

Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра химии, новых технологий и материалов

и.о. проректора по учебно-методической и научной работе

\_\_\_\_\_/С.В. Моржухина/

« 09 » 12 2014 г.

Дубна 2014

Автор программы:

Моржухина С.В., канд.хим.наук, доцент, кафедра химии, новых технологий и материалов

\_\_\_\_\_ (подпись)

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки 020100 «Химия»

Программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (название кафедры)

Протокол заседания № 12 от «12» 01 2007 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /С.В. Моржухина /  
(ученое звание) (подпись) (фамилия, имя, отчество)

Рецензент: д.х.н. Денисов А.М. в.о. ГЕОХИ РАН  
(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

ОДОБРЕНО

декан факультета (директор института, филиала) \_\_\_\_\_ /А.С. Деникин/

(ученое звание, степень)

(подпись)

«12» 01 2007 г.

Руководитель библиотечной системы \_\_\_\_\_ /В.Г. Черепанова/  
(подпись) (ФИО)

Подпись \_\_\_\_\_  
удостоверено \_\_\_\_\_  
2007 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель дисциплины.** Сформировать теоретические представления о фундаментальных физико-химических свойствах проводящих полимеров, методах синтеза и нанесения, а также их применения в электронике и фотовольтаике.

**Задачи дисциплины.**

- знакомство с классификацией проводящих полимерных материалов
- знакомство с теориями механизмов переноса зарядов
- изучение химических и электрохимических синтезов представителей проводящих полимеров
- изучение основных факторов, влияющих на синтез и нанесение проводящих полимеров
- изучение способов модифицирования проводящих полимеров.
- получение основ знаний по устройствам и приборам использующих в качестве функциональных материалов проводящие полимеры.
- приобретение и закрепление навыков по систематизации и анализу актуальной научной информации в области синтеза и применения проводящих полимеров.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Курс опирается на знания учащихся, полученные при изучении курсов общей физики, органической химии и органического синтеза, физической химии и электрохимии. Дисциплина знакомит с фундаментальными теориями, описывающими проводимость полимеров, с синтезом и методами нанесения таких материалов, дает представления о современных разработках и направлениях использования проводящих полимерных материалов, что является актуальным научным направлением и способствует повышению уровня квалификации бакалавра

**Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины**

- Органическая химия (строение органических молекул, химическая связь, гибридизация, полимеризация, поликонденсация).
- Физическая химия (электрохимия, коллоидная химия).
- Физика (теория проводимости, механизмы переноса заряда).
- Философия (категории и законы материалистическом диалектики, теории познания).

**Изучение дисциплины «Полимерные системы в электронике и фотовольтаике» дает основу для изучения как последующих курсов химического профиля:**

- Физическая химия (физика и химия твердого тела).
- Квантовая химия (строение вещества, влияние внутреннего устройства на химические и физические свойства вещества)
- Физическая химия наноразмерных систем (тонкопленочные системы и технологии)
- Перспективные материалы

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины Полимерные системы в электронике и фотовольтаике.

- В результате освоения данной дисциплины выпускник должен иметь следующие компетенции
- **а) общекультурные**
- **ОК-5** - умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;
- **ОК-6**- использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- **ОК-7**. умеет работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности
- **ОК-8**. способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
- **ОК-9**. владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией
- **ОК-10** - способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях ;
- **ОК-11** - владеет развитой письменной и устной коммуникацией, включая иноязычную культуру;
- **ОК-13**. Настойчив в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей
- **ОК-14** - умеет работать в коллективе, готов к сотрудничеству с коллегами, способен к разрешению конфликтов и социальной адаптации;
- **К-15** - способен в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей;
- **ОК-20** - владеет навыками аргументации, коммуникации и передачи научного материала.
- **б) профессиональные:**
- **ПК-1** понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности;
- **ПК-2** владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
- **ПК-3** способен применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;

- **ПК-6** владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов

**знание:**

<i><b>Результат обучения</b></i>	<i><b>компетенция</b></i>	<i><b>Образовательная технология</b></i>	<i><b>Вид контроля</b></i>
<b>Формулировать</b> общие принципы теоретического описания полимерных структур	ОК-5 ОК-20 ПК-1 ПК-2	Лекционно-семинарская зачетная система	КР1 К1 экзамен
<b>Излагать</b> основные положения современных теорий, объясняющих явление переноса заряда в полимерных системах	ОК-5 ОК-6 ОК-20 ПК-1 ПК-2 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	К1, К2 КР1, КР2 экзамен
<b>Формулировать</b> законы и закономерности в объяснении изменения свойств полимерных систем	ОК-5 ОК-11 ОК-20 ПК-1 ПК-2	Лекционно-семинарская зачетная система	КР1 К1 экзамен
<b>Знать</b> методы исследования полимерных проводящих структур	ОК-5 ОК-8 ПК-2 ПК-3 ПК-6	Лекционно-семинарская зачетная система	К1, К2 КР1, КР2 экзамен
<b>Называть</b> тип и класс полимерного материала, основные подходы к классификации	ОК-10 ОК-11 ПК-2	Лекционно-семинарская зачетная система	КР1 К1 экзамен
<b>Воспроизводить</b> методы расчета отдельных характеристик полимерных систем	ОК-5 ОК-13 ОК-15 ОК-20 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система Л1	КР1 К1 экзамен

–

– **умения:**

<i><b>Результат обучения</b></i>	<i><b>компетенция</b></i>	<i><b>Образовательная технология</b></i>	<i><b>Вид контроля</b></i>
<b>Производить</b> идентификацию полимерных систем по их структурной принадлежности	ПК-3 ОК-6 ОК-14 ОК-15	Лекционно-семинарская зачетная система	К1, К2 КР1, КР2 экзамен
<b>Проводить</b> прогнозирование физических и химических	ОК-10 ОК-13 <b>ОК-20</b> ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	К2 КР2 экзамен

свойств при различных методиках синтеза			
<b>Осуществлять расчеты</b> параметров полимерных структур	ОК-6 ОК-10 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	КР1 К1 экзамен
<b>Определять</b> физико-химические параметры полученных полимерных структур	ОК-6 ОК-10 ПК-3 ПК-14	Лекционно-семинарская зачетная система	КР1 К1 экзамен
<b>Осуществлять</b> поиск информации в сети Интренет и электронных базах различных библиотек	ОК-8 ОК-9 ОК-10 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	Устные доклады, экзамен
<b>Характеризовать</b> различные полимерные системы, используя современные методы	ОК-5 ОК-6 ПК-2 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	К1, К2 КР1, КР2 экзамен
<b>Демонстрировать</b> навыки работы с компьютером	ОК-10 ПК-8	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	
<b>Демонстрировать</b> способность устной презентации	ОК-5 ОК-11 ОК-15	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	К1, К2
<b>Демонстрировать</b> уверенность в себе.	ОК-11 ОК-13 ОК-14 <b>ОК-20</b>	Лекционно-семинарская зачетная система Командно-групповая работа	коллоквиумы, экзамен
<b>Демонстрировать</b> способность устного и письменного выражения мыслей на русском языке	ОК-5 ОК-11 <b>ОК-20</b>	Лекционно-семинарская зачетная система,	коллоквиумы, экзамен
<b>Проявлять</b> инициативность.	ОК-13 ОК-14 <b>ОК-20</b>	Лекционно-семинарская зачетная система Командно-групповая работа	коллоквиумы, экзамен
<b>Демонстрировать</b> умение находить информацию из различных источников	ОК-9 ОК-10	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	коллоквиумы, экзамен

<i><b>Результат обучения</b></i>	<i><b>компетенция</b></i>	<i><b>Образовательная технология</b></i>	<i><b>Вид контроля</b></i>
<i><b>Применять</b></i> полученные знания по основным принципам описания и характеристики структуры проводящих полимеров	ОК-5 ОК-11 <b>ПК-2</b> ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	коллоквиумы курсовая работа, зачет, экзамен
<i><b>Применять</b></i> практические навыки для исследования полимерных	ОК-5 ОК-11 <b>ПК-2</b> ПК-3 ПК-6	Лекционно-семинарская зачетная система	K1, K2 KP1, KP2 экзамен

– анализ:

