Физико-химические модели»

Билет №

1. Топологический индекс Балабана для углеводородов. Учет гетероатомов.
2. Топологический индекс Хосойя. Графический метод
3. Рассчитайте комбинаторным методом индекс Хосойя для 2,2,4-триметил,3-этилпентана

8. Указания для обучающихся по самостоятельной работе.

Организуя свою учебную работу студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, применению изученного материала в лабораторных работах, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, предоставляемых студентам преподавателем во время занятий.

Самостоятельная работа обучающихся, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса,

формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Подготовка отчета по объекту самостоятельной работы

Оформление отчета происходит на русском языке. Каждая тема самостоятельной работы раскрыта и описана на отдельном листке формата А4, со всеми полями 2 см. шрифтом ТNR, кегль 12, с одиночным интервалом между строками. Вверху, справа фамилия, имя и группа обучающегося.

Подготовка презентации по объекту самостоятельной работы

Структура презентации.

Структура презентации должна соответствовать структуре разрабатываемой темы:

1. Титульный слайд (1 слайд).

Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название темы; план презентации (вопросы, раскрывающие тему)

2. Слайды, раскрывающие тему (9 - 10 слайдов).

Следующими слайдами должно быть содержание, где представлены основные вопросы темы. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.

3. Финальный слайд (1 слайд).

На последнем слайде должны быть выводы о проделанной работе, так же фамилия, имя, отчество студента, группа; должность, фамилия, имя, отчество преподавателя

Рекомендуемое общее количество слайдов – 10 - 12

Этапы подготовки презентации

Создание презентации состоит из следующих этапов:

I. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение темы, формирование структуры и логики подачи материала. Планирование презентации включает в себя два основных этапа:

1 – Формирование материала на русском языке

Он включает в себя самую кропотливую работу с материалом и подразделяется на:

- Определение целей.
- Сбор информации о материале.
- Определение основной идеи презентации.
- Подбор дополнительной информации.
- Планирование презентации.
- Подготовка заключения.

2 – Формирование презентации на английском языке

На данном этапе требуется внимательная работа по переводу материалов на английский язык

II. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

III. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации. Она проводится на русском языке

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

<p>Аудитория кафедры физической химии. № 408, 170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35</p>	<p>Столы, стулья, доска учебная, стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран УФ-спектрометр Specord-VIS M40, ИК-спектрометр Specord-M75, лабораторный фотоэлектрический абсорциометр-нефелометр ЛМФ-69, рефрактометр ИРФ-454 Б2М, ареометры, спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5400В, анализатор вольтамперометрический АКВ-07МК, магнитные мешалки, лабораторный кондуктометр Анион 4120, весы аналитические лабораторные ВЛ-120 и ВК-600, весы технические лабораторные ВЛТЭ-1100, дистиллятор UD-1100, сушильный шкаф, вытяжной шкаф, потенциометр постоянного тока, барометр анероид, электрическая плитка, рН-метры 410, стационарный мутномер НАСН 2100NIS, лабораторные столы, лабораторная химическая посуда, реактивы MS Office 365 pro plus – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
<p>Аудитория для лекционных, семинарских занятий, консультаций и самостоятельной работы № 209, 170002, Тверская обл., г. Тверь, просп. Чайковского, д. 70</p>	<p>Столы, стулья, кафедра, доска MS Office 365 pro plus – Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел I Аннотация.	Измены 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.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Дополнен список основной и дополнительной литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета