

# 5 семестр

## Код и название дисциплины

005055 Химия

Химические сенсоры Chemical Sensors



Химические сенсоры



Chemical Sensors

## Преподавательский состав

Д.х.н. профессор Михельсон Константин Николаевич (модератор)

k.mikhelson@spbu.ru к. 2091

К.х.н. доцент Пешкова Мария Анатольевна

m.peshkova@spbu.ru к. 2094

## Структура и краткое содержание курса

Физические и химические сенсоры так прочно вошли в нашу жизнь, что мы уже не всегда осознаем, что пользуемся ими повседневно, и не только на работе, но и в быту. Курс вводит студентов в тематику именно химических сенсоров. Мы стремимся не только объяснить студентам, что такое химические сенсоры, где и как они применяются, но и показать, что эта быстро развивающаяся область прикладной науки основана на строгих фундаментальных закономерностях физики и химии, о которых студенты узнают, слушая другие курсы.

На лекциях обсуждаются основные принципы работы химических сенсоров как средств химического анализа, отличия анализа с помощью сенсоров от иных методов анализа. Даются понятия о кривой сенсорного отклика, пределах, селективности, чувствительности сенсоров. Подробно рассматриваются электрохимические сенсоры: потенциометрические, кондуктометрические, вольтамперометрические, импедиметрические. Кратко обсуждаются пьезорезонансные, резистометрические и УПКР-сенсоры. Далее подробно обсуждаются оптические сенсоры различных видов.

На семинарах происходит "разбор полетов" по выполненным студентами домашним заданиям. Кроме того, обучающиеся делают презентации по научным статьям по сенсорной тематике, из числа предложенных преподавателями или выбранных самими студентами самостоятельно.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Студенты получают представление о том, как взаимодействуют фундаментальные законы, которые относятся к различным областям знания: математике, физике, химии, биологии, когда речь заходит о практически значимых устройствах; получают или совершенствуют навыки работы с научной литературой и навыки подготовки научных презентаций.

А применяются сенсоры в клинической медицине, промышленных и научных лабораториях, в сельском хозяйстве, фармацевтике, охране окружающей среды. И тем, кто будет работать в какой-то из этих областей, знания о сенсорах непременно пригодятся.

## Код и название дисциплины

[005052] Масс-спектральные термодинамические исследования



## Преподавательский состав

Доктор химических наук, профессор, Столярова Валентина Леонидовна

v.stolyarova@spbu.ru

к. 1038

## Структура и краткое содержание курса

Особенности метода высокотемпературной масс-спектрометрии, позволяющие изучать процессы испарения и термодинамические свойства неорганических систем и материалов до температур 3000 К.

Идентификация состава газовой фазы.

Определение парциальных давлений молекулярных форм пара.

Испарение компонентов в равновесных и неравновесных условиях.

Определение термодинамических свойств компонентов в системах.

Термодинамические свойства оксидных систем и материалов.

Прогнозирование высокотемпературного описания неорганических систем и материалов.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по

Неорганической химии;

Физической химии;

Материаловедению.

**Код и название дисциплины**

[054371] Применение методов теории групп в химии

**Преподавательский состав**

д. ф.-м. н., профессор Эварестов Роберт Александрович  
r.evarestov@spbu.ru

**Структура и краткое содержание курса**

Большинство свойств молекулярных систем существенно определяется их симметрией т.е. возможностью сохранить структуру молекулы при операциях точечных групп (повороты вокруг осей симметрии, отражения в плоскостях симметрии, комбинации поворотов и отражений).

Математический аппарат теории точечных групп и его применение для описания электронных и колебательных свойств молекул составляет основное содержание курса.

На многочисленных примерах рассматриваются основные группы симметрии, возможные для молекулярных систем.

Завершается дисциплина применением аппарата теории групп к классификации состояний молекул.

Особое внимание уделяется методу локальной группы, позволяющему связать свойства симметрии отдельных атомов или групп эквивалентных атомов со свойствами симметрии электронных и колебательных состояний молекулы как целого.

В процессе изучения теории симметрии молекул используются интернет-сайты, содержащие информацию о неприводимых представлениях точечных групп и их связи с симметрией орбиталей свободных атомов (s,p,d,...).

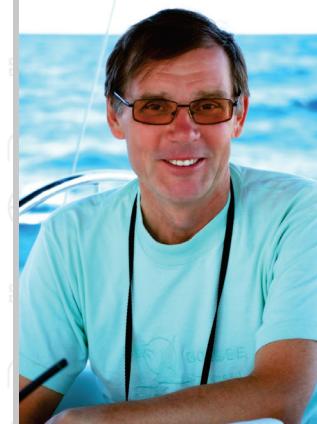
**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Полученные знания используются студентами при практических занятиях по курсу квантовой химии для анализа симметрии молекулярных орбиталей, полученных ими в результате квантово-химического расчета молекулярных систем.

## Код и название дисциплины

[005042] Химия и физика функциональных материалов

Chemistry and Physics of Functional Materials



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент Глумов Олег Владимирович

o.glumov@spbu.ru, комната 3006

## Структура и краткое содержание курса

Курс посвящен систематическому изложению важнейших особенностей современных функциональных материалов, включая их структуру, физико-химические свойства, методы синтеза. Краткое содержание курса:

- 1.Физико-химические основы материаловедения и получения функциональных материалов. Строение твердого тела. Классификация функциональных материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения.
- 2.Дефекты в кристаллах и нестехиометрия. Дислокации, механические свойства и реакционная способность твердых тел. Новые металлические конструкционные материалы. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
- 3.Керамика и композиты. Виды функциональной керамики. Высокотемпературная сверхпроводимость.
- 4.Стеклообразные материалы. Аморфные металлы и металлические стекла. Высокочистые стекла для световодов, фотохромные стекла. Прозрачная стеклокерамика.
- 5.Тонкие пленки и покрытия. Пленка как композит. Взаимное влияние пленки и подложки. Условия осаждения и морфология пленки. Эпитаксия. Методы осаждения пленок. Применение тонкопленочных материалов.
- 6.Диэлектрические материалы. Сегнето-, пьезо- и пироэлектрики, сегнетоэлектрики-полупроводники, сегнетомагнетики. Применение диэлектриков.
- 7.Магнитные материалы. Важнейшие типы магнитомягких и магнитожестких материалов. Магнитные металлы и сплавы. Применение магнитных материалов.
- 8.Электропроводящие материалы. Важнейшие типы анионных и катионных проводников. Композитные твердые электролиты. Электронно-ионные проводники. Протонные проводники. Применение твердых электролитов.
- 9.Полупроводниковые материалы. Полупроводниковые материалы с расширенными функциональными возможностями (термисторы, магнитные полупроводники, светоизлучающие элементы и т.п.)

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

В результате освоения дисциплины студент должен получить знания о важнейших особенностях современных функциональных материалов, включая их структуру, физические свойства, методы синтеза, примеры практического использования.

Курс направлен на формирование умений и навыков, которые позволяют студенту ориентироваться в современных тенденциях в области разработки новых методов получения веществ и материалов и модифицирования их функциональных свойств.

# 6 семестр

**Код и название дисциплины**

[004937] Координационная химия

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор, Грачева Елена Валерьевна

e.grachova@spbu.ru, комната 3164

<https://go.spbu.ru/egrachova>**Структура и краткое содержание курса**

Этот оригинальный курс, дающий представление об особенностях дизайна, синтеза и химических свойствах координационных соединений, посвящен знакомству с и обсуждению проблем химии комплексов различных элементов. В рамках курса обсуждаются закономерности и особенности свойств координационных соединений всех основных классов элементов от щелочных и щелочно-земельных металлов, непереходных элементов 13-16 групп, галогенов, благородных газов до переходных металлов и лантаноидов. В рамках курса также обсуждаются проблемы формирования связей металл-металл и образования мостиковых структур на основе полидентатных лигандов различной природы. Особое внимание в этом разделе курса уделено феномену самосборки и использованию подхода "молекулярной библиотеки" для контролируемого синтеза полиядерных комплексов.

В рамках курса рассматриваются такие классы координационных соединений, как моноядерные, полиядерные и кластерные соединения; координационные олигомеры, в том числе молекулярные ансамбли различной архитектуры; координационные полимеры, в том числе, дендримеры и металломезогены. Вкратце обсуждается роль слабых взаимодействий, таких как водородные связи, металлофильные взаимодействия, π-π стекинг, взаимодействие «гость-хозяин» в инженерии координационных олигомеров и полимеров.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Курс направлен на освоение знаний в области современной координационной химии и представлений о различных классах координационных соединений, закономерностях и особенностях их формирования. Задачей курса является охарактеризовать современные взгляды на координационные соединения, показать взаимосвязь их строения и реакционной способности, а также привить знания, позволяющие планировать и воплощать синтез стабильных координационных соединений заданного состава и строения, а значит, обладающих заданными свойствами.

**Код и название дисциплины**

[054410] Микроэлементы в организме человека

**Преподавательский состав**

к.х.н. старший преподаватель Савинов Сергей Сергеевич

s.s.savinov@spbu.ru, лаб. 3136

**Структура и краткое содержание курса**

В рамках лекций будут рассмотрены классификация элементов в организме человека с точки зрения концентраций (макро- и микроэлементы) и оказываемого влияния (эссенциальные, токсичные и инертные элементы), источники поступления микроэлементов (вода, воздух, пищевые продукты, природные и техногенные источники), содержание микроэлементов в организме, формы их присутствия, средние концентрации и места предпочтительного накопления, влияние различных индивидуальных и субпопуляционных факторов на содержание, основные функции микроэлементов в организме, влияние отдельных элементов (их избытка и недостатка) на состояние организма человека, биомониторинг и оценка состояния организма человека через микроэлементный состав, целенаправленное изменение микроэлементного состава. В формате обсуждений будут рассмотрены вопросы, посвященные роли конкретных эссенциальных и токсичных элементов в организме человека, пользе витаминно-минеральных комплексов для поддержания микроэлементного баланса в организме. Будет проведено экспериментальное получение информации о концентрациях микроэлементов в реальных образцах биосубстратов с последующим сопоставлением с литературными данными.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Полученные знания будут востребованы при работе в лабораториях, специализирующихся на анализе биологических объектов, а также при научной и практической деятельности, связанной с биомониторингом.

## Код и название дисциплины

005072 Теория химического средства



## Преподавательский состав

к. х. н., доцент Трофимова Майя Александровна

m.trofimova@spbu.ru

к. 2176

## Структура и краткое содержание курса

Дисциплина направлена на освоение обучающимися знаний в области современной теории химического средства. Курс формирует понимание возможностей химической термодинамики (равновесной и неравновесной) и химической кинетики для объяснения причин протекания химических реакций в сложных системах, включая живые организмы, а также готовит к освоению других химических дисциплин, изучающих сложное динамическое поведение систем, – термодинамики необратимых процессов, химической технологии и т. п.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Умение применять законы химической термодинамики и кинетики при изучении химических реакций и процессов в системах, характеризующихся необычным поведением, включая колебательный режим.

**Код и название дисциплины**

067331

Химическая связь в органических и металлоорганических соединениях

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор Боярский Вадим Павлович, v.boiarskii@spbu.ru, кабинет 4162

**Структура и краткое содержание курса**

Основным содержанием курса является рассмотрение на качественном уровне принципов описания ковалентных связей и нековалентных взаимодействий в органических и элементоорганических соединениях. Особенностью этих соединений является то, что связи осуществляются с участием атомов второго периода, обладающих атомными орбиталями сравнительно небольшого размера, а значит, высокой локализации. Курс рассматривает как исторические аспекты возникновения различных методов описания химической связи, так и современное состояние вопроса. Целью курса является научить студентов пользоваться этими методами без применения компьютерных расчетов, так как этот навык необходим всем химикам органикам и металлоорганикам в их текущей повседневной работе. Также в рамках курсаделено внимание взаимному влиянию атомов в органических молекулах, которое в значительной мере определяет реакционную способность органических и элементоорганических соединений.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по органической химии. После прохождения курса обучающиеся приобретают знания об особенностях химических связей в органических и металлоорганических соединениях, основных свойствах ковалентной связи и нековалентных взаимодействий и о взаимовлиянии атомов в органических и металлоорганических соединениях.

**Код и название дисциплины**

[004927] Экологическая химия

**Преподавательский состав**

д.х.н., доцент, Кинжалов Михаил Андреевич  
m.kinzhalov@spbu.ru, 4167

**Структура и краткое содержание курса**

Курс направлен на формирование представлений о масштабах и основных закономерностях химических процессов, происходящих в окружающей среде и определяющих химический состав атмосферы и других геосферных оболочек Земли, а также о направлениях и степени антропогенного воздействия на динамику природных процессов. Задачи лекций – дать общее понятие о химических процессах в окружающей среде и описать наиболее значимые факторы антропогенной, биогенной, и геологической природы, на фоне которых протекают природные процессы.

В частности, разберемся с такими вопросами как:

- «Всемирное потепление» и «озоновые дыры» – что это такое, предпосылки, динамика, прогноз. Подискутируем о значимости в них антропогенного фактора: действительно ли все связано с техническим прогрессом?
- Экологические проблемы, связанные с добывчей и переработкой нефти, а также потреблением нефтепродуктов.
- Атмосфера городов – виды смога и их влияние на человека. Концепция «ядерной зимы».
- Концепция и принципы «зеленой химии», экологически нейтральные производства, возобновляемое сырье.
- Антропогенное загрязнение природных сред. Факторы формирования химического состава природных вод.

Без нудных формул – только факты и ясные причинно-следственные связи.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

После прохождения курса будете знать о протекающих в окружающей среде под влиянием антропогенной деятельности физико-химических процессах, о закономерностях и факторах, влияющих на процессы распространения загрязнителей в окружающей среде.

Полученные знания будут востребованы при составлении научных проектов и постановке долгосрочных приоритетов научно-технологического развития.

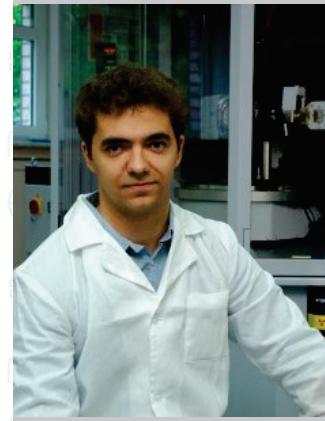
# БЛОК 1

7 семестр

3 з.е.

## Код и название дисциплины

[054373] Структурная кристаллография и кристаллохимия



## Преподавательский состав

Гуржий Владислав Владимирович, д.г.-м.н., доцент каф. кристаллографии, Институт наук о Земле СПбГУ, vladislav.gurzhiy@spbu.ru;

Иванов Даниил Михайлович, к.х.н., доцент каф. физической органической химии, Институт химии, СПбГУ, d.m.ivanov@spbu.ru.

## Структура и краткое содержание курса

Курс состоит из следующих видов учебных занятий.

Лекции в объёме 30 часов. Включают в себя разделы по геометрической кристаллографии, кристаллохимии, кристаллогенезису и рентгенографии.

Практические занятия в объёме 30 часов проводятся в интерактивной форме в группах численностью не более 20 человек. Содержание каждого занятия дает представление обучающимся об определении элементов симметрии на примере кристаллических многогранников и моделей кристаллических структур, описании морфологии и структуры кристаллов.

Лабораторные работы в объеме 30 часов проводятся в интерактивной форме в группах численностью не более 6 человек. Лабораторные работы по теме рентгенографии выполняются на оборудовании ресурсного центра «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ. Содержание каждой работы дает представление обучающимся о принципах работы на монокристальных и порошковых рентгеновских дифрактометрах, проведении дифракционных экспериментов, возможных методах и способах определения параметров элементарных ячеек, качественном и количественном фазовом составе кристаллических веществ, расшифровке кристаллической структуры вещества.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Навыки исследования кристаллического вещества с последующим описанием его атомного и/или молекулярного строения; умение описывать симметрию и строение кристаллического вещества с выявлением типов межатомного взаимодействия и координационной стереометрии; умение использовать основные современные базы кристаллографических данных и справочные материалы в области рентгеновской дифрактометрии; владение специализированным программным обеспечением для обработки дифракционных данных; навыки работы на рентгеновском дифракционном оборудовании.

## Код и название дисциплины

[005116] Основы химической метрологии



## Преподавательский состав

Д.х.н., профессор кафедры аналитической химии Родинков Олег Васильевич;  
o.rodinkov@spbu.ru; пом. 3128.

## Структура и краткое содержание курса

Цель курса – овладение обучающимися основами теоретической и прикладной метрологии, как науки об измерениях, и знакомство с основными положениями законодательной метрологии, относящимися к сфере физико-химических измерений и химического анализа.

Задачи курса – изложение основных принципов метрологии, включая основные термины и определения, базовые постулаты метрологии, классификацию измерений и их погрешностей, алгоритмы обработки однократных и многократных измерений. Приобретение практических навыков в обработке результатов физико-химических измерений и химического анализа, оценка их случайных и систематических погрешностей, определении основных метрологических характеристик методик выполнения измерений с ориентацией на инструментальные методы исследований.

Содержание курса: основные понятия метрологии (физическая величина, измерение, погрешность, точность, прецизионность, постулаты метрологии); случайные погрешности (основные виды распределения результатов при физико-химических измерениях, оценка случайной погрешности многократных измерений, обнаружение промахов ); систематические погрешности (расчетный и экспериментально-расчетный способы оценки систематических погрешностей, их классификация, поправки, централизованный и децентрализованный способы воспроизведения единиц физических величин, обнаружение трендов, принципы минимизации систематических погрешностей), структура и требования к методикам выполнения измерений; основные принципы контроля точности результатов измерений; понятие неопределенности, основные этапы оценки неопределенности результата измерений.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по аналитической химии. Приобретаемые навыки: владение алгоритмами обработки однократных и многократных измерений, включая оценку их случайных и систематических погрешностей, оценки их правильности и прецизионности; освоение способов округления и представления результатов измерений в соответствии с требованиями законодательной метрологии. Закреплению приобретаемых навыков способствует аудиторное и самостоятельное решение типовых задач и выполнение тестовых заданий, выполнение которых предусматривает рабочая программа данной дисциплины.

Полученные знания и навыки могут быть использованы при выполнении любых физико-химических измерений, прежде всего, в химическом анализе.

# БЛОК 2

7 семестр

3 з.е.

## Код и название дисциплины

[054374] Магнитный резонанс в органической и неорганической химии



## Преподавательский состав

д.х.н., проф., зав. каф. физической органической химии

Толстой Петр Михайлович

peter.tolstoy@spbu.ru

комната 2150

## Структура и краткое содержание курса

Целью курса является освоение фундаментальных основ спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и получение базовых практических навыков установления строения органических соединений по спектрам ЯМР.

Основные темы курса:

- Ядерный спин и его свойства. Устройство импульсного спектрометра ЯМР и схема эксперимента.
- Одномерный спектр. Интенсивность и форма сигналов. Основные требования при пробоподготовке.
- Химический сдвиг. Стандарты, типичные значения. Анизотропия химсдвига. Твердотельные спектры.
- Скалярное спин-спиновое взаимодействие. Вид мультиплетов. Мультиплеты первого и второго порядка.
- Динамическая спектроскопия ЯМР. Химический обмен, его влияние на вид спектров ЯМР.
- Диполь-дипольное взаимодействие. Зависимость от межъядерного расстояния. Ядерный эффект Оверхаузера.
- Квадрупольное взаимодействие.
- Ядерная релаксация.

Семинары включают решение задач на определение структуры химических соединений по спектрам ЯМР, а также разбор вопросов на знание принципов ЯМР.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Практически в каждой химической лаборатории (где занимаются синтезом или аналитикой; на производстве или в научно-исследовательском институте) спектроскопия ЯМР – это один из самых востребованных методов.

Знание основ ЯМР, умение разумно поставить задачу и интерпретировать полученные данные – это необходимый навык современного грамотного химика.

Можно сказать почти наверняка: если вы будете заниматься химией, то ЯМР вам пригодится.

**Код и название дисциплины**

[054417] Наноматериалы

**Преподавательский состав**

Модератор курса: Осмоловская О.М., к.х.н. доцент, o.osmolovskaya@spbu.ru  
офис 3166

Осмоловский Михаил Глебович к.х.н. доцент, m.osmolovsky@spbu.ru

Мельникова Наталия Анатольевна, к.х.н. с.н.с., n.melnikova@spbu.ru

**Структура и краткое содержание курса**

Цель курса – освоение студентами фундаментальных знаний в области химии наносостояния и выработка практических навыков применения этих знаний.

Задачи курса – изложение основных положений и законовnanoхимии, а также основных областей применения наноматериалов, в частности в медицине, обучение применению этих законов при решении конкретных задач, связанных с особенностями синтеза, регулирования свойств и применения наносистем.

Модуль 1. Общие сведения о наноматериалах

Введение. Общие сведения о наноматериалах. Методы получения и свойства наноматериалов.

Модуль 2. Области практического применения наноматериалов

Модуль 3. Углеродные наноматериалы

Углеродные материалы. Фуллерены. Углеродные нанотрубки. Графен.

Модуль 4. Наноматериалы для медицины

Основные понятия биологии и биохимии. Наномедицина. Использование наночастиц как переносчиков лекарственных препаратов: основные принципы. Магнитные наночастицы. Липосомы. Квантовые точки. Полимерные наночастицы. Метод тканевой инженерии. Нанобиочипы. Нанотехнологии в различных областях медицины.

В результате освоения курса обучающиеся получают базовые знания о типах и особенностях современных наноматериалов и перспективных областей их применения, методах получения наноматериалов, а также смогут определять возможность использования конкретных химических и физико-химических методов для получения наноматериалов с комплексом необходимых функциональных свойств.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

После окончания курса обучающиеся должны:

- знать проявляемые наноматериалами функциональные свойства, области их практического использования,
- знать общие принципы получения наноматериалов,
- владеть информацией о характеристиках коммерчески доступных наноматериалов, в том числе углеродных и используемых в медицине.

