

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

---

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.

*Подпись*

5 октября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Введение в теорию химических реакций**

специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
направленность (профиль): Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.х.н. доц. Сорокин Н.И.

Зав. кафедрой

акад. Пармон В.Н.

Руководитель программы:

д.х.н., доц. Емельянов В.А.

Новосибирск, 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося .....	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы .....	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся .....	8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине .....	9

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<b>С-ОПК-1.</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных («в стекле» и « <i>in silico</i> ») работ химической направленности	<b>С-ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	- умеет анализировать и обобщать теоретические данные; - имеет опыт анализа постановки и результатов экспериментов по химической кинетике/химической физике
	<b>С-ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и собственных экспериментальных работ химической направленности	- анализирует результаты экспериментов/журнальных публикаций и соотносит их с основными представлениями изученных теорий; - применяет полученные знания в научно-исследовательской работе по изучению элементарного акта.
<b>С-ОПК-5.</b> Способен использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	<b>С-ОПК-5.1.</b> Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля, соблюдая нормы и требования информационной безопасности	- знает и использует основные информационные базы данных по константам элементарных реакций; - использует информационные ресурсы, стандартизирующие основные определения терминов в химии.
<b>С-ПК-1.</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>С-ПК-1.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	- выбирает последовательность действий при анализе экспериментальных данных для получения адекватного соответствия выбираемой модели
<b>С-ПК-2.</b> Способен	<b>С-ПК-2.2.</b>	- способен ставить задачи поиска и

проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных наук, способен к анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	расчета адекватных моделей элементарного акта, исходя из литературных данных; – составляет обзоры литературных результатов по тематике элементарного акта.
<b>С-ПК-3.</b> Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и/или продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>С-ПК-3.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	– критически анализирует результаты литературные данные и соотносит их с основными теоретическими представлениями; – применяет полученные знания в научно-исследовательской теоретической или экспериментальной работе по изучению элементарного акта.
	<b>С-ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	– выбирает тематику работы на основании приобретенных знаний и предсказывает перспективные направления исследований, в том числе в беседах с научным руководителем; – анализирует результаты смежных наук с целью использования аналогий при планировании химического эксперимента

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины «Введение в теорию химических реакций»:

- физика;
- строение вещества;
- химическая кинетика;
- математический анализ.

Дисциплины и практики, для изучения которых необходимо освоение дисциплины:

- Учебная практика
- Производственная практика
- ГИА

## 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма итоговой аттестации: 8 семестр – экзамен.

№	Вид деятельности	Семестр 8, час.
---	------------------	-----------------

1	Лекции	32
2	Занятия в контактной форме, из них:	36
3	аудиторных занятий	32
4	консультаций	2
5	промежуточная аттестация	2
6	Самостоятельная работа	36
7	Всего	72

Реализация дисциплины включена в практическую подготовку в ИХКГ СО РАН, МТЦ СО РАН, а также ИК СО РАН при выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

- курсовые работы;
- дипломные работы.

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

8 семестр  
Лекции (32 час.)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Раздел 1. Вариационный принцип, адиабатическое приближение, поверхности потенциальной энергии.	
Тема 1. Адиабатическое приближение. Адиабатическая теорема Эренфеста и адиабатические инварианты. Основы вариационного метода. Адиабатическое приближение. Операторы неадиабатичности. Оценка точности приближения.	2
Тема 2. Поверхности потенциальной энергии. Построение поверхности потенциальной энергии с использованием метода валентных связей. Формула Лондона.	2
Тема 3. Приближенные методы построения ППЭ. Методы Лондона-Эйринга-Поляни, Лондона-Эйринга-Поляни-Сато. Представления о модифицированном методе ЛЭПС. Основные типы поверхностей потенциальной энергии: поверхности отталкивания и поверхности притяжения. Поверхности с устойчивыми промежуточными состояниями.	2
Раздел 2. Пересечения и антипересечения ППЭ, конические пересечения.	
Тема 4. Области неадиабатичности. Пересечения и антипересечения поверхностей. Форма поверхности потенциальной энергии при столкновении трех частиц. Конические пересечения. Экспериментальные подтверждения прохождения конической области	2
Тема 5. Диагонализация гамильтониана. Приведение к главным осям. Движение изображающей точки по поверхности потенциальной энергии. Качественные предсказания: корреляционные диаграммы и "химический гистерезис" Дьюара.	2
Раздел 3. Теория активированного комплекса и принцип детального равновесия.	
Тема 6. Метод переходного состояния. Основные постулаты метода. Классическая теория. Выделение координаты реакции. Трансмиссионный коэффициент. Квантовый вариант теории	2

