

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Химический факультет

Аннотированная рабочая программы дисциплины

Избранные главы физической химии

Основы научных исследований (часть 1)

Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел (часть 2)

Математические модели химических реакций (часть 3)

Специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Квалификация выпускника

Специалист

Форма обучения

очная

Томск 2016

ЧАСТЬ 1

1. Код и наименование дисциплины

Б1.В.ДВ.4.5 (5) Избранные главы физической химии

Модуль 1 «Основы научных исследований»

2. Цель изучения дисциплины

Целями освоения модуля «**Основы научных исследований**» является ознакомление студентов с современными подходами к организации и проведению научных исследований; рассмотреть на практике Интернет-ресурсы, позволяющие вести широкомасштабный поиск и анализ научной информации. Проанализировать основные аспекты создания научного отчета всех квалификационных уровней: курсовая работа – дипломная работа – научная статья – диссертация.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения

Программа рассчитана на изучение дисциплины «Основы научных исследований» на 4-ом курсе в течение одного (8-го) семестра.

4. Общая трудоемкость дисциплины «Избранные главы физической химии»

составляет 4 зачетные единицы, 144 ч, из которых 64 ч составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 ч – занятия лекционного типа, 32 ч – занятия семинарского типа, 80 ч составляет самостоятельная работа обучающегося.

Модуль 1: «Основы научных исследований»: 54 ч., из которых 24 ч составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа, 30 ч составляет самостоятельная работа обучающегося. Для студентов проводятся групповые и индивидуальные консультации.

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
(СК-4), II уровень – способность применять основные закономерности физической химии при решении конкретных задач химии и химической технологии, в том числе, синтеза и изучения функциональных свойств адсорбентов, катализаторов и других твердых тел, с применением современных методов исследования. Уметь проводить термодинамические расчеты химических процессов (включая методы квантовой механики), исследовать кинетику и механизм химических реакций с целью их научного и практического применения при решении профессиональных задач.	З (СК-4) – Знать: – основные понятия изучаемой дисциплины, виды научных работ, структуру научной работы, базы данных русскоязычной и мировой литературы, патентные базы. У(СК-4) – II Уметь: – формулировать ключевые слова на русском и английском языке для организации поиска научной информации по теме, осуществлять поиск и обработку информации, сортировку по различным критериям. В(СК-4) – III Владеть – основами обработки и корректного представления научных результатов.

6. Содержание дисциплины и структура учебных видов деятельности
6.1. Структура учебных видов деятельности

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
				лекции	Практические занятия	консультации	СРС
1	Организация научно-исследовательской работы	2	1	2			
2	Выбор научного исследования и этапы НИР	4	2	2			2
3	Экспериментальные исследования	8	3	2	2		4
4	Обработка результатов экспериментальных исследований	8	4	2	2		4
5	Оформление результатов научной работы	6	5		2		4
6	Организация научного поиска научной литературы на русском языке	6	6		2		4
7	Организация научного поиска научной литературы на английском языке	6	7		2		4
8	Организация патентного поиска	6	8		2		4
9	Оформление результатов экспериментальных работ в пакете программы Origin	6	9		2		4
10	Зачёт	2	10		2		
6	Итого	54		8	16		30

*Примечание. Формы контроля предусматривают: зачет (8 семестр), индивидуальные задания

6.2. Содержание дисциплины

Программа курса включает рассмотрение следующих тем:

1. Организация научно-исследовательской работы.

Научно-исследовательская работа студентов и ее роль в интегрированной системе Академическая наука/ВУЗ. Квалификационные уровни подготовки специалистов: бакалавр, магистрант, аспирант, кандидат наук. Научная стажировка и ее роль в подготовке специалистов высшей квалификации. Способы поддержки научно-исследовательской работы студентов: конкурсы, гранты, именные стипендии. Участие студентов университета в выполнении грантов, хоз. договорных работ, программ МО РФ. Организация и планирование времени. Самоменеджмент, его составляющие.

2. Выбор научного исследования и этапы НИР.

Сбор и анализ информации по теме НИР: Интернет-технологии (доступ к патентным базам данных, библиотека Elsevier, основные химические Интернет-ресурсы). Способы поиска информации: web поисковые системы (rambler, yahoo, mail, google), ключевые слова, предметный каталог НБ ТГУ. Основные химические российские и зарубежные периодические издания. Структура литературного обзора. Анализ литературных данных. Постановка цели и задач НИР. Оформление списка литературы. Теоретический анализ проблемы на основе термодинамических данных и строения физико-химической системы. Этапы научно-исследовательской работы. Разработка рабочей гипотезы, планирование эксперимента. Проведение исследования. Обработка и анализ полученных результатов. Планирование дальнейших исследований.