Полученные навыки могут быть использованы при решении прикладных задач материаловедения, в том числе при разработке углеродных наноматериалов с заданными свойствами и наночастиц для диагностики и лечения различных заболеваний.

Полученная в ходе освоения курса информация направлена на расширение горизонта знаний и может послужить хорошим основанием для более глубокого изучения узких направлений нанохимии и наноматериаловедения.

## Код и название дисциплины

[005783] Функциональные свойства полимеров



## Преподавательский состав

доктор химических наук, доцент Зорин Иван Михайлович  
i.zorin@spbu.ru, к.4214

## Структура и краткое содержание курса

Курс лекций предназначен для студентов, не планирующих специализацию в науке о полимерах, но желающих получить общие знания о современных направлениях использования полимеров. Этот обзорный курс содержит краткие сведения о важнейших свойствах полимеров, способах их регулирования, возможности и пределы применимости полимерных материалов в различных областях техники.

1. Общие представления о материаловедении в применении к полимерам. Понятие функционального свойства. Место и роль полимерных материалов в современном мире.
2. Механические свойства полимеров. Деформационно-прочностные свойства полимерных тел. Молекулярно-кинетическая природа высокоэластического состояния полимеров.
3. Полимерные материалы как многокомпонентные системы. Типы добавок к полимерам, используемых для улучшения свойств изделий. Нанодисперсные наполнители.
4. Важнейшие промышленные технологии переработки полимеров в изделия.
5. Полимерные материалы в микроэлектронике. Полимерные резисты. Общие принципы планарной микролитографии. Полимерные полупроводники и проводящие полимеры.
6. Полимерные сорбенты и носители. Мембранны.
7. Полимеры в медицине: общие сведения. Полимеры медико-технического назначения. Полимеры, предназначенные для введения в организм. Биосовместимые и биодеградируемые полимеры. Полимеры, используемые в восстановительной хирургии.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

В результате освоения программы курса обучающиеся получают знания о свойствах полимеров, как материалов, о принципах разработки новых материалов на основе полимеров, о способах производства изделий из полимеров и о применении полимерных материалов в некоторых научно-технических областях техники. Полученные знания можно применять при работе с полимерами и изделиями из них, при планировании работ, связанных с использованием полимерных материалов.

**Код и название дисциплины**

[054372]

Хемометрика

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор Кафедры аналитической химии, Кирсанов Дмитрий

Олегович, d.kirсанов@spbu.ru, комната 3142

д.ф.-м.н., доцент Кафедры аналитической химии, Панчук Виталий

Владимирович, v.panchuk@spbu.ru, комната 3124

**Структура и краткое содержание курса**

Курс посвящен применению методов машинного обучения в современной аналитической химии. Рассматриваются различные алгоритмы кластеризации (метод главных компонент), классификации (SIMCA, деревья решений, метод ближайших соседей), регрессионного анализа (MLR, PCR, PLS) и способы их применения для решения различных химических задач. Помимо этого в курсе рассматриваются основы дисперсионного анализа, основы планирования эксперимента и предварительной обработки данных (методы фильтрации, сглаживания, коррекции базовой линии). Значительная часть курса отведена на самостоятельную работу с реальными наборами данных. Все практические задания выполняются в среде статистических вычислений R.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

После прохождения курса вы научитесь самостоятельно применять некоторые популярные алгоритмы машинного обучения для обработки многомерных данных в среде R. Научитесь строить и интерпретировать модели МГК, классификационные модели, модели для количественного прогнозирования свойств объектов. Усвойте основные метрики качества классификации и регрессии, научитесь самостоятельно создавать экспериментальные планы для оценки влияния различных факторов на выход эксперимента.

# БЛОК 3

7 семестр

4 з.е.

## Код и название дисциплины

[041966] Методы разделения и концентрирования



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент, Дмитренко Мария Евгеньевна  
m.dmitrienko@spbu.ru, лаб. 2081,2085

## Структура и краткое содержание курса

Данный курс посвящен изучению методов разделения и концентрирования, подходов к их выбору при решении конкретных аналитических задач. Владение данными базовыми знаниями является необходимым условием успешной профессиональной деятельности в любой области аналитической химии и в первую очередь при анализе объектов окружающей среды.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

В результате освоения курса обучающиеся получают базовые знания о методах разделения и концентрирования, по подходах к их выбору при решении конкретных аналитических задач. Содержание курса входит в обязательный минимум профессиональных знаний химика-аналитика.

## Код и название дисциплины

[054430] Основы взаимодействия лазерного излучения с веществом



## Преподавательский состав

д.х.н. профессор Маньшина Алина Анвяровна,  
a.manshina@spbu.ru,  
Институт химии, офис 2101

## Структура и краткое содержание курса

В результате освоения курса обучающиеся получают базовые знания о том, что такое лазерное излучение, что такое вещество с точки зрения оптических явлений, каким образом происходит распространение лазерного излучения в различных средах (диэлектрики, полупроводники, металлы, биологические системы). Рассматриваются вопросы, связанные с одно- и много-фотонными процессами, приводящими к люминесценции веществ, различным видам рассеяния, лазерной абляции и т.п.

Мы также рассматриваем вторичные процессы, развивающиеся в результате воздействия лазерного излучения на вещество, обсуждаем возможности лазерного управления процессами в твердых телах, роли лазерного излучения при изучении и изменении свойств вещества. Рассматриваем вопросы, связанные с лазерным нагревом веществ, особенностями пространственной и временной локализации лазерно-индуцированных процессов.

Особое внимание уделяется взаимодействию лазерного излучения сnanoструктурированными объектами и сопутствующим эффектам, которые могут быть использованы для характеристики наноструктур и наноматериалов. Освоение курса поможет вам разобраться в физико-химических эффектах, которые могут быть использованы при исследовании проблем химии и материаловедения.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по Химии твердого тела, Материаловедению, Неорганической химии. Полученные знания расширят арсенал средств, позволяющих исследовать свойства синтезированных вами соединений и веществ, а также средств управления физико-химическими и оптическими свойствами ваших объектов. Исследование свойств веществ и материалов с использованием оптического и лазерного излучения является "золотым стандартом" при характеристике синтезированных объектов.

**Код и название дисциплины**

[054423] Прикладные аспекты термодинамики гетерогенных и аморфных систем

**Преподавательский состав**

Кандидаты химических наук, доценты Кафедры химической термодинамики и кинетики:

Приходько Игорь Владимирович (модератор курса),

Пулялина Александра Юрьевна,

Самаров Артемий Андреевич

**Структура и краткое содержание курса**

Модульный курс позволяет обучающимся ознакомиться с различными приложениями термодинамики гетерогенных систем для чистых компонентов и смесей; основными методами разделения и очистки веществ (дистилляция, экстракция, кристаллизация, сорбционные и мембранные методы), применяемыми в химической и родственных отраслях промышленности, материаловедении, в практике химических исследований. Особо будут отмечены фазовые диаграммы для бинарных и тройных систем, лежащие в основе методов разделения. Помимо лекционного материала, курс предусматривает наличие семинарских и практических занятий для развития у обучающихся навыков решения прикладных задач по термодинамике гетерогенных равновесий, расчетам термодинамических свойств веществ, а также получения знаний в области мембранных методов разделения.

Модуль 1 - Физико-химические основы методов разделения.

Модуль 2 - Прогнозирование термодинамических свойств органических веществ (энталпия, теплоемкость, Р-В-Т свойства, критические параметры и др.) - вычислительный практикум.

Модуль 3 - Практические занятия, выполнение лабораторных работ, которые проводятся в учебно-научной лаборатории "Мембранные методы разделения" на базе кафедры химической термодинамики и кинетики.

Курс базируется на знаниях, полученных обучающимися при изучении дисциплин «Общая термодинамика», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия».

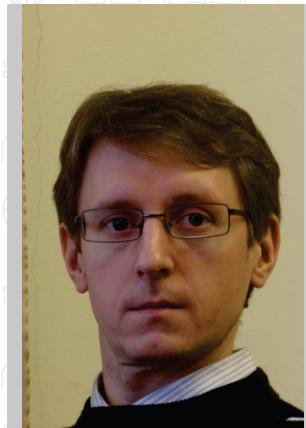
**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по направлению "физическая химия".

После прохождения курса обучающиеся выработают практические навыки применения фундаментальных знаний в области современных проблем физической химии; изучения физико-химических закономерностей, лежащих в основе каждого метода разделения, познакомятся с важнейшими способами разделения веществ и областями применения конкретных методов, будут уметь выполнять расчеты термодинамических свойств на основе уравнений состояния и моделей растворов; получат навыки получения неорганических и полимерных мембранных материалов, изучения основных характеристик мембран (коэффициенты проницаемости, сорбции, диффузии, селективность разделения).

**Код и название дисциплины**

[054432] Теория функционала плотности в квантовой химии

**Преподавательский состав**

к.х.н., доцент, Порсев Виталий Вениаминович

**Структура и краткое содержание курса**

Изучение дисциплины «Теория функционала плотности в квантовой химии» позволит студентам понять математические основы метода DFT – основного метода расчета, используемого в квантовой химии. Дисциплина начинается с построения формализма операторов плотности в общем случае, а также применения его к ансамблям электронов. Далее рассматривается общая теория электронной плотности, основанная на теоремах Хоэнберга-Кона. На этой основе затем развиваются конкретные варианты метода функционала плотности, включая теорию Томаса-Ферми-Дирака и метод Кона-Шема. Заканчивается дисциплина рассмотрением основ нестационарной теории функционала плотности, TD DFT – одного из популярных методов расчета возбужденных состояний.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по физической химии. Освоение дисциплины позволит подвести строгий теоретический базис под наиболее популярные методы расчета, используемые в квантовой химии.

**Код и название дисциплины**

064062 Термодинамика и кинетика поверхностных явлений

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор Борис Анатольевич Носков (модератор), b.noskov@spbu.ru, к. 1186

к.х.н., доцент Александр Владимирович Акентьев, a.akentiev@spbu.ru, к. 1188

**Структура и краткое содержание курса**

В ходе освоения учебной программы курса слушатели знакомятся с основами классической термодинамики поверхностных явлений и с современными достижениями этой науки. Вторая часть учебной программы посвящена неравновесным поверхностным явлениям в сложных жидкостях, с которыми обычно сталкивается химик при решении многих практических задач. Предлагаемый курс лекций позволяет познакомиться с основами макроскопического и мезоскопического описания межфазных границ в неравновесных системах и современными методами их исследования. Образование новой поверхности неизбежно сопровождается течением жидкости и обменом веществом между объемной фазой и поверхностным слоем. Поэтому в курсе лекций рассматриваются уравнения движения жидкости и диффузии в движущейся сложной жидкости. Основная трудность при описании неравновесных поверхностных явлений заключается во взаимном влиянии движения жидкости и процессов переноса амфи菲尔ных веществ, проявляющихся, например, в эффекте Плато-Гиббса-Марангони и при распространении поверхностных (капиллярных) волн. В курсе лекций рассматриваются существующие подходы при решении задач физической химии неравновесных поверхностных явлений в системах, содержащих поверхностно-активные вещества, амфи菲尔ные макромолекулы, прежде всего, биомакромолекулы и наночастицы.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Полученные знания можно применить в научно-педагогической деятельности, и при решении прикладных задач. Студенты знакомятся с основными закономерностями протекания физико-химических и гидродинамических процессов в многофазных системах, содержащих поверхностно-активные вещества, амфи菲尔ные макромолекулы (биомакромолекулы) и наночастицы, а также получают навыки использования приобретенных знаний при решении многочисленных задач, требующих применения физической химии поверхностных явлений.