переходного состояния. Расчет трансмиссионного коэффициента для модельных потенциалов.	
Тема 7. Приложения метода переходного состояния. «Жесткие» и «рыхлые» активированные комплексы. Стерический фактор. Расчет стерических факторов для различных типов реагирующих частиц. Зависимость скорости реакции от изотопного состава. Описание мономолекулярных, бимолекулярных и тримолекулярных реакций.	2
Тема 8. Обращение времени и метод переходного состояния. Принцип детального равновесия и метод переходного состояния. Сечение реакции. Недостатки и ограничения метода переходного состояния. Представления о лазерном катализе.	2
Раздел 4. Статистические теории мономолекулярных реакций.	
Тема 9. Мономолекулярные реакции. Введение. Схема Линдемана. Модификация Хиншельвуда. Энергия активации и ее зависимость от давления. Сравнение теории с экспериментом.	2
Тема 10. Мономолекулярные реакции. Теория Слэтера. Основные положения и применение теории Слэтера. Зависимость энергии активации от давления.	2
Тема 11. Мономолекулярные реакции. Теория РПК. Классическая теория Касселя. Квантовый вариант теории Касселя.	2
Тема 12. Мономолекулярные реакции. Теория РПКМ. Основные постулаты теории Райса-Рамспергера-Касселя-Маркуса. Фиксированная и текущая энергия. Адиабатические степени свободы. Активные молекулы и активированный комплекс. Расчет $k_{uni}$ .	2
Тема 13. Теория РПКМ. Пределы высоких и низких давлений. Сопоставление с теорией абсолютных скоростей реакций. Расчет плотностей квантовых состояний: методы Штейна-Рабиновича, Маркуса-Райса, Виттена-Рабиновича, классический метод.	2
Раздел 5. Обмен энергией в столкновениях. Теория Ландау–Теллера.	
Тема 14. Вероятность возбуждения в теории Ландау-Теллера. Дипольное приближение. Обмен колебательной энергией в столкновениях. Метод перевала. Формула Ландау-Теллера. Приближение дышащих сфер. Сравнение с экспериментом. Нарушение принципа детального равновесия в модели Ландау-Теллера.	2
Тема 15. v-v и t-g обмен. Неадиабатичность. Случаи аномально высокой скорости колебательной релаксации: гипотеза Мура, образование комплексов. Характерные черты реакций, идущих через комплекс. Обобщение модели Ландау-Теллера на случай квазирезонансного обмена колебательной энергией. Представления об обмене поступательной и вращательной энергиями Неадиабатические реакции. Формула Ландау-Зинера. Вероятность неадиабатического перехода в столкновениях.	2
Раздел 6. Стохастические явления в элементарном акте.	
Тема 16. Общие вопросы хаоса. Приложения к элементарному акту. Эргодическая гипотеза. Интегралы движения. Фазовый портрет. Неизолирующие интегралы. Теорема КАМ. Численные эксперименты с простыми динамическими системами. Странные аттракторы и история возникновения модели Лоренца из модели Зальцмана. Бифуркации и хаос. Проявления хаоса в молекулярной спектроскопии.	2

### Самостоятельная работа студентов (36 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Самостоятельная работа во время занятий из них:	16
закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала	10
уточнение и дополнение сведений и знаний, полученных на лекциях	2
выполнение домашнего задания	2
изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	2
Самостоятельная работа во время промежуточной аттестации из них:	20
подготовка к экзамену	20

### 5. Перечень учебной литературы

1. Э.С. Медведев, В.И. Ошеров//Теория безызлучательных переходов в многоатомных молекулах. -М.: Наука, 1983. -280 с.
2. Г. Эйринг, С.Г. Лин, С.М. Лин//Основы химической кинетики. - М.: Мир, 1983. - 528 с.
3. Е.Е. Никитин//Теория элементарных атомно-молекулярных процессов в газах. -М.: Химия, 1970. - 454 с.
4. В.Н. Кондратьев, Е.Е. Никитин//Химические процессы в газах. -М.: Наука, 1981. - 262 с.
5. В.Н. Кондратьев, Е.Е. Никитин//Кинетика и механизм газофазных реакций. -М.:Наука, 1974. - 558 с.
6. Е.Е. Никитин//Теория элементарных атомно-молекулярных реакций. Часть I. Методы. Новосибирск: НГУ, 1971. - 214 с.
7. Е.Е. Никитин//Теория элементарных атомно-молекулярных реакций. Часть II. Процессы. Столкновения атомов и молекул. - Новосибирск: НГУ, 1974. - 116 с.
8. П. Робинсон, К. Холбрук//Мономолекулярные реакции. - М.: Мир, 1975. - 380 с.
9. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц // Квантовая механика. Нерелятивистская теория. -М.: Наука, 1974. - 752 с.
10. S.E. Stein, B.S. Rabinovich, J. Chem. Phys., 58(6) 2438 (1973).
11. Р. Балеску // Равновесная и неравновесная статистическая механика М., Мир, 1978
12. G. Sitja and J.P. Pique. Transition to Soft Chaos in the Vibrational Spectrum of the CS<sub>2</sub> Molecule. Phys. Rev. Lett. 73(2) 232-235 (1994).

13. H.-Y. Cheng and S. Chang. Characterisation of internal rotation of monorotor molecules via bifurcation analysis. Chem. Phys. Lett. 373, 62-66 (2003)

#### Дополнительная литература

1. А.И. Воронин, В.И. Ошеров // Динамика молекулярных реакций. М.: Наука, 1990. - 422 с.

2. В.И. Арнольд. Математические методы классической механики. М. Наука. 1976, Эдиториал УРСС, 2000.

3. R.D. Levin, R.B. Bernshtein // Molecular Reaction Dynamics and Chemical Reactivity. - Oxford University Press, 1987.

4. S. Glasstone, K.J. Laidler, H. Eiring//The Theory of Rate Processes. McGraw-Hill, 1941.

5. D. Babikov , B.K. Kendrick, R.B. Walker, R. Schinke, R.T Pack Quantum origin of an anomalous isotope effect in ozone formation// Chem. Phys. Lett., 372 686–691 (2003)

6. G. Halósz, A. Vibok, A.M. Mebel, M, Baer. A survey of ab initio conical intersections for the H + H<sub>2</sub> system.// J. Chem. Phys., 118 (7) 3052-3065 (2003).

7. I.B. Bersuker. Modern Aspects of the Jahn-Teller Effect: Theory and Applications To Molecular Problems.// Chem. Rev., 101, 1067-1114 (2001)

#### **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся**

Нет

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

##### **7.1 Ресурсы сети Интернет**

При освоении дисциплины «Введение в теорию химических реакций» используются следующие ресурсы:

- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- MIT OpenCourseWare.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем осуществляется с использованием электронных средств коммуникации по договоренности со студентами.

##### **7.2 Современные профессиональные базы данных:**

- National Institute of Standards and Technology (NIST) <https://www.nist.gov/data>
- Jet Propulsion Laboratory <https://spec.jpl.nasa.gov/>
- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Электронные ресурсы International Union of Pure & Applied Chemistry (IUPAC)
- Электронные ресурсы American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы American Institute of Physics (AIP)



- Электронные ресурсы American Physical Society (APS)
- Электронные ресурсы Annual Reviews Science Collection (AR)
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень программного обеспечения**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для прохождения практики не требуется.

### **8.2 Информационные справочные системы**

Не используются.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для реализации дисциплины «Введение в теорию химических реакций» используется площадка ИХКГ СО РАН - учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации;

Учебная аудитория укомплектована специализированными техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации с возможностью подключения к сети «Интернет».

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Перечень результатов обучения по дисциплине «Введение в теорию химических реакций» и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

### **10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине «Введение в теорию химических реакций» осуществляется по мере изучения материала при обсуждении ключевых вопросов, которые ставит преподаватель на лекции для определения уровня подготовки студентов по изучаемой теме с целью коррекции способа и стиля изложения, что позволяет преподавателю составить предварительное мнение о студентах и поддерживать внимание аудитории. При небольшом количестве слушателей это даёт возможность получить представление о спектре возможностей и способностей студентов.

Студенты также побуждаются к диалогу с преподавателем во внелекционное время, в том числе с использованием электронных ресурсов.