<i><b>Результат обучения</b></i>	<i><b>компетенция</b></i>	<i><b>Образовательная технология</b></i>	<i><b>Вид контроля</b></i>
перерабатывать большие объемы информации и вычленять главное (анализ информации);	ОК-10 ОК-11 ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система Информационно-коммуникационные технологии	экзамен

– Оценка

<i><b>Результат обучения</b></i>	<i><b>компетенция</b></i>	<i><b>Образовательная технология</b></i>	<i><b>Вид контроля</b></i>
<i><b>Оценивать</b></i> на основе описания структуры полимера возможные физические и химические свойства	<b>ПК-2</b> ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	K1, K2 KP1, KP2 экзамен
<i><b>Оценивать</b></i> влияние различных факторов на формирование полимерных покрытий	ПК-3	Лекционно-семинарская зачетная система	KP2 экзамен

#### 4. Структура и содержание дисциплины Элементы строения вещества

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 часа, из них 64 часа аудиторной нагрузки.

Вид занятий	Кол-во часов
<b>Общая трудоемкость</b>	108
<b>Аудиторные занятия:</b>	48
Лекции	24
Практические занятия (ПЗ)	24
Семинары (С)	
Лабораторные работы (ЛР)	
<b>Самостоятельная работа:</b>	33
Курсовая работа	
Расчетно-графические работы	
Реферат	
<b>Вид промежуточного контроля- экзамен</b>	27

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1

- 1. Введение.** Полимеры специального назначения. Органическая и молекулярная электроника. Макро и наноуровень, физические ограничения. Достоинства и недостатки органических материалов.
- 2. Классификация.** Классификация полиэлектrolитов. Классификация электронпроводящих полимеров (редокс-полимеров и полимеров с внутренней проводимостью) и примеры (список). Композитные соединения.

#### Раздел 2

- 3. Механизмы переноса заряда.** Основные характеристики электропроводности. Доказательство электрон-дырочной проводимости ПП. Туннельная модель. Прыжковый механизм. Зонная теория для ПП. Уровень Ферми. Энергия Ферми. Эффект Пайерлса. Сопряжение, дефекты сопряжения. Солитоны. Энергетическая диаграмма, типы и характеристики. Поляроны. Энергетическая диаграмма и характеристики. Вырожденные и невырожденные полимеры. Образование поляронов и биполяронов. Энергетические зоны при допировании.

#### Раздел 3

- 4. Химический синтез.** Классификация методов синтеза ПП на основе ароматики и краткая характеристика. Подбор окислителей, растворителей, среды, допантов.
- 5. Электрохимия.** Вольтамперометрия, кулонометрия, потенциометрия – определения и основные зависимости. Развертка потенциала (линейная, циклическая). Описание циклической вольтамперограммы. Влияние различных факторов на вид циклической вольтамперограммы.
- 6. Электрохимический синтез.** Электродные материалы. Выбор среды и фонового электролита. Факторы, влияющие на свойства получающихся продуктов. Режимы электрохимического синтеза.



Донорные числа растворителей. Степень допирования. Электродное поведение электроактивных полимеров.

7. **Синтез отдельных представителей.** Синтез полиацетилена. Синтез полианилина. Синтез политиофенов. Синтез полипиррола (эл.хим. синтез, механизм, основные условия). Синтез полипарафенилена. Синтез поли-о-аминофенола, полипарафенилена. Синтез поливиологенов.

#### **Раздел 4**

8. **Модифицирование.** Классификация модифицированных проводящих полимеров. Методы получения ПП с подвешенными группами и сополимеров. Оптико-физические свойства модифицированных полимеров, особенности спектров. Циклическая вольтамперограмма для модифицированных проводящих полимеров (сополимеров). Композитные материалы с неорганическими частицами. Методы их получения. ЦВА таких композитов.
9. **Методы нанесения проводящих полимеров.** Классификация методов нанесения. Электроформование. Нанолитография. Центрифугирование (spin coating). Нанесение ракелем (dr. blading). Трафаретная печать. Струйная печать. Набивка (pad printing). Рулонная технология (R2R). Метод экструзии. Глубокая печать. Метод полива. Напыление. Флексография. Офсетная печать.
10. **Спектроэлектрохимия проводящих полимеров.** Понятие электрохромизма. Основные характеристики электрохромов. Классификация электрохромов. Органические и неорганические электрохромы. Исследуемые характеристики электрохромов. Механизм изменения окраски в электрохромных ПП. Подстройка цвета.