**Код и название дисциплины**

[054435] Термодинамические свойства и процессы в жидкофазных и твердофазных системах

**Преподавательский состав**

к.х.н., доцент Самаров Артемий Андреевич (модератор)

[artemy.samarov@spbu.ru](mailto:artemy.samarov@spbu.ru), к. 2165

к.х.н., доцент Силюков Олег Игоревич

[oleg.silyukov@spbu.ru](mailto:oleg.silyukov@spbu.ru), к. 2193

**Структура и краткое содержание курса**

Модуль "Термодинамика растворов неэлектролитов"

Включает в себя следующие разделы: Основные положения классической термодинамики, Фундаментальное уравнение и термодинамические потенциалы, критерии равновесия и устойчивости Гиббса, общие термодинамические свойства растворов, фазовые равновесия в двухкомпонентных и многокомпонентных двухфазных системах.

Модуль "Кинетика и механизмы твердофазных реакций"

Включает в себя следующие разделы: Теоретические основы кинетического анализа твердофазных реакций, понятие о механизме твердофазной реакции и методы исследования механизма (теория Вагнера-Шмальцрида, закон параболического роста слоя продукта), кинетические модели твердофазных реакций, экспериментальные методы исследования кинетики твердофазных реакций.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по физической химии.

Основные приобретаемые навыки:

- построение фундаментальных уравнений для решения конкретных задач термодинамики;
- построение и анализ фазовых диаграмм;
- предсказание изменения параметров равновесия вдоль моновариантных кривых химических диаграмм в различных координатах.
- понимание особенности реакций в твердом теле, знание общих принципов кинетики твердофазных реакций, умение выбирать кинетическое уравнение для описания отдельных участков кривой «степень превращения – время»;
- иметь представление о процедуре установления промежуточных стадий твердофазных реакций, уметь объяснять наблюдаемые в ходе термического анализа эффекты резкого увеличения скорости реакции.

## Код и название дисциплины

[054441] Химия неорганических соединений в растворах

### Преподавательский состав

к.х.н., доцент Скрипкин Михаил Юрьевич (модератор) - к. 2012,

m.scrippkin@spbu.ru

к.х.н., доцент Пестова Ольга Николаевна - к. 1008, o.pestova@spbu.ru

к.х.н., доцент Богачев Никита Александрович - к. 2003, n.bogachev@spbu.ru

### Структура и краткое содержание курса

Данный курс посвящен обсуждению структуры водных растворов электролитов, основных моделей и равновесий, существующих в данных системах, форм существования неорганических соединений в растворе, закономерностей их изменения при варьировании концентрации, температуры, а также под влиянием третьего компонента, современных методов исследования растворов и о возможностях этих методов. В ходе освоения курса учащиеся приобретают знакомятся с основными представлениями о структуре водных, неводных и смешанных водно-органических растворов электролитов и о комплексообразовании в растворах с участием неорганических веществ, с теоретическими основами важнейших методов исследования растворов; приобретают навыки интерпретации диаграмм состояния двойных и тройных систем; прогнозирования свойств раствора заданного состава; интерпретации изменения свойств растворов электролитов, определения состава и устойчивости комплексов в растворе, умение проследить изменение структуры раствора по мере его концентрирования по данным криоскопического, вискозиметрического и других методов физико-химического анализа.

### Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траекторий по неорганической и физической химии. Обучающиеся, успешно освоившие данный курс, должны знать:

- важнейшие понятия химии растворов (эвтектика, перитектика, сиботактическая группа, гидратация, гидролиз, комплексообразование, структурно-вынужденные процессы);
- основные типы растворов, важнейшие существующие модели структуры жидкой воды и водных растворов электролитов;
- основные формы существования неорганических веществ в водных растворах, их зависимость от концентрации, природы фонового электролита, pH и температуры;
- важнейшие методы исследования состояния ионов в растворе.

Полученные знания востребованы в геохимии, биохимии, медицине - в любой области, где актуально знание структуры раствора на макро- и микро- (отдельные структурные единицы) уровне.

## Код и название дисциплины

[005782]

Элементоорганическая химия переходных металлов



## Преподавательский состав

д.х.н. профессор Бокач Надежда Арсеньевна, n.bokach@spbu.ru, комн. 4162

к.х.н. ассистент Рожков Антон Викторович

к.х.н. Каткова Светлана Александровна

## Структура и краткое содержание курса

Цель освоения курса – приобретение углубленных знаний в области металлоорганической химии переходных элементов и выработка практических навыков применения этих знаний. В рамках курса будут изучаться строение и свойства элементоорганических соединений d-элементов. Будут рассмотрены основные классы соединений – комплексы с лигандами CO, фосфинами, алкенами и алкинами, алкильными и гидридными лигандами, циклическими ароматическими лигандами и карбенами. Слушатели познакомятся с основными способами получения этих соединений, важнейшими типами реакционной способности и применением.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по неорганической химии и органической химии.

В результате освоения курса обучающиеся должны знать строение, свойства, способы получения металлорганических соединений переходных элементов, основные области применения этих соединений; уметь устанавливать взаимосвязь строение-свойства для металлорганических соединений; владеть навыками применения приобретенных знаний для решения конкретных задач.

# БЛОК 4

7 семестр

6 з.е.

**Код и название дисциплины**

[054419] Гибридные методы анализа

**Преподавательский состав**

Д.х.н., профессор кафедры аналитической химии Родинков Олег Васильевич,  
o.rodinkov@spbu.ru, пом. 3128.

К.х.н., старший преподаватель кафедры аналитической химии Якимова Нина  
Михайловна, n.yakimova@spbu.ru, пом. 3150.

**Структура и краткое содержание курса**

Дисциплина ставит своей целью освоение обучающимися основополагающих знаний в области гибридных методов анализа и приобретение ими навыков практического применения этих методов. В процессе обучения ими будут получены базовые знания о хроматографических и электрофоретических методах анализа, включая физико-химические закономерности методов разделения, лежащих в основе этих методов, методов количественного анализа и идентификации определяемых веществ. Будут рассмотрены вопросы аппаратурного оформления и функционирования современных хроматографических колонок и детекторов. Составной частью дисциплины является изучение и освоение современных методов пробоподготовки в сочетании с гибридными методами анализа: газовой, жидкостной, твердофазной экстракции и микроэкстракции, мембранных и хроматомембранных методов выделения анализов.

Разделы дисциплины: общая схема гибридных методов анализа; сущность хроматографического разделения и классификация хроматографических методов; теории хроматографии; хроматографическое детектирование; основные способы идентификации и количественного хроматографического анализа; методические аспекты аналитической газовой хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии; электрофоретические методы анализа, включая мицеллярную электрокинетическую хроматографию; хромато-масс-спектрометрия. По окончанию лекционного курса обучающиеся выполняют 14 лабораторных работ, посвященных освоению хроматографических и электрофоретических методов анализа и методов пробоподготовки. Лабораторный практикум проходит в Ресурсного центре "Методы анализа состава вещества" на современных газовых и жидкостных хроматографах с работой не более 2-х обучающихся на одном приборе.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по аналитической химии. Освоение настоящей дисциплины позволит обучающимся овладеть стратегией выбора гибридных методов анализа и современных методов пробоподготовки для решения конкретных аналитических задач, а также научит оценивать их аналитические возможности. Полученные знания могут найти применение во всех сферах деятельности, связанных с химическим анализом и определением примесей органических и неорганических загрязнителей в различных объектах окружающей среды, биологических жидкостях, фармацевтических препаратах, пищевых продуктах и других объектах. Обучающиеся овладеют навыками работы на современных газовых и жидкостных хроматографах, системах капиллярного электрофореза, освоят основные приемы дозирования анализируемых проб в указанные приборы, отрабатывают стандартные приемы выполнения градуировки, получения и обработки результатов анализа по базовым алгоритмам количественного химического анализа.

## Код и название дисциплины

054375

Методы исследования неорганических и координационных соединений

## Преподавательский состав

д.х.н., профессор: Туник Сергей Павлович, Лопатин Сергей Игоревич, Чежина Наталья Владимировна; к.х.н., профессор, Тимошкин Алексей Юрьевич (модератор), a.y.timoshkin@spbu.ru, 3149

к.х.н., доцентты: Селютин Артём Александрович, Критченков Илья Сергеевич, Давыдова Елена Иоановна, Скрипкин Михаил Юрьевич



## Структура и краткое содержание курса

- 1.1. Колебательная спектроскопия: основы метода. Колебательные спектры координационных соединений в газах, водных растворах и в кристаллическом состоянии. Методология эксперимента.
- 1.2. Основы метода электронной спектроскопии. Правила отбора. Интерпретация электронных спектров поглощения; теория кристаллического поля. Применение электронной спектроскопии поглощения: количественный анализ многокомпонентных систем, определение изобистических точек и констант равновесия, оценка термодинамических функций.
- 1.3. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Методология эксперимента. Химический сдвиг, спин-спиновые взаимодействия. Анализ спектра ЯМР, исследование структуры неорганических соединений.
- 1.4. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Методология. Исследование структуры соединений. Электронная микроскопия. Методика ПЭМ и РЭМ. Возможности и ограничения методов.
- 2.1. Рентгеноструктурный анализ: методология. Порошковая дифракция, возможности метода. Расшифровка дифрактограмм.
- 2.2. Магнетохимия. Магнитная восприимчивость и способы ее измерения.
- 3.1. Основы метода масс-спектрометрии. Интерпретация спектра. Методика масс-спектрометрического исследования паров неорганических веществ. Изучение состава и свойств паров химических соединений.
- 3.2. Термический анализ. Методология эксперимента, условия проведения и возможные ошибки.
- 3.3. Метод калориметрии. Определение термодинамических параметров: энталпии растворения, энталпии испарения (сублимации), энталпии и констант равновесия обратимых реакций.
- 3.4. Тензиметрия. Основы метода. Кинетические, динамические, квазистатические и статические методы.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории Неорганическая химия.

По окончании курса Вы будете:

- Знать основные физические методы исследования неорганических соединений, их достоинства и недостатки, области применения.
- Понимать методологию конкретного эксперимента
- Уметь выбрать условия проведения экспериментов;
- Уметь грамотно интерпретировать результаты эксперимента.

# БЛОК 5

7 семестр

3 з.е.

**Код и название дисциплины**

054445

Виды ядерных превращений и их химические последствия

**Преподавательский состав**

к.х.н. старший преподаватель Ерёмин Вячеслав Валентинович,

v.eremin@spbu.ru, СПБГУ, Менделеевский центр, ком. 201, 311

старший преподаватель Калинин Евгений Олегович

e.kalinin@spbu.ru, СПБГУ, Менделеевский центр, ком. 212, 311

**Структура и краткое содержание курса**

Структура курса включает 30 лекционных часов. Семинарские занятия (в объеме 30 часов) проводятся в интерактивной форме в группах численностью не более 10 человек. Их проведение связано с необходимостью выделения времени как для рассмотрения тем курса, не включенных в лекционную часть и предназначенных для самостоятельной проработки с использованием методического и справочного материала, предоставленного преподавателями, так и для решения задач.

Цель курса – ознакомление слушателей с основами ядерной химии. Прежде всего, он направлен на углубленное изучение слушателями различных видов ядерных превращений и возникающих при этом пост-эффектов в различных средах.

Лекционная часть включает, например, такие темы: открытие Э. Резерфордом атомного ядра. Альфа-излучение, его природа и свойства. Взаимодействие альфа-излучения с веществом. Энергия отдачи, возникающая при альфа-распаде. Бета-излучение, его природа и свойства. Теория бета-распада Э. Ферми. Взаимодействие бета-излучения с веществом. Энергия отдачи, возникающая при бета-распаде. Возбужденные состояния атомных ядер. Источники возбуждения атомных ядер. Гамма-излучение, его природа и свойства. Различные виды взаимодействия гамма-излучения с веществом. Другие виды электромагнитного излучения: рентгеновское, тормозное и т.п. Энергия отдачи, возникающая при испускании квантов электромагнитного излучения. Применение в изучении пост-эффектов ядерных превращений эмиссионной мёссбауэрской спектроскопии. Эффекты влияния химического окружения радиоактивных атомов на вероятность их распада.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

В результате освоения курса по данной дисциплине обучающиеся получают углубленные знания на самом современном уровне: о различных видах ядерных превращений, включая широкий круг ядерных реакций; о возникающих в результате протекания этих процессов пост-эффектов в окружающей электронной оболочке радиоактивных атомов; о возможности использования наблюдаемых эффектов в исследовании вещества, находящегося в различных агрегатных состояниях; об использовании радионуклидов и ионизирующих излучений в химических исследованиях, связанных, прежде всего, с решением экологических проблем; о задачах, решаемых с помощью методов ядерной физики и радиохимии в других областях знаний, например, биологии, геологии и медицине. Кроме того, обучающиеся приобретут умения и навыки, которые помогут им в подготовке ВКР и пригодятся при поступлении в магистратуру. Полученные знания пригодятся слушателям при выполнении ими, в дальнейшем, самостоятельных научных исследований в области прикладной радиохимии и ядерной химии.

## Код и название дисциплины

[070300] Компьютерное моделирование процессов: от простейших моделей к цифровым двойникам



## Преподавательский состав

к.ф.-м.н., доцент Вознесенский Михаил Андреевич  
m.voznesenskiy@spbu.ru, каб. 2124

## Структура и краткое содержание курса

Цель курса – освоение обучающимися знаний о современных подходах и тенденциях развития в области создания цифровых двойников в химической промышленности на примере моделирования физико-химических процессов. В основе цифровых двойников всегда лежат математические и компьютерные модели, которые требуют верификации и валидации, равно как программное обеспечение, реализующее эти модели. Цифровые двойники позволяют создавать цифровые испытательные стенды и полигоны на который проводятся цифровые испытания. Для этого созданы программно технологические платформы. Большой популярностью пользуются цифровые двойники изделий, но существуют также цифровые двойники процессов, в том числе химических.

В рамках дисциплины обучающиеся получат ясное понимание концепции цифровых двойников и основных подходов к их разработке. Помимо обсуждения концепции цифровых двойников, обучающиеся познакомятся с основами теории алгоритмов, принципами организации данных в структуры и средами разработки.

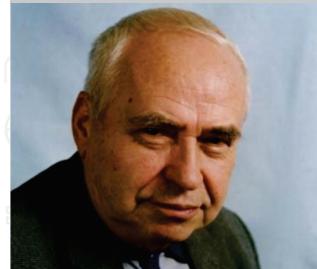
В рамках практических работ обучающимся будет предложено создать простейшие цифровые двойники, собрать испытательный виртуальный стенд и провести виртуально испытание.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Курс предназначен для создания у студентов представлений о методах компьютерного моделирования физико-химических процессов, цифровых двойниках, программных пакетах, использовании скриптовых языков. Знания в указанных областях будут служить основой для понимания механизмов функционирования цифровой экономики, в частности предприятий химической промышленности.

**Код и название дисциплины**

[054433] Методы теории групп в квантовой химии

**Преподавательский состав**

д. ф.-м. н., профессор Эварестов Роберт Александрович  
r.evarestov@sphu.ru

**Структура и краткое содержание курса**

Курс рассчитан на овладение обучающимися основами теории симметрии как молекул, так и кристаллов, и ее применением при квантово-химических расчетах молекул и твердых тел. Для молекулярных систем дается краткое описание точечных групп симметрии и их неприводимых представлений. Особое внимание уделяется методу локальной группы, позволяющему связать свойства симметрии отдельных атомов или групп эквивалентных атомов со свойствами симметрии электронных и колебательных состояний молекулы как целого.

Распространение указанного метода на кристаллические структуры составляет основную часть курса. Изучается периодическая модель кристаллических твердых тел и связанные с ней понятия типа кристаллической решетки Браве, точечной и пространственной групп симметрии кристаллов.

Для классификации электронных и колебательных состояний кристаллов рассмотрены неприводимые представления пространственных групп симметрии. Изучение этих вопросов сопровождается анализом данных на интернет сайте Бильбао кристаллографического сервера <http://cryst.ehu.es>. Дается описание различных типов кристаллических структур на основе данных интернет сайта для кристаллических структур <http://crystallography.net>.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Овладение материалом курса позволяет производить квантово-химические расчеты твердых тел, что существенно для применения компьютерного моделирования в материаловедении.

## Код и название дисциплины

[054431] Практика и теория фотоструктурных превращений



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент, Тверьянович Андрей Станиславович

a.tveryanovich@spbu.ru, комн. 1168

## Структура и краткое содержание курса

Оптический спектр стеклообразных полупроводников. Край фундаментального поглощения, длинноволновой край поглощения, рассеяние света за счет неоднородности среды, показатель преломления, дисперсия показателя преломления. Определение показателя преломления стекол и пленок на их основе. Электронная структура стеклообразных полупроводников. Дефекты в халькогенидных стеклообразных полупроводниках.

Фотоиндуцированное изменение оптических свойств стеклообразных полупроводников. Изменение положения фундаментального края поглощения и показателя преломления халькогенидных стекол под действием света.

Модельные представления о механизме фотоструктурных превращений. Модели фотоструктурных превращений на основе: дефектных состояний, изменения химического порядка, конформационных изменений, на основе других подходов. Фотоструктурные превращения в пленках. Фотоиндуцированная кристаллизация пленок. Фотоокисление и фотоиспарение халькогенидных пленок. Фотостимулированная диффузия металлов. Влияния фотоструктурных превращений на кинетику растворения пленок. Двухфотонные фотоструктурные превращения. Оптическое модифицирование показателя преломления в объеме стекла. Органические фоторезистивные материалы. Методы получения материалов для оптической записи информации. Экспериментальные методы исследования структурных превращений в конденсированных средах. Практическое применение фотоструктурных превращений.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Базовые знания о взаимодействии света с веществом, приводящем к фотоструктурным превращениям; представление о проявлениях фотоструктурных превращений, механизмах ответственных за фотоструктурные превращения, способах реализации и использования фотоструктурных превращений.

По итогам освоения учебной программы курса слушатели должны понимать роль эффекта фотоструктурных превращений и его применимость в современном оптическом материаловедении

## Код и название дисциплины

[005778] Стереохимия и конформационный анализ органических соединений



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент, Бакулина Ольга Юрьевна

## Структура и краткое содержание курса

Основные разделы курса: симметрия, хиральность и стереоизомерия; очистка и свойства стереоизомеров (физические, химические, биоактивность); связь строения и геометрии молекулы со спектрами ЯМР; использование стереохимии в установлении механизмов реакций; методы получения оптически активных веществ.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Курс необходим для освоения органической химии на профессиональном уровне и работы в области органического синтеза, медицинской химии.

## Код и название дисциплины

054436 Термодинамико-кинетические основы процессов разделения/Thermodynamic and kinetic fundamentals of separation processes



## Преподавательский состав

Пулялина Александра Юрьевна, к.х.н., доцент/PhD Pulyalina Alexandra Yurievna, assosiate professor

Голикова Александра Дмитриевна, к.х.н., старший преподаватель/Golikova Alexandra Dmitrievna, assistant professor

## Структура и краткое содержание курса

Цель дисциплины - освоение обучаемыми фундаментальных знаний в области процессов разделения веществ (таких, как ректификация, этерификация, мембранные процессы) и выработка практических навыков применения этих знаний.

Структура курса:

Модуль 1. Процессы разделения веществ

Химические методы разделения веществ / Физико-химические методы разделения веществ. Простая перегонка и ректификация / Кристаллизационные методы разделения / Жидкостная экстракция / Пенное разделение веществ

Модуль 2. Мембранные процессы и материалы

Классификация мембранных процессов, основные требования, предъявляемые к мембранным материалам / Баромембранные процессы / Мембранные процессы разделения под действием градиента концентраций / Жидкие мембранны: облегченный и сопряженный транспорт / Электродиализ / Термомембранные процессы

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

В результате освоения курса, обучающиеся получают базовые знания о процессах разделения, их физико-химических аспектах и актуальных задачах, способах проведения и реализации в промышленности. Владеют навыками планирования экспериментов в сфере разделения, а также обработки полученных результатов.

Дисциплина участвует в формировании траектории по:

Аналитическая химия

Органическая химия

Физическая химия

Высокомолекулярные соединения

## Код и название дисциплины

[000942] Химия и ионика твердого тела



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент Мельникова Наталия Анатольевна

n.melnikova@spbu.ru, комната 3006

к.х.н., доцент Глумов Олег Владимирович

o.glumov@spbu.ru, комната 3006

## Структура и краткое содержание курса

Целью курса является освоение студентами фундаментальных теоретических и практических знаний в области химии и ионики твердого тела.