### **Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Введение в теорию химических реакций»**

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результаты обучения по дисциплине	Оценочное средство
<b>С-ОПК-1.</b>	<b>С-ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	- умеет анализировать и обобщать теоретические данные; - имеет опыт анализа постановки и результатов экспериментов по химической кинетике/химической физике	Контрольные вопросы на экзамене, консультации с преподавателем
	<b>С-ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и собственных экспериментальных работ химической направленности	– анализирует результаты экспериментов/журнальных публикаций и соотносит их с основными представлениями изученных теорий; – применяет полученные знания в научно-исследовательской работе по изучению элементарного акта.	Контрольные вопросы на экзамене, консультации с преподавателем, исследовательская работа в институте, включающая изучение элементарного акта
<b>СОПК-5.</b>	<b>С-ОПК-5.1.</b> Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля, соблюдая нормы и требования информационной безопасности	– знает и использует основные информационные базы данных по константам элементарных реакций; – использует информационные ресурсы, стандартизирующие основные определения терминов в химии.	Итоговая работа. Контрольные вопросы на экзамене, в том числе по утвержденной терминологии
<b>С-ПК-1</b>	<b>С-ПК-1.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий НИР или НИОКР	– выбирает последовательность действий при анализе экспериментальных данных для получения адекватного соответствия используемой модели	Контрольные вопросы на экзамене
<b>С-ПК-2</b>	<b>С-ПК-2.2.</b> Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в выбранной области химии (химической технологии)	– способен ставить задачи поиска и расчета адекватных моделей элементарного акта, исходя из литературных данных; – составляет обзоры литературных результатов по тематике элементарного акта.	Контрольные вопросы на экзамене из текущей литературы, доклады на заданную тему
<b>С-ПК-3</b>	<b>С-ПК-3.1.</b> Систематизирует	– критически анализирует результаты литературные	Дипломная работа по результатам

	информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	данные и соотносит их с основными теоретическими представлениями; – применяет полученные знания в научно-исследовательской теоретической или экспериментальной работе по изучению элементарного акта.	исследований, включающих изучение динамики элементарного акта химической реакции
	<b>С-ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	– выбирает тематику работы на основании приобретенных знаний и предсказывает перспективные направления исследований, в том числе в беседах с научным руководителем; – анализирует результаты смежных наук с целью использования аналогий при планировании химического эксперимента	Дипломная работа по результатам исследований, включающих изучение динамики элементарного акта химической реакции

Таблица 10.2

<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценка результатов обучения</b>
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – понимание структуры теории, исходных посылок; – вывод основных формул; – аргументированность ответов; – способность выявлять аналогии; – эвристичность ответов; – знание рекомендованных терминов. Практическое задание: – последовательное и строгое решение предложенных задач.	отлично
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – понимание структуры теории, исходных посылок; – вывод основных формул (с отдельными подсказками и комментариями); – достаточная аргументированность ответов; – знание рекомендованных терминов. Практическое задание: – достаточно логичное изложение решений предложенных задач.	хорошо
<b>Экзамен:</b> Теоретические вопросы: – нетвердые представления о структуре теории и ее следствиях; – ответ со значительным количеством подсказок со стороны экзаменатора;	удовлетворительно

<ul style="list-style-type: none"> <li>– выводы формул с неточностями в преобразованиях;</li> <li>– корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок.</li> </ul> <p>Практическое задание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– задачи решаются не до конца, не с первого раза и с большим количеством комментариев со стороны экзаменатора</li> </ul>	
<p><b>Экзамен:</b></p> <p>Теоретические вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– нетвердые представления о структуре теории и ее следствиях;</li> <li>– отсутствие диалога с экзаменатором, либо ответ со значительным количеством подсказок со стороны экзаменатора;</li> <li>– неспособность объяснить выводы формул, ошибки при выводе;</li> <li>– некорректность применения терминов и понятий.</li> </ul> <p>Практическое задание:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– неспособность довести решение задачи до конца, даже при подсказках со стороны экзаменатора.</li> </ul>	<p>Неудовлетворительно</p>

### **Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

#### **Примеры экзаменационных заданий:**

Теоретические вопросы:

Построение многодетерминантной волновой функции в системе трех одноэлектронных атомов. Расчет поверхности потенциальной энергии для трехчастичной системы. Формула Лондона. Потенциал Сато. Методы Лондона-Эйринга-Поляни и Лондона-Эйринга-Поляни-Сато.

Теория Райса-Рамспергера-Касселя-Маркуса. Расчет  $[A\ddagger]/[A^*]$ .

Основные типы поверхностей потенциальной энергии. Особые точки. Возможность изменения спина подсистемы в областях конических пересечений вследствие эффекта Яна-Теллера. Пересечения и антипересечения поверхностей, общий случай. Экспериментальные подтверждения прохождения системы через область конического пересечения.

Рассмотреть способы определения геометрии переходного состояния с использованием метода анизотропной фотодиссоциации

Практическое задание:

Рассмотреть мономолекулярный распад основного и первого возбужденного состояний ацетальдегида с использованием корреляционных диаграмм с сохранением числа  $\sigma$  и  $\pi$  электронов.

Рассмотреть вопрос об изменении типа симметрии волновой функции системы  $H_2 + H$  в области конического пересечения (эффекта Яна-Теллера) при обходе конуса в треугольной геометрии столкновения.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (Приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Введение в теорию химических реакций»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного