

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



Ю.Н. Рьжих

20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Химическая кинетика**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагин

Руководитель ОПОП

 А.З. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Знать фундаментальные законы природы, основные законы и понятия естественно-научных и инженерных дисциплин.

ИОПК-1.2 Уметь на основе знаний по профильным разделам математических и естественно-научных дисциплин формировать собственные суждения при решении конкретных задач теоретического и прикладного характера.

ИОПК-1.3 Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач в различных областях технической физики.

ИПК-3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред.

ИПК-3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики.

ИПК-3.3 Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

В результате изучения «Химической кинетики» студент получит знания основных закономерностей и скоростей прохождения химических процессов в зависимости от их механизма, освоит приемы моделирования и основные методы исследования химических процессов, будет уметь анализировать механизм химического процесса и определять скорость его прохождения. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения курса «Химическая физика теплового взрыва, зажигания и горения высокоэнергетических веществ».

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Восьмой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для изучения и понимания материала данной дисциплины студент должен знать основы математического анализа, теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, основы линейной алгебры, общие курсы физики и химии, термодинамику.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:  
-практические занятия: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Основные задачи химической кинетики.

Основные понятия химической кинетики. Скорость химического процесса в условиях постоянного и переменного объема. Механизм химических реакций.

Тема 2. Скорость химического процесса.

Закон действующих масс. Кинетические функции и константы реакции.

Тема 3. Закономерности протекания простых химических реакций в изотермических условиях.

Простые реакции первого, второго и третьего порядков. Глубина превращения и кинетическое подобие простых реакций.

Тема 4. Кинетические уравнения и закономерности стадийных химических процессов.

Последовательные реакции. Параллельные реакции. Последовательно-параллельные реакции. Кинетические уравнения обратимого химического процесса. Константа равновесия. Метод квазистационарных концентраций.

Тема 5. Автокаталитическая реакция.

Катализ и автокатализ. Кинетические закономерности автокаталитической реакции. Период индукции.

Тема 6. Колебательные режимы протекания химических реакций.

Схема Вольтерры. Метод линеаризации. Схема Лотки.

Тема 7. Цепные реакции.

Элементарные понятия теории цепных реакций. Полимеризация. Окисление водорода при низком давлении. Модельное уравнение для цепной разветвленной реакции. «Полуостров» воспламенения.

Тема 8. Влияние температуры на протекание химического процесса.

Энергия активации. Элементы теории активных столкновений. Закон Аррениуса.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения элементов курса в образовательной электронной среде, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания итоговой аттестации**

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос и задачу на составление кинетических уравнений. Продолжительность экзамена 45 минут.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Макрокинетическая система
2. Основные задачи химической кинетики
3. Скорость химической реакции

4. Протекание реакции в условиях переменного объема
5. Протекание реакции в движущейся среде
6. Скорость простых химических превращений
7. Простая реакция первого порядка и ее кинетические закономерности
8. Простая реакция второго порядка и ее кинетические закономерности
9. Простая реакция третьего порядка и ее кинетические закономерности
10. Простая реакция нулевого порядка. Модель и особенности прохождения
11. Глубина превращения, кинетическое подобие простых реакций
12. Последовательные реакции
13. Параллельные реакции
14. Последовательно - параллельные реакции
15. Автокаталитические реакции
16. Кинетическое уравнение обратимого химического процесса
17. Обратимая реакция первого порядка
18. Метод квазистационарных концентраций
19. Колебательные режимы протекания химических реакций. Схема Вольтерра
20. Метод линеаризации в приложении к исследованию колебательных режимов
21. Элементарные понятия теории цепных реакций. Стадии цепной реакции
22. Звено и длина цепи. Скорость неразветвленной цепной реакции
23. Полимеризация, как пример цепной неразветвленной реакции
24. Окисление водорода при низком давлении, как пример цепной разветвленной реакции
25. Модельное уравнение цепной разветвленной реакции (получение уравнения)
26. Исследование модельного уравнения цепной разветвленной реакции. Цепное воспламенение
27. Энергия активации
28. Теория активных столкновений (скорость бимолекулярной реакции)
29. Феноменологическая теория температурной зависимости скорости химической реакции от температуры. Закон Аррениуса.

#### Примеры задач

1. Записать дифференциальные уравнения, определяющие изменения концентраций веществ А и Р, при прохождении в постоянном объеме химического процесса по схеме:  
 а)  $k_1: 2A + C = 2M + P$   
 б)  $k_2: M + 2C = A + P$ .
2. Записать дифференциальные уравнения, определяющие изменения концентраций веществ М и С, при прохождении в постоянном объеме химического процесса по схеме:  
 а)  $k_1: 2A + C = 2M + P$   
 б)  $k_2: M + 2C = P$ .

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценивание производится с учетом данных о результатах работы на практических занятиях и работы в электронной образовательной среде.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» для 8 семестра - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24716>

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Буркина Р.С., Прокофьев В.Г. Основы химической кинетики: учебное пособие. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета. 2016. -112 с.
2. Д.А. Франк-Каменецкий. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. Долгопрудный: 2008. 408с.
3. Эммануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. - М.: "Высшая школа". – 1984. – 463 с.

б) дополнительная литература:

1. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. - М.: "Химия". – 2000. – 568 с.
2. Коробейничев О. П. Физика и химия горения: Учеб. пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2011, 250 с.

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

## 15. Информация о разработчиках

Прокофьев Вадим Геннадьевич, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры математической физики ФТФ ТГУ.