Краткое содержание курса:

1. Введение. Классификация твердых веществ.
2. Химическая связь и электронное строение твердых веществ. Типы химической связи в твердом теле. Зонная структура кристаллов.
3. Реальная структура кристаллов. Совершенные и несовершенные кристаллы. Типы дефектов. Собственные точечные дефекты. Дефектообразование и нестехиометрия кристаллов. Примесные точечные дефекты.
4. Транспортные свойства твердых электролитов. Подвижность точечных дефектов. Диффузия и самодиффузия в твердых телах. Основные механизмы самодиффузии. Коэффициент диффузии, энергия активации диффузии.
5. Нестехиометрические кристаллы. Дефектная структура нестехиометрического ионного кристалла. Влияние примесей на дефектную структуру нестехиометрического кристалла. Окисление металлов.
6. Стеклообразное состояние вещества. Синтез стекол. Металлические стекла. Стеклокерамика.
7. Химические реакции твердых тел. Термодинамические оценки возможности прохождения химических реакций с участием твердых тел. Общие закономерности скорости гетерогенных химических процессов с участием твердых тел.
8. Методы синтеза твердых веществ. Твердофазный синтез. Керамика. Выращивание монокристаллов. Получение твердых веществ в виде тонких слоев и пленок.
9. Практическое применение твердых электролитов в электрохимических устройствах. Топливные элементы. Химические источники тока. Термодинамические исследования. Сенсоры.

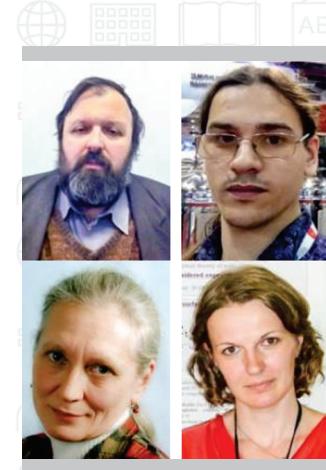
## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Химия и ионика твердого тела представляет собой одну из основных дисциплин химического цикла, изучение которой призвано обеспечить подготовку специалистов в области исследования структурно-чувствительных свойств и физико-химических превращений твердофазных веществ. Полученные знания могут быть использованы для направленного синтеза новых функциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами, для разработки методов их синтеза и совершенствования традиционных технологий с использованием твердофазных реагентов, а также при создании и изучении материалов для различных электрохимических устройств, таких как химические источники тока, топливные элементы и т.п.

Дисциплина участвует в формировании траектории по химии твердого тела.

**Код и название дисциплины**

[054427] Электроповерхностные явления в нанодисперсных системах

**Преподавательский состав**

д.х.н., доцент Суходолов Николай Геннадьевич (модератор)

n.sukhodolov@spbu.ru, к. 3181

к.х.н., доцент Иванов Никита Сергеевич; n.ivanov@spbu.ru, к. 3181

д.х.н., профессор Ермакова Людмила Эдуардовна; l.ermakova@spbu.ru, к. 3182

к.х.н., доцент Волкова Анна Валериевна; anna.volkova@spbu.ru, к. 3194

**Структура и краткое содержание курса**

Курс включает в себя 3 модуля, посвященных различным аспектам теоретического описания и экспериментального исследования различных классов дисперсных систем – свободнодисперсных, двумерныхnanoструктур (пленки), капиллярно-пористых тел и мембран различной химической природы в жидких средах:

1. Электроповерхностные явления в дисперсных системах (Суходолов Н.Г., Иванов Н.С.)
2. Электрические свойства нанорегулярных структур (Суходолов Н.Г., Иванов Н.С.)
3. Мембранные системы (Ермакова Л.Э., Волкова А.В.)

В рамках курса рассматриваются процессы заряжения твердых тел в растворах электролитов, структура двойного электрического слоя на границе раздела твердая фаза - раствор, а также закономерности массопереноса и электрохимических явлений, возникающих при наложении на дисперсную систему внешних полей.

В курсе особое внимание обращается на особенности химии наноразмерных систем, механизмы образования мономолекулярных слоев на поверхности жидкости, условия образования пленок Ленгмюра-Блоджетт, их термодинамические характеристики, фазовые состояния на поверхности жидкости, а также условия переноса на твердые подложки и методы исследования данных систем. Также в рамках курса рассматривается применение пленок Ленгмюра-Блоджетт в качестве модельных объектов для исследования биологических мембран, особенности строения коллагированных монослоев, их структура и применение.

В курсе также рассматриваются общие представления о капиллярно-пористых телах, мембранах и мембранных методах разделения, необходимые знания о равновесных и транспортных характеристиках полимерных и неорганических мембранных систем, а также их взаимосвязи с функциональными свойствами (практическим применением) мембран в водных средах.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

После прохождения курса студент будет владеть современными теоретическими представлениями об особенностях электроповерхностных явлений на межфазной границе «твердое тело – водный раствор электролита» и мембранных методов разделения. Овладеет практическими навыками исследования мембранных систем. Познакомится с методами получения, исследования и применения регулярных мультимолекулярных структур – пленок Ленгмюра-Блоджетт. Узнает, как и почему функциональные свойства пленок и мембран, эффективно применяемых в сорбционно-мембранных технологиях очистки водных ресурсов, зависят от их коллоидно-химических характеристик.

# БЛОК 1

8 семестр

5 з.е.

## Код и название дисциплины

[005269] Методические основы анализа неорганических объектов



## Преподавательский состав

к.х.н. старший преподаватель Савинов Сергей Сергеевич

s.s.savinnov@spbu.ru, лаб. 3136

## Структура и краткое содержание курса

В рамках лекций будут рассмотрены методические основы выполнения химического анализа, изучены особенности проведения стадий пробоотбора и пробоподготовки, способы устранения источников погрешностей. На семинарах в формате обсуждений будут рассмотрены вопросы, посвященные особенностям анализа реальных объектов в зависимости от их природы, анализов и используемых методов анализа. На лабораторных работах будет проводиться экспериментальное освоение различных схем анализа наиболее распространенных классов неорганических объектов, практически изучены методические особенности проведения анализа.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Полученные знания будут востребованы при работе в аналитических лабораториях широкого профиля, а также при научной и практической деятельности, связанной с неорганическим анализом.

## Код и название дисциплины

[070301] Практические аспекты нанохимии



## Преподавательский состав

руководитель группы синтеза и исследования наночастиц и наноструктурированных материалов

к.х.н. доцент Осмоловская Ольга Михайловна

[o.osmolovskaya@spbu.ru](mailto:o.osmolovskaya@spbu.ru)

офис 3166

## Структура и краткое содержание курса

Цель курса – освоение студентами фундаментальных знаний в области нанохимии и выработка практических навыков применения этих знаний при разработке инновационных материалов.

Задачи курса – изложение основных представлений нанохимии, начиная с базовых понятий нанотехнологии и заканчивая коммерчески доступными продуктами, с привлечением полученных студентами на предыдущих стадиях обучения базовых знаний.

Дисциплина состоит из восьми разделов (подробное содержание разделов доступно в РПД дисциплины).

Первые семь разделов представляют собой лекционный материал и посвящены разбору фундаментальных вопросов нанохимии. Занятия проводятся в виде сдвоенных пар (всего 8 занятий) в первые три недели с начала обучения.

Раздел 1. Введение

Раздел 2. Общие вопросы синтеза наночастиц

Раздел 3. Общие вопросы синтеза нанопленок

Раздел 4. Наиболее распространенные методы исследования морфологии нанообъектов

Раздел 5. Основные функциональные свойства нанообъектов: практические аспекты

Раздел 6. Безопасность нанообъектов и правовое регулирование

Раздел 7. Основные достижения нанотехнологии и перспективы развития

Восьмая часть курса посвящена проектной деятельности на тему «Использование нанотехнологий при решении проблем функционирования мегаполисов на примере Санкт-Петербурга».

Проектная деятельность выполняется поэтапно в течение всего семестра после окончания лекционных занятий.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

После окончания курса обучающиеся должны:

- знать общие принципы получения нанообъектов (наночастиц и нанопленок),
- владеть информацией о характеристиках коммерчески доступных наноматериалов,
- знать проявляемые нанообъектами функциональные свойства.

Проектная деятельность построена таким образом, чтобы в легкой форме моделировать ситуации, которые могут возникнуть при разработке и внедрении инновационных продуктов, что обеспечивает тренировку навыка поиска и анализа возможных способов решения проблемы. Обучающие научатся самостоятельно формулировать цель проекта и пути ее достижения, а также получат навыки работы в команде и совместного решения задач. Активное участие в проектной деятельности в будущем поможет обучающимся в планирования своей деятельности, а также обеспечит их минимальным опытом, необходимым для оптимального решения реальных задач.



## Код и название дисциплины

005777

Теоретические основы органической химии



## Преподавательский состав

д.х.н., профессор Боярский Вадим Павлович, v.boiarskii@spbu.ru, кабинет 4162

д.х.н., профессор Болотин Дмитрий Сергеевич, d.s.bolotin@spbu.ru, 3186

к.х.н., доцент Иванов Даниил Михайлович, d.m.ivanov@spbu.ru, кабинет 4150

## Структура и краткое содержание курса

Органическая химия исторически формировалась как эмпирическая наука, оперирующая огромным количеством экспериментальных данных. Но по мере своего развития она обретала теоретический аппарат, вначале обобщивший представления о строении органических соединений, а затем описавший принципы взаимодействия этих соединений между собой и с различными неорганическими реагентами. Появившиеся знания о структуре и реакционной способности органических соединений, а также об основных механизмах реакций позволили не только систематизировать огромный массив экспериментальных данных, но и с достаточной вероятностью планировать разработку новых реакций и синтетических методов. Именно изучение механизмов реакций и соотношения структура/свойство, а также методов их установления составляет предмет данного курса.

Курс состоит из лекций в объеме 48 часов, семинаров в объеме 24 ч и практических занятий в объеме 48 ч. Семинары включают разбор задач по темам, изучаемым в ходе лекционных занятий, а практические занятия - самостоятельное решение задач.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по органической химии. После прохождения курса обучающиеся приобретают знания о закономерностях зависимости химических и физических свойств органических соединений от их структуры, принципах количественного рассмотрения реакционной способности органических соединений, а также навыки применения этих принципов и закономерностей при решении конкретных задач.

## Код и название дисциплины

[054377] Физическая химия мягких наноструктурных систем



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент Миляева Ольга Юрьевна

[o.milyaeva@spbu.ru](mailto:o.milyaeva@spbu.ru)

к.ф.-м.н., доцент Вознесенский Михаил Андреевич (модератор)

[m.voznesenskiy@spbu.ru](mailto:m.voznesenskiy@spbu.ru), каб. 2124

## Структура и краткое содержание курса

Курс является введением к большому недавно сформировавшемуся разделу современной химии и физики, посвященному мягкому веществу (Soft Matter). К мягкому веществу относятся мицеллярные и полимерные растворы, коллоидные растворы, жидкие кристаллы, системы в стеклообразном состоянии, мембранны и всевозможные биологические объекты.

Особый интерес представляет связь между наномасштабной организацией и макроскопическим поведением мягких систем. В таких системах обычным является явление самоорганизации, в результате которого образуется богатый мир причудливым образом упорядоченных наноструктур – мицеллы, везикулы, мембранны, гели. Физико-химическое поведение систем и их свойства определяется морфологией образующихся в них наноструктур, которая может кардинальным образом меняться, реагируя на небольшие изменения внешних условий.