3. Экспериментальные исследования.

Стратегия и тактика экспериментальных исследований. Обоснование выбора методики проведения НИР. Комплексный подход к использованию современных физико-химических методов исследования. Обоснование выбора основных объектов исследования. Модельные эксперименты. Метрология. ГОСТ. Средства измерений, погрешности. Рабочее место и его организация. Обеспечение безопасности проведения экспериментальных исследований. Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента. Типичные ошибки начинающих экспериментаторов. Лабораторный журнал.

4. Обработка результатов экспериментальных исследований.

Основы теории случайных ошибок. Методы и способы проверки достоверности полученных данных. Использование пакетов Microsoft Excel, Origin, Corel Draw, PhotoShop, ACDSee, FineReader для проведения расчетов, обработки неотцифрованной информации, построения графиков и диаграмм, преобразования форматов, внедрения полученных графических объектов в текстовые файлы.

5. Оформление результатов научной работы.

Структура отчета по курсовой работе. Введение (цель, задачи). Литературный обзор. Методическая часть. Результаты и обсуждение. Выводы. Доклад по научной работе. Тезисы доклада. Демонстрационные материалы. Изложение доклада. Дискуссия. Типы публикаций: краткое сообщение, научная статья, обзор. Структура научной статьи. Способы изложения материала. Представление экспериментальных данных: таблица, рисунок, схема. Подписи к рисункам.

6.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Тема занятия
1	Организация поиска научной литературы на русском языке
2	Организация поиска научной литературы на английском языке
3	Организация поиска патентной литературы
4	Обработка экспериментальных данных в пакете программы «Origin»

6.4. Форма промежуточной аттестации:

зачет

7. Ресурсное обеспечение

7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. М. Ф. Шкляр. Основы научных исследований: учебное пособие / Москва : Дашков и К°, 2009. 242 с.
2. Зачем и как писать научные статьи /Е. З. Мейлихов. – Долгопрудный : Интеллект , 2013. 159 с.
3. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника : мировые достижения за 2005 г. /под ред. П. П. Мальцева – М. : Техносфера , 2006. – 149 с.
4. Суздаев И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – Москва : Комкнига, 2006. – 529 с.
5. Современный катализ и химическая кинетика /И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. Долгопрудный : Интеллект , 2010. – 500с.

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб., 2010- . – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – М., 2013- . URL: <http://www.biblio-online.ru/>
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012- . URL: <http://znanium.com/>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
5. Электронная Библиотека Диссертаций [Электронный ресурс] / Российская государственная библиотека. – Электрон. дан. – М., 2003- . URL: <http://diss.rsl.ru/>
6. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011- . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
7. Научная библиотека Томского государственного университета [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 1997-. – URL: <http://www.lib.tsu.ru/ru>
8. SpringerLink [Electronic resource] / Springer International Publishing AG, Part of Springer Science+Business Media. – Electronic data. – Cham, Switzerland, [s. n.]. – URL: <http://link.springer.com/>
9. JSTOR [Electronic resource] : digital library / ИТНАКА. – Electronic data. – [S. l.], 2000-. – URL: <http://www.jstor.org/>
10. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
11. Oxford University Press [Electronic resource] : journals / Oxford University Press (OUP), University of Oxford. – Electronic data. – Oxford, United Kingdom, 2015-. – URL: <http://www.oxfordjournals.org/en/>
12. Science [Electronic resource] : journals / American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Electronic data. – Washington, USA, 2016. – URL: <http://www.sciencemag.org/>
13. Google Scholar [Electronic resource] / Google Inc. – Electronic data. – [S. l. : s. n.]. – URL: <http://scholar.google.com/>

8. Преподаватель

Автор: Мамонтов Григорий Владимирович, к.х.н., доцент кафедры физической и коллоидной химии

ЧАСТЬ 2

1. Код и наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.5

Избранные главы физической химии

Модуль 2 «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел»

2. Цель изучения дисциплины (модуля)

Целями освоения модуля 2 «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел» является ознакомление студентов с понятиями: твердые кислоты и твердые основания, кислотные и основные центры Льюиса и Бренстеда, донорно-акцепторные взаимодействия на поверхности, методология и методы подхода к определению кислотности-основности поверхности твердых тел.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

4-ый курс, 1 семестр.

4. Общая трудоемкость дисциплины «Избранные главы физической химии» составляет 4 зачетные единицы, 144 ч, из которых 64 ч составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 ч – занятия лекционного типа, 32 ч – занятия семинарского типа, 80 ч составляет самостоятельная работа обучающегося.

Модуль 2: «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел»: 54 ч., из которых 24 ч составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (8 часов – занятия лекционного типа, 16 часов – занятия семинарского типа, 30 ч составляет самостоятельная работа обучающегося. Для студентов проводятся групповые и индивидуальные консультации.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел» соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (разделу)
(СК-4), II уровень – способность применять основные закономерности физической химии при решении конкретных задач химии и химической технологии, в том числе, синтеза и изучения функциональных свойств адсорбентов, катализаторов и других твердых тел, с применением современных методов исследования. Уметь проводить термодинамические расчеты химических процессов (включая методы квантовой механики), исследовать кинетику и механизм химических реакций с целью их научного и практического применения при решении профессиональных задач.	З (СК-4) – Знать: – основные понятия изучаемой дисциплины: твердые кислоты и основания, развитие представлений о кислотно-основных свойствах твердой поверхности; кислотные и основные центры Бренстеда и Льюиса, их роль и участие в адсорбционных и каталитических процессах; классификацию методов определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел; знать, что кислотно-основные свойства твердой поверхности являются одной из основных характеристик наилучшим образом отражающих реакционную способность твердого вещества в донорно-акцепторных взаимодействиях. У(СК-4) – II Уметь: – использовать различные методы определения кислотно-основных параметров поверхности твердых тел: $pH_{изс}$, $pH_{тнз}$, $pH_{иис}$, pK_a ; $q_{рКа}$, σ , σ_0 ; $\sigma_{Едес}$; $q_{адс}$, σ и др. для решения научных задач, предусмотренных темой выпускной работы бакалавра, и в дальнейшей работе.

	<p>В(СК-4) – III Владеть</p> <p>– необходимыми знаниями в области исследования и применения кислотно-основных свойств поверхности при изучении состояния поверхности адсорбентов и катализаторов, нахождения взаимосвязи между кислотностью поверхности и сорбционными, каталитическими, люминесцентными, оптическими, электрофизическими, механическими свойствами и другими параметрами твердых тел.</p>
--	---

6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

6.1 Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практ. занятия		
Введение. Определение понятий «твердая кислота», «твердое основание», соединения соответствующим этим определениям	3	1			2
Зонная структура твердого тела. Поверхностные уровни Тамма и Шокли. . Формальная кислотно-основная схема частично дегидрированной поверхности оксидов.	3	1			2
Кислотно-основных центры на поверхности твердых тел. Определение понятий: кислотный центр Льюиса, кислотный центр Бренстеда, основной центр Льюиса, основной центр Бренстеда.	6	2			4
Классификация методов определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел. Метод pH метрии.	5	2			3
Индикаторный метод определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел.	5	2			3
Кислотно-основные параметры поверхности твердых тел: $pH_{ис}$, $pH_{тиз}$, $pH_{инс}$, pK_a ; $q_{рКа}$, σ , σ_0 ; $E_{дес}$; $q_{алс}$, σ , и др. Использование их для характеристики кислотно-основного состоянии адсорбентов и катализаторов, люминофоров и других твердых тел.	12		8		4
Достоинства и недостатки методов исследования кислотно-основных свойств поверхности твердых тел.	6		2		4
Обсуждение результатов эксперимента на примере конкретных систем.	6		2		4
Влияние различных факторов на кислотно-основные свойства поверхности адсорбентов и катализаторов. Взаимосвязь кислотно-основных свойств поверхности твердых тел с их адсорбционными, каталитическими и объемными характеристиками.	8		4		4

Всего за 8 семестр	54	8	16		30

6.2 Содержание дисциплины

1. Основные понятия и определения кислот, оснований в химии.
2. История предмета «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел»
3. Определение понятий «твердая кислота», «твердое основание», соединения соответствующим этим определениям.
4. Поверхность твердого тела. Зонная структура твердого тела. Поверхностные уровни Тамма и Шокли.
5. Общие представления о кислотно-основных свойствах поверхности твердых тел. Формальная кислотно-основная схема частично дегидратированной поверхности оксидов.
6. Кислотно-основных центры на поверхности твердых тел. Определение понятий: кислотный центр Льюиса, кислотный центр Бренстеда, основной центр Льюиса, основной центр Бренстеда.
7. Кислотно-основные центры поверхности твердого тела с точки зрения поверхностных уровней, состояний, в том числе состояний Тамма, Шокли.
8. Механизмы взаимодействия воды с апротонными и протонными центрами, одноэлектронными поверхностными уровнями.
9. Классификация методов определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел.
10. Кислотно-основные параметры поверхности твердых тел: $pH_{исс}$, $pH_{тнз}$, $pH_{иис}$, pK_a ; q_{pKa} , ρ_{No} ; $E_{дес}$; $q_{адс}$, и др. Использование их для характеристики кислотно-основного состояния адсорбентов и катализаторов, люминофоров и других твердых тел.
11. Метод pH-метрии. Разновидности метода. Методика исследования. Какие сведения о кислотно-основном состоянии поверхности можно получить, используя этот метод?
12. Индикаторный метод определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел. Разновидности метода. Методика исследования. Какие сведения о кислотно-основном состоянии поверхности можно получить, используя этот метод?
13. Обсуждение результатов эксперимента на примере конкретных систем.
14. Достоинства и недостатки методов исследования кислотно-основных свойств поверхности твердых тел.
15. Влияние различных факторов на кислотно-основные свойства поверхности адсорбентов и катализаторов.
16. Взаимосвязь кислотно-основных свойств поверхности твердых тел с их адсорбционными, каталитическими и объемными характеристиками.

Формы контроля:

- Доклад.
- Индивидуальные задания
- Контрольная работа на лекции

6.3. Форма промежуточной аттестации: зачет

7. Ресурсное обеспечение:

7.1 Основная литература

1. Кислотно-основные характеристики поверхности твердых тел и управление свойствами материалов и композитов / М. М. Сычев, Т. С. Минакова, Ю. Г. Слизов, О. А. Шилова. Санкт-Петербург : Химиздат, 2016 – 274 с.
2. Е.А. Паукштис. Оптическая спектроскопия в адсорбции и катализе. Новосибирск, 2010. 54 с. catalysis.ru/.../2010-Паукштис
3. Минакова Т. С., И.А. Екимова. Фториды и оксиды щелочноземельных металлов и магния. Поверхностные свойства / Т. С. Минакова, И. А. Екимова ; - Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – 147 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Минакова Т.С. Адсорбционные процессы на поверхности твердых тел. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. 279 с.
2. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В. Лисичкина. М.: Физматлит, 2003. 589 с.
3. Моррисон С. Химическая физика поверхности твердого тела. – М.: Мир, 1980. – 488 с.
4. Танабе К. Твердые кислоты и основания. –М.:Мир, 1973. –183 с.

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

www.lib.tpu.ru/fulltext/m/2011/m22.pdf ;

www.twirpx.com/file/1073794/

<https://disser.spbu.ru/files/disser2/886/disser/XjZpCRQNYz.pdf>

8. Преподаватель модуля 2 «Кислотно-основные свойства поверхности твердых тел»,

Минакова Тамара Сергеевна, к.х.н., профессор кафедры физической и коллоидной химии

ЧАСТЬ 3

1. Код и наименование дисциплины (модуля)

Б.1.В.ДВ.1.5. Избранные главы физической химии. Часть 3. Математические модели химических реакций.

2. Цель изучения дисциплины (модуля)

Целями дисциплины «Математические модели химических реакций» являются математическое описание и исследование сложных химических реакций в статике и динамике, оценка влияния факторов в многофакторном эксперименте на функцию отклика и точность этого описания, нахождение оптимальных и допустимых условий протекания процесса.

3. Год и семестр обучения

Преподавание дисциплины «Математические модели химических реакций» осуществляется в 8-м семестре (36–39 неделя учебного года).

4. Общая трудоемкость части 3

Составляет одну зачетную единицу 36 ч, из которых 16 часов – контактная работа обучающегося с преподавателем (лекции) и 20 часов – самостоятельная работа обучающегося.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (заполняется в соответствии с картами компетенций)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты по дисциплине (модулю)
(ОПК-1) – I – способность воспринимать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Знать: – теоретические основы курса: математическое описание химических процессов, оценка точности результатов, поиск оптимальных условий протекания процессов, графические и динамические математические модели. Уметь: – выполнять стандартные действия: определять погрешности результатов косвенных физико-химических измерений, используя правила действий с приближенными числами, получать уравнения регрессии и устанавливать их значимость. Уметь пользоваться символическим языком науки. Владеть: – навыками получения и структурирования информации для выполнения заданий, направленных на подготовку к профессиональной деятельности
(СК-4) – способность применять основные закономерности физической химии при решении задач химии и химической технологии, в том числе синтеза и изучения	Владеть: – системой физико-химических понятий и способов получения адекватного математического описания многофакторного химического эксперимента, обоснованной оценкой влияния переменных на функцию

функциональных свойств адсорбентов, катализаторов и других твердых тел при использовании современных методов исследования с целью их научного и практического применения при решении профессиональных задач	отклика, видеть пути оптимизации процесса, оценивать возможные риски, использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности
---	--

6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа (час.)
		лекции	
Источники погрешностей. Приближенные числа и действия с ними	4	2	2
Расчет систематических и случайных погрешностей физико-химического эксперимента	6	2	4
Регрессионный анализ и планирование эксперимента. Виды планов	8	4	4
Планы первого порядка по Боксу и оптимизации процесса	14	6	8
Кинетические модели химических реакций. Графические и динамические модели	4	2	2
Итого	36	16	20

6.2. Темы и краткое содержание дисциплины

Тема 1. Источники погрешностей. Приближённые числа и действия с ними. Значащие цифры приближённого числа. Относительная точность приближённого числа. Разряды. Правила записи приближённых чисел. Погрешности при сложении, вычитании, возведении в степень, извлечении корня, логарифмировании и др. действий с приближёнными числами.

Тема 2. Расчёт систематических и случайных погрешностей физико-химического эксперимента. Составляющие систематических погрешностей. Класс точности приборов. Расчёт систематических погрешностей результата косвенных измерений с использованием нескольких уравнений. Дисперсия. Расчёт случайных погрешностей для ограниченного числа опытов, при расчётах по нескольким уравнениям.

Тема 3. Регрессионный анализ и планирование эксперимента. Виды планов. Возможности и достоинства планирования эксперимента. Требования к проведению эксперимента. Матрица-столбец коэффициентов уравнения регрессии, нахождение этих коэффициентов.

Тема 4. Планы первого порядка по Боксу и оптимизация процесса. Центральные ортогональные планы. Полный факторный эксперимент. Кодирование, рандомизация, статистическая надёжность результатов, взятых в расчёт; дисперсия воспроизводимости, дисперсия адекватности, проверка адекватности модели и значимости коэффициентов в уравнении регрессии, интерпретация модели. Оптимизация процесса по Боксу – Уилсону. О планах второго порядка.

Тема 5. Кинетические модели химических реакций. Графические и динамические модели. Имитационные системы. Кинетический граф реакции. Реакции первого порядка. Колебательность концентраций.

6.3. Формы промежуточной аттестации – зачет.

7. Ресурсное обеспечение

- а). Основная литература
 1. Александров А.И., Александрова С.Я. Математические модели многостадийных химических реакций первого порядка // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2014, №1 (27). - С. 5–10
 2. Шваб А.В., Марценко М.С. Модель движения высококонцентрированной гранулированной среды // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2011, №3 (15). С. 108-116.
 3. Аракелов К.С. Моделирование адиабатических химических реакций в конденсированной среде // Математическое моделирование. 2011, №7, том 23. – С. 61–72.
<http://www.mathnet.ru/links/bcc22a84351f7b532258fcc9c8b8cb9c/mm3131.pdf>.
- б). Дополнительная литература
 1. Фильков А.И., Гладкий Д.А. Математическое моделирование низкотемпературной сушки слоя торфа // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2012, №3 (19). – С. 99–106.
 2. Жуков В.Г., Зайцев Н.А., Лысов Г.В., Раков Ю.Г., Феодоритова О.Б. Численный анализ модели процессов кристаллизации, двумерный случай // Математическое моделирование. 2012, №4, том 24. – С. 109–120.
<http://www.mathnet.ru/links/3d93aa580b12e549347c2ad7b2d41221/mm3201.pdf>
 3. Колдоба А.В., Колдоба Е.В. Термодинамически согласованная модель многокомпонентной смеси с фазовыми переходами // Математическое моделирование. 2010, №4, том 22. – С. 147–154.
<http://www.mathnet.ru/links/a8c84fa9a0f78665a92d0446d7208982/mm2965.pdf>
- в). Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
 1. Жаботинский А.М. Реакция Белоусова-Жаботинского. Что такое красота в химии. URL: shkolazhizni.ru/archive/o/n-54597. 2012.
 2. Краткий аналитический обзор математических моделей. URL: science-bsea.narod.ru/2012/mashin/prozorov_kraft.htm. 2012.
 3. Аналитические математические модели. URL: life-prog.ru/1_28845_analiticheskie-matematicheskie-modeli.html. 2014.

8. Преподаватель – кандидат химических наук, доцент Светлана Яковлевна Александрова. **Автор:** кандидат химических наук, доцент Светлана Яковлевна Александрова.

9. Форма промежуточной аттестации по дисциплине Избранные главы физической химии зачет

Авторы программы:

к.х.н., доцент Мамонтов Г.В.

к.х.н., профессор Минакова Т.С.

к.х.н., доцент Александрова С.Я.