#### **Раздел 5**

11. **Применение проводящих полимеров в электронике и фотовольтаике.** Области применения ПП. Аккумуляторные батареи. Полимерные фотодиоды. Полимерные транзисторы. Органические светодиоды. Конструкция солнечного элемента. Зонная структура СЭ. Типы СЭ и их конструкций. Принцип работы органического СЭ.

### **5. Образовательные технологии**

В учебном процессе, помимо чтения лекций, которые составляют 50% аудиторных занятий, широко используются активные и интерактивные формы. В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Курс «Полимерные системы в электронике и фотовольтаике» организован в рамках лекционно-семинарская зачетная система. В качестве дополнительных технологий используются информационно-коммуникационные технологии и командно-групповая работа. Обсуждение и закрепление материала происходит в рамках коллоквиумов и контрольных работ по каждому тематическому разделов.

#### Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на семинаре;
- решение практических задач и заданий на семинаре;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение домашних проверочных работ;
- коллоквиумы по отдельным темам;

**активные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях**

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые образовательные технологии	Количество часов
3	Л	Проблемная технология,  компьютерные презентации	5 %,  95 %
	ПР	Работа по индивидуальному заданию, подготовка докладов, коллоквиумы, контрольные работы, подготовка к семинарским занятиям	30 %
	ПР	Работа в группах	100%

й

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается заложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

**Семинарские занятия** призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний. Особое внимание уделяется овладению студентами методами синтеза и характеристики полимерных проводящих систем.

#### Тематика семинарских занятий

№	Тема семинарского задания	Неделя
С1	Определение типа полимерной системы в различных классификациях	3
С2	Решение практических вопросов по приемам проведения синтеза	6
С3	Электрохимия. Метод ЦВА, строение ДЭС.	7
С4	Характеризация покрытий	10
С5	Устройство ФЭП, некоторые расчетные характеристики	13
С6.	Современное состояние науки в области синтеза и нанесение ПП. Анализ литературных данных	15

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Вид контроля	Форма учебной работы
Обобщающий	Контрольные работы
	Коллоквиумы
Итоговый	Зачет

Для обобщающей аттестации студентов выполняется по 9 письменных контрольных работ и 2 коллоквиума.

### **Коллоквиумы**

№	Тема работы	неделя
К 1	Свойства, синтез, электрохимия ПП.	5
К 2	Модифицирование, нанесение проводящих полимеров и устройства на их основе.	12

#### Коллоквиум 1

Проводящие полимеры. Свойства, синтез, электрохимия ПП.

Вопросы.

1. Введение. Полимеры специального назначения. Органическая и молекулярная электроника. Макро и нануровень, физические ограничения. Достоинства и недостатки органических материалов.
2. Классификация. Классификация полиэлектролитов. Классификация электронпроводящих полимеров (редокс-полимеров и полимеров с внутренней проводимостью) и примеры (список). Композитные соединения.
3. Механизмы переноса заряда. Основные характеристики электропроводности. Доказательство электрон-дырочной проводимости ПП. Туннельная модель. Прыжковый механизм. Зонная теория для ПП. Уровень Ферми. Энергия Ферми. Эффект Пайерлса. Сопряжение, дефекты сопряжения. Солитоны. Энергетическая диаграмма, типы и характеристики. Поляроны. Энергетическая диаграмма и характеристики. Вырожденные и невырожденные полимеры. Образование поляронов и биполяронов. Энергетические зоны при допировании.
4. Химический синтез. Классификация методов синтеза ПП на основе ароматики и краткая характеристика. Подбор окислителей, растворителей, среды, допантов.
5. Электрохимия. Вольтамперометрия, кулонометрия, потенциометрия – определения и основные зависимости. Развертка потенциала (линейная, циклическая). Описание циклической вольтамперограммы. Влияние различных факторов на вид циклической вольтамперограммы.
6. Электрохимический синтез. Электродные материалы. Выбор среды и фонового электролита. Факторы, влияющие на свойства получающихся продуктов. Режимы электрохимического синтеза. Донорные числа растворителей. Степень допирования. Электродное поведение электроактивных полимеров.
7. Синтез отдельных представителей. Синтез полиацетилена (перечислить возможные методы. Написать один из них). Синтез полианилина (перечислить возможные методы. Написать один из

них). Синтез политиофенов (Перечислить возможные методы. Написать один из них). Синтез полипиррола (эл.хим. синтез, механизм, основные условия). Синтез полипарафенилена (эл.хим. синтез, механизм, основные условия). Синтез поли-о-аминофенола полипарафенилена (эл.хим. синтез, механизм, основные условия). Синтез поливиологенов.

## Коллоквиум 2

### Модифицирование, нанесение проводящих полимеров и устройства на их основе.

**Модифицирование.** Классификация модифицированных проводящих полимеров. Методы получения ПП с подвешенными группами и сополимеров. Оптико-физические свойства модифицированных полимеров, особенности спектров. Циклическая вольтамперограмма для модифицированных проводящих полимеров (сополимеров). Композитные материалы с неорганическими частицами. Методы их получения. ЦВА таких композитов.

**Методы нанесения проводящих полимеров.** Классификация методов нанесения. Электроформование. Нанолитография. Центрифугирование (spin coating). Нанесение ракелем (dr. blading). Трафаретная печать. Струйная печать. Набивка (pad printing). Рулонная технология (R2R). Метод экструзии. Глубокая печать. Метод полива. Напыление. Флексография. Офсетная печать.

**Спектроэлектрохимия проводящих полимеров.** Понятие электрохромизма. Основные характеристики электрохромов. Классификация электрохромов. Органические и неорганические электрохромы. Исследуемые характеристики электрохромов. Механизм изменения окраски в электрохромных ПП. Подстройка цвета.

**Применение проводящих полимеров в электронике и фотовольтаике.** Области применения ПП. Аккумуляторные батареи. Полимерные фотодиоды. Полимерные транзисторы. Органические светодиоды. Конструкция солнечного элемента. Зонная структура СЭ. Типы СЭ и их конструкций. Принцип работы органического СЭ.

### Контрольные работы

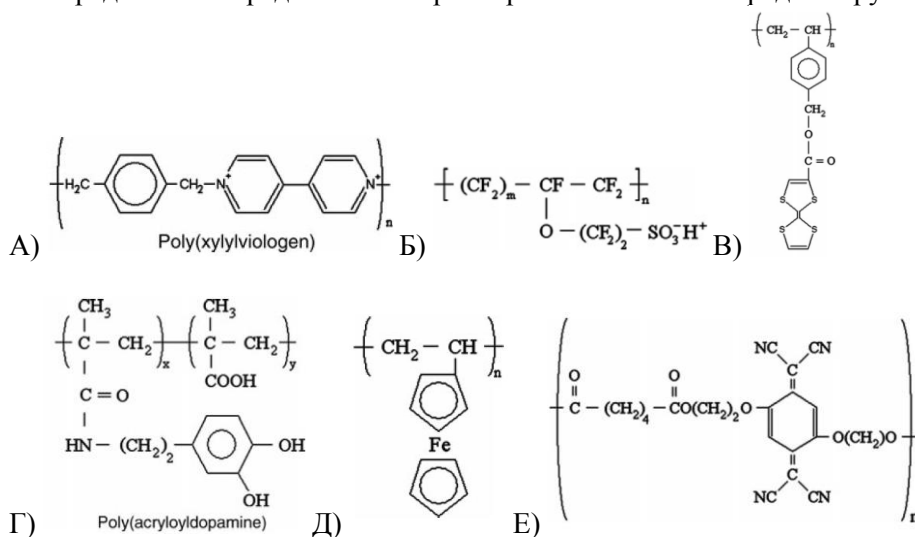
№	Тема	неделя
1	Классификация ПП	2
2	<b>Теории и модели проводимости полимеров</b>	3
3	<b>Химические методы синтеза ПП</b>	4
4	<b>Вольт-амперные характеристики ПП</b>	6
5	Циклическая вольтамперометрия ПП	7
6	<b>Синтез редокс-полимеров</b>	8
7	Модификация	9
8	Методы нанесения ПП	10
9	Электрохромизм	14

## Контрольная работа №1

1. Перечислить классы ион-проводящих полимеров, которые соответствуют 1, 2 и 3 поколению таких полимеров

Поколение	Классы
1 поколение	
2 поколение	
3 поколение	

2. Определить тип редокс-полимера по расположению его редокс-группы и выделить ее:



3) Перечислите факторы, влияющие на проводимость электроактивных полимеров.