Курс состоит из двух модулей:

Модуль 1. Мицеллообразующие поверхностно-активные вещества (доц. Миляева). В рамках модуля обсуждается поведение молекул ПАВ на границе раздела фаз, рассматривается структура мицелл, зависимость процессов роста от типа ПАВ, освещается применения ПАВ.

Модуль 2. Физическая химия мягкого вещества (доц. Вознесенский). В рамках модуля обсуждаются основные подходы к описанию полимерных и мицеллярных систем, их структуры и связанных с этим особенностей поведения. В рамках семинарских занятий и практических работ проходит обсуждение теоретических разделов курса и разбираются примеры применения изученных подходов и моделей к описанию реальных систем.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по физической химии.

Цель курса – познакомить слушателей с термодинамическим и молекулярно-статистическим подходами к описанию мягких наноструктурных систем, привести примеры применения в высоких технологиях, в частности для создания «умных» материалов, рассмотреть физические основы экспериментальных методов исследования.

По итогам освоения курса слушатели должны иметь представление о многообразии мягких наноструктурных систем, фазовом поведении в зависимости от их природы и от внешних условий, применении мягкой материи в современных технологиях.

# БЛОК 2

8 семестр

5 з.е.

**Код и название дисциплины**

[041967] Внелабораторный химический анализ

**Преподавательский состав**

Д.х.н., проф. Ермаков Сергей Сергеевич (s.ermakov@spbu.ru)

Д.х.н., проф. Кирсанов Дмитрий Олегович (d.kirсанов@spbu.ru)

К.х.н., доц. Шишов Андрей Юрьевич (a.y.shishov@spbu.ru)

К.х.н., доц. Тимофеева Ирина Игоревна (i.i.timofeeva@spbu.ru) модератор

**Структура и краткое содержание курса**

Курс "Внелабораторный химический анализ" состоит из 5-и Модулей: «Тест-методы химического анализа», «Проточные методы анализа», «Миниатюризация химического анализа», «Сенсоры», «Мультисенсорные системы».

Курс предполагает формирование знаний о различных видах средств внелабораторного анализа (тест-систем, проточных методов, химических сенсоров и биосенсоров), которые позволяют обучающимся правильно выбрать средство внелабораторного анализа в зависимости от объекта анализа и физико-химических свойств аналита.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по аналитической химии. В результате освоения курса обучающиеся получают базовые знания о внелабораторном химическом анализе, способах его осуществления. Получают умения и навыки самостоятельно выбрать метод внелабораторного анализа для решения конкретной аналитической задачи, оценить возможности и ограничения методов. Знают теоретические основы и владеют навыками экспериментальной работы в области внелабораторного анализа. Обучающиеся способны анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения по оптимальному развитию работы. Понимают принципы функционирования и умеют работать на современной научной аппаратуре.

**Код и название дисциплины**

054446 Воздействие радиации на человека и окружающую среду

**Преподавательский состав**

К.х.н. старший преподаватель Ерёмин Вячеслав Валентинович,  
v.eremin@spbu.ru, СПбГУ, Менделеевский центр, ком. 201, 311  
старший преподаватель Калинин Евгений Олегович  
e.kalinin@spbu.ru, СПбГУ, Менделеевский центр, ком. 212, 311

**Структура и краткое содержание курса**

Структура курса включает: лекции в объеме 24 часов; семинары в объеме 24 часов.

Семинары проводятся в интерактивной форме в группе численностью не более 6 человек и включают рассмотрение различных типов детекторов ионизирующих излучений: принципы их работы, конструкционные особенности, сферы применения. Рассматриваются механизмы взаимодействия ионизирующих частиц с различными материалами и последствия этих воздействий. Семинары также включают обсуждение теоретической базы для выполнения конкретной лабораторной работы, постановки задачи и способов анализа экспериментальных результатов.

Для закрепления пройденного материала в области радиометрии и дозиметрии предусмотрены практические занятия и поставлены лабораторные работы. Практические занятия (в объеме 48 часов) проводятся в компьютерном классе кафедры радиохимии. Студенты анализируют результаты лабораторных работ, делают необходимые расчёты, проводят полную статистическую обработку полученной информации и оформляют протоколы. Студенты проводят также оценку рабочих характеристик радиометрической аппаратуры и стабильности ее работы. Кроме того, они выполняют задания, полученные от преподавателя, готовят материалы к семинарским занятиям. Лабораторные работы (в объеме 48 часов) включают проведение радиометрических и дозиметрических экспериментов, связанных с регистрацией радиоактивных излучений и получением спектров альфа-, бета-, гамма-излучений.

Лекционная часть курса содержит ряд актуальных тем, связанных, например, с обсуждении элементарных радиационно-химических процессов, инициируемых в веществе радиоактивным излучением, а также современного состояния радиоэкологических проблем, вследствие с интенсивным развитием ядерной энергетики.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по радиохимии. В результате освоения курса студенты получат более глубокое и детальное представление о процессах взаимодействия заряженных частиц, гамма-излучения и нейтронов с веществом. Следующий шаг: подробное теоретическое и практическое изучение принципов действия и сфер использования различных детекторов радиоактивности. Знания и навыки, полученные при этом студентами, принесут им пользу как при создании ВКР, так и при освоении, в дальнейшем, специальных магистерских дисциплин. Кроме того, накопленный ими опыт несомненно пригодится слушателям потом при выполнении ими самостоятельных научных исследований в областях радиохимии, ядерной химии, радиоэкологии, атомной отрасли и ядерной медицины.

**Код и название дисциплины**

[064066] Дисперсные системы и неравновесные поверхностные явления

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор Ермакова Людмила Эдуардовна (модератор)

[l.ermakova@spbu.ru](mailto:l.ermakova@spbu.ru), к. 3182

к.х.н., доцент Волкова Анна Валерьевна; [anna.volkova@spbu.ru](mailto:anna.volkova@spbu.ru), к. 3194

к.х.н., в.н.с. Быков Алексей Геннадьевич; [a.bykov@spbu.ru](mailto:a.bykov@spbu.ru), к. 1196

к.х.н., доцент Акентьев Александр Владимирович; [a.akentiev@spbu.ru](mailto:a.akentiev@spbu.ru), к. 1188

**Структура и краткое содержание курса**

Курс включает в себя три модуля, посвященных основам неравновесной термодинамики, теоретическому описанию и экспериментальному исследованию границы раздела "жидкость – газ", а также проблемам теоретического описания и комплексного экспериментального исследования границы раздела "высокодисперсная твердая фаза – раствор электролита".

Модуль 1. Основы линейной неравновесной термодинамики (Быков А.Г.)

Посвящен рассмотрению основ равновесной и основных идей линейной неравновесной термодинамики, неравновесной термодинамики для непрерывных систем, а также возможности применения неравновесной термодинамики к описанию поверхностных явлений.

Модуль 2. Методы измерения характеристик капиллярных волн (Акентьев А.В.)

Практический модуль, посвященный знакомству с основными экспериментальными методами определения динамических поверхностных свойств на границе раздела "жидкость - газ".

Модуль 3. Устойчивость и электрохимические свойства дисперсных систем (Ермакова Л.Э., Волкова А.В.)

Посвящен рассмотрению современных модельных представлений о строении границы раздела "диэлектрик - раствор электролита" и заряжении поверхностей, а также знакомству с основными экспериментальными методами исследования структурных и электроповерхностных характеристик свободнодисперсных систем. В рамках модуля особое внимание уделено рассмотрению фундаментальной проблемы коагуляции и стабилизации наночастиц в жидких средах, а также современных методов изучения агрегативной устойчивости дисперсий.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Поверхностные явления играют важную роль в жизнедеятельности человека. Современные химические технологии, медицина, биотехнологии, материаловедение так или иначе связаны с использованием наноразмерных дисперсных систем, характеризующихся протяженной границей раздела фаз. Закономерности протекания поверхностных явлений, например, структурообразование или стабилизация дисперсий, служат теоретической основой получения различных функциональных материалов с заданными свойствами: керамики, сорбентов, катализаторов, мембранных систем адресной доставки лекарств и т.д.

После прохождения курса студент будет владеть современными теоретическими представлениями о поверхностных явлениях, происходящих на различных границах раздела фаз, устойчивости и стабилизации гидрофобных коллоидов, практическими навыками по комплексному экспериментальному исследованию динамических и электрических поверхностных свойств, коагуляции наноразмерных дисперсных систем.

**Код и название дисциплины**

054378 Ионный обмен и ионометрия



Ионный обмен и ионометрия



Ion Exchange and Ionometry

**Преподавательский состав**

Д.х.н. профессор Михельсон Константин Николаевич (модератор)

k.mikhelson@spbu.ru к. 2091

К.х.н. доцент Курапова Ольга Юрьевна

o.y.kurapova@spbu.ru к. 2128

**Структура и краткое содержание курса**

Ионный обмен – это гетерогенная реакция обмена ионов между двумя электролитами, один из которых является ионитом. Например катионы  $\text{Ca}^{2+}$  переходят из фазы водного раствора в фазу ионита, а удвоенное количество  $\text{Na}^+$ , наоборот, переходит из ионита в раствор. В более широком плане можно говорить о калий-натриевом обмене между живой клеткой и межклеточной жидкостью, обмен ионами в почвах и т.д. В части курса, посвященной ионному обмену, обсуждается физико-химическая природа, термодинамика, кинетика процессов ионного обмена с использованием неорганических и органических ионитов, а также закономерности ионообменной хроматографии.

В разделе ионометрии обсуждаются механизм отклика ионоселективных электродов - электрохимических сенсоров, в основе работы которых лежат процессы ионного обмена. Обсуждается механизм формирования мембранныго электрического потенциала, виды ионоселективных мембран: стеклянные, кристаллические, полимерные, современное состояние науки в области ИСЭ, методы исследования и применения таких сенсоров.

На семинарах обсуждается решение задач, предложенных студентам в качестве домашних заданий. Кроме того, на семинарах студенты делают презентации по научным статьям по тематике курса из числа предложенных преподавателем или выбранных студентами самостоятельно.

Лабораторные работы включают измерения константы ионного обмена и ионообменной емкости образцов различных ионитов, хроматографическое разделение смесей, потенциометрические измерения с электродами в смешанных растворах, исследование электродов методами хронопотенциометрии и электрохимического импеданса.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

В ходе обучения студенты увидят, как взаимодействуют фундаментальные законы, которые «принадлежат» различным областям знания: математике, физике, химии, биологии, когда речь заходит о практически значимых устройствах.

В результате освоения дисциплины студенты получат знания фундаментальных основ ионного обмена и потенциометрии, научатся выбирать наиболее подходящий вид ионита или электрода для решения конкретной практической задачи, овладеют навыками подготовки и использования ионитов и электродов в физико-химическом анализе и обработки полученных данных, а также получат опыт самостоятельной работы с научной литературой и подготовки научных презентаций.

**Код и название дисциплины**

[054382] Методы квантовой химии твердого тела

**Преподавательский состав**

к.х.н., доцент Бандура Андрей Вилович

a.bandura@spbu.ru, 1154

**Структура и краткое содержание курса**

Курс содержит элементы теории периодических систем, необходимые для выполнения квантовохимических расчетов кристаллов, моделей поверхности и нанообъектов (нанослоев, нанотрубок и наностержней). В число изучаемых разделов включены элементы кристаллографии 3D, 2D и 1D структур, основы теории пространственных, слоевых и однопериодических групп, понятия, связанные с обратной решеткой, квантовохимические методы определения одноэлектронных состояний. Подробно рассматривается интерфейс к программе CRYSTAL и практически выполняются расчеты геометрической и электронной структуры, а также физических свойств представителей перечисленных систем.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории по физической химии. Обучающиеся получают навыки выполнения квантовохимических расчетов твердых тел иnanoструктур, которые можно применить при решении различных задач, связанных с теорией материалов.

**Код и название дисциплины**

054443 Неорганическая химия парообразного состояния

**Преподавательский состав**

д.х.н., профессор, Лопатин Сергей Игоревич

s.lopatin@spbu.ru, 1044

к.х.н., профессор, Тимошкин Алексей Юрьевич (модератор)

a.y.timoshkin@spbu.ru

**Структура и краткое содержание курса**

Условия и формы существования неорганических и координационных соединений в парах.

Гидриды, Галогениды, Оксиды, Гидроксиды, Элементоорганические соединения, Комплексные соединения.

Химические транспортные реакции. Химическое осаждение из газовой фазы (CVD-метод).

Масс-спектрометрический метод исследования соединений (включает лабораторные работы).

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траектории Неорганическая химия.

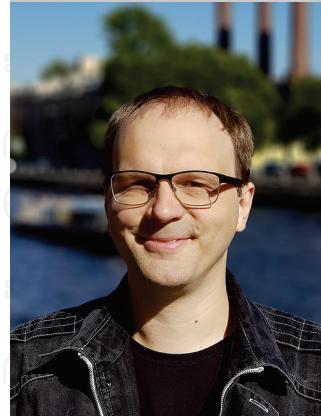
По окончании курса Вы будете:

- Владеть теоретическими основами неорганической химии парообразного состояния, знать термодинамические и кинетические основы и закономерности протекания химических процессов в газовой фазе;
- Владеть современными методами исследования гомогенных и гетерогенных равновесий с участием газовой фазы, термодинамической обработкой данных тензиметрического и масс-спектрометрического методов исследования,
- Иметь представления, позволяющие прогнозировать и моделировать характер процессов, протекающих в температурной последовательности в многокомпонентных системах с участием неорганических и комплексных соединений.

Полученные знания необходимы при решении практических задач современной науки и техники, связанной с высокотемпературными процессами.

## Код и название дисциплины

[054384] Прикладные аспекты термодинамики и кинетики



## Преподавательский состав

к.х.н., доцент Родионов Иван Алексеевич (модератор)

i.rodionov@spbu.ru, к. 2193

к.х.н., доцент Самаров Артемий Андреевич

artemy.samarov@spbu.ru, к. 2165

## Структура и краткое содержание курса

### Модуль "Избранные главы химической кинетики"

Дополняет основной курс химической кинетики, включает в себя следующие разделы: теория переходного состояния (каноническая, микроканоническая, вариационная), теория столкновений, диффузионная кинетика, корреляционные соотношения, коэффициенты переноса (соотношения Бренстеда, уравнение Гамметта, теория Маркуса, уравнение Тёмкина-Пыжкова), метод маршрутов для анализа механизма сложной реакции.

### Модуль "Прикладная химическая термодинамика"

Включает в себя следующие разделы: вычисление термодинамических функций индивидуальных веществ (газовое и конденсированное состояние), модели растворов (ассоциированные растворы, регулярные растворы, уравнение Вильсона, уравнение NRTL), вычисление параметров химического и фазового равновесия.

## Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания

Дисциплина участвует в формировании траектории по физической химии.

Основные приобретаемые навыки:

- Вычисление константы скорости химической реакции по молекулярным данным
- Корреляционный анализ кинетических данных
- Анализ механизма сложной химической реакции и вывод кинетического уравнения
- Расчёт термодинамических свойств индивидуальных веществ на основе аддитивных моделей
- Расчёт термодинамических свойств гетерогенных смесей на основе корреляционных моделей

**Код и название дисциплины**

[005779] Физико-химические методы исследования органических веществ

**Преподавательский состав**

к.х.н., доцент Панькова Алена Сергеевна

a.pankova@spbu.ru, к. 4132

к.х.н., доцент Сорокоумов Виктор Николаевич

v.sorokoumov@spbu.ru, к. 4083

**Структура и краткое содержание курса**

Цель курса – изложение наиболее употребительных современных физических методов исследования органических веществ. Основное внимание уделяется методологии применения и возможностям каждого метода, излагаются также необходимые дополнительные сведения по теории и технике осуществления.

В рамках курса обсуждаются спектральные методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом: инфракрасная спектроскопия, спектроскопия ультрафиолетового и видимого диапазонов, спектроскопия комбинационного рассеяния, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, спектрополяриметрия и др., а также основы масс-спектрометрии органических соединений.

Задача курса - показать специфику и возможности описываемых методов применительно к органическим веществам и практическим задачам, возникающим перед химиком, работающим с органическими веществами.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Дисциплина участвует в формировании траекторий по органической химии, медицинской химии, химии высокомолекулярных соединений. Полученные знания необходимы для решения практических задач определения структур неизвестных соединений, идентификации синтезированных препаратов, оценки их чистоты, количественного и качественного анализа смесей. Обучающиеся получат навыки интерпретации комплекса спектральных данных, учитывающие специфику органических соединений.

# БЛОК 3

8 семестр

5 з.е.

**Код и название дисциплины**

[054385] Методы атомной и молекулярной спектрометрии

**Преподавательский состав**

д.х.н. профессор Булатов Андрей Васильевич

д.ф.-м.н. доцент Панчук Виталий Владимирович

к.х.н. старший преподаватель Савинов Сергей Сергеевич (модератор)

s.s.savinnov@spbu.ru, лаб. 3136

**Структура и краткое содержание курса**

Курс посвящен методам, молекулярного, атомного и рентгеноспектрального анализа. Вы приобретете знания о возможностях методов, их методологических подходах, а также получите и практические навыки их использования. В курсе излагаются основные принципы спектрального анализа, составные узлы и особенности спектральных приборов, объясняются приемы качественного и количественного анализа. На лабораторных работах вы освоите различные варианты спектральных методов и получите навыки их применения для определения различных веществ в природных, промышленных и биологических объектах.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Полученные навыки применяются при установлении состава проб различной природы для целей экологии, токсикологии, биомониторинга, контроля качества продукции, металлургии.

**Код и название дисциплины**

[054438] Неорганические материалы

**Преподавательский состав**

Модератор курса: Осмоловская О.М., к.х.н., доцент, o.osmolovskaya@spbu.ru  
офис 3166

к.х.н. доцент Бобрышева Н.П., к.г.-м.н. доцент Гуржий В.В., к.х.н. с.н.с.

Мельникова Н.А., к.х.н. доцент Осмоловский М.Г., к.х.н. доцент Приходько И.В., к.ф.-м.н. доцент Вознесенский М.А., д.х.н. профессор Столярова В.Л.

**Структура и краткое содержание курса**

Цель курса – освоение студентами фундаментальных понятий неорганической химии, химии растворов и химии конденсированного и нано- состояния, связанных с вопросами получения и применения неорганических материалов; ознакомление студентов с современными направлениями исследований в области получения неорганических материалов с заданными свойствами.

Задачи курса – изложение основных положений и законов неорганической химии применительно к конденсированному состоянию вещества и к процессам твердофазного синтеза и синтеза наноматериалов, обучение применению этих законов при решении конкретных задач химического материаловедения.

Модуль 1. Введение

Модуль 2. Влияние особенностей кристаллической структуры на свойства неорганических материалов.

Модуль 3. Электронное строение и реальная структура кристаллов.

Модуль 4. Методы синтеза и исследования структуры неорганических материалов.

Модуль 5. Фазовое поведение неорганических материалов.

Модуль 6. Моделирование неорганических материалов.

Модуль 7. Функциональные свойства материалов, их прогнозирование и получение заданных характеристик

Лабораторные работы и семинары направлены на получение практического опыта по синтезу неорганических (в том числе объемных) материалов с использованием различных методов; по изучению состава и строения материалов комплексом современных физико-химических методов; по изучению их функциональных свойств, в том числе с использованием компьютерного моделирования.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

После окончания курса обучающиеся должны:

- знать принципы и подходы к направленному синтезу неорганических материалов с заданными свойствами,
- владеть навыками комплексного анализа данных (1) по характеризации неорганических материалов, (2) по изучению и моделированию свойств неорганических материалов, а также навыками изложения его результатов,
- уметь самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению неорганических материалов для решения конкретных задач с учетом их химического состава, размерности и морфологии.

Полученные знания и навыки могут быть использованы для решения задач материаловедения различной сложности, в том числе разработки новых материалов и подходов к их моделированию.

Изучение фундаментальных понятий, основных положений и законов сформирует хорошую базу для последующего углубленного изучения нанохимии и химического материаловедения.

**Код и название дисциплины**

[054388] Химия

Хроматографические методы разделения и очистки  
органических соединений**Преподавательский состав**профессор, д.х.н. Игорь Георгиевич Зенкевич,  
i.zenkevich@spbu.ru, помещение 4121, 1149Елена Андреевна Бессонова,  
доцент, к.х.н., помещение 2040**Структура и краткое содержание курса**

Курс включает рассмотрение основных вариантов хроматографического разделения органических соединений, в том числе газовую хроматографию, высокоэффективную жидкостную хроматографию, тонкослойную (планарную) хроматографию, а также эксклюзионную, ионообменную и другие. Обсуждаются области применения и особенности различных способов количественного хроматографического анализа, включая такие, которые по разным причинам не упоминаются в современных руководствах. Часть из них реализована в лабораторных/практических работах, оригинальность которых такова, что в последние несколько лет их результаты были опубликованы в виде статей в одном из российских научных изданий. Подробно рассмотрены возможности и особенности хроматографической идентификации органических соединений по абсолютным параметрам удерживания и индексам удерживания.

**Навыки после прохождения курса / Как можно применить полученные знания**

Изучение дисциплины позволяет сформировать траектории по аналитической химии, органической химии, а также физической и медицинской химии и материаловедению. В результате освоения курса обучающиеся овладевают базовыми знаниями о современных инструментальных методах разделения и очистки органических соединений в сравнении с "классическими" методами. В результате освоения курса и выполнения лабораторных работ обучающиеся получают умения и навыки применения основных способов хроматографического разделения, использования различных вариантов количественных хроматографических определений, а также приемов хроматографической идентификации анализаторов. Именно специалисты, владеющие навыками использования хроматографических методов в практической работе, оказываются наиболее востребованными в современных условиях.