4) Перечислите известные вам области применения электроактивных (электропроводящих) полимеров.

5) Что мешает электропроводящим полимерам на данном этапе развития науки вытеснить неорганические материалы? Ответ обоснуйте.

## Контрольная работа 2

### Теории и модели проводимости полимеров

1. Дайте определения следующим квазичастиц: фонон, полярон, биполярон, экситон, солитон, дырка, электрон проводимости.

2. Вспомните все известные вам модели и теории проводимости для полупроводников (в т.ч. проводящих полимеров). Как, на ваш взгляд, их можно наиболее полно классифицировать? Оформите ваш вариант классификации в виде схемы.

3. Что такое уровень Ферми, энергия Ферми? Как эта величина участвует в определении удельной проводимости ПП?

4. Нарисуйте возможные дефекты сопряжения, считая, что квазичастицы также являются дефектами, нарушающими сопряженную структуру.

5. Зонная теория для ЭПП. Нарисуйте схему зон (в рамках зонной теории) для а) электронпроводящего полимера с биполяронами б) для электронпроводящего полимера с донорным допантом в большой концентрации в) идеального полимерного проводника с равными по длине связями г) диэлектрика

## Контрольная работа №3

### Химические методы синтеза ПП

1. Перечислите все известные вам виды химической полимеризации ПП

2. Укажите самые распространенные параметры синтеза (нагрев или охлаждение, какие растворители, какие окислители и тд)

3. Какие из перечисленных средств НЕ могут быть использованы для инициирования синтеза ЭПП: потенциостат, ультразвуковая ванна, лазер, вакуумный испаритель, реактор с тлеющим разрядом.
4. Запишите схему (уравнение) любого химического синтеза полианилина. Как выглядит проводящая форма ПАНИ (соль эмеральдина), запишите процесс допирования-дедопирования эмеральдина.
5. Укажите электронпроводящие полимеры

#### **Контрольная работа №4**

##### **Вольтамперометрия ПП**

1. Сформулируйте определения понятий вольтамперометрии, хронопотенциометрии, кулонометрии. Как выглядят основные графические зависимости для этих методов (общий вид графика, координатных осей), приведите для этих методов основные формульные зависимости.
2. Линейная и циклическая вольтамперометрия. Опишите суть методов. В каких случаях применяются.
3. Что такое развертка потенциала? Что такое реверс на вольтамперограмме?
4. Приведите следующие циклические вольтамерограммы: а) идеальная обратимая при низких скоростях циклирования б) при наличии сильного взаимодействия между адсорбированными частицами и электродом в) с замедленным переносом заряда
5. Изобразите, как выглядит гистерезис на циклических вольтамперограммах. Чем объясняют его наличие.

#### **Контрольная работа №5**

##### **Синтез редокс-полимеров**

1. Как вы думаете, какие полимеры обладают бОльшей проводимостью: п-сопряженные или редокс-полимеры, и почему? Какие механизмы переноса заряда наблюдаются в редокс-полимерах? (1б)
2. Как связано изменение оптического поглощения и изменение концентрации заряженной формы при изменении потенциала у редокс-полимеров? Приведите графики зависимости. (1б)
3. Редокс-группы могут располагаться в полимерной матрице в 3х вариантах. Для каждого типа приведите самый распространенный метод синтеза. (1б)
4. Характеристики электрохимического синтеза. В каких режимах можно проводить электрохимический синтез? Назовите известные вам электродные материалы, используемые при эл-хим синтезе редокс-полимеров. Как влияет рН и ПАВ на получающийся продукт? Смещаются ли катодный и анодный пики при образовании полимерной пленки на электроде? (2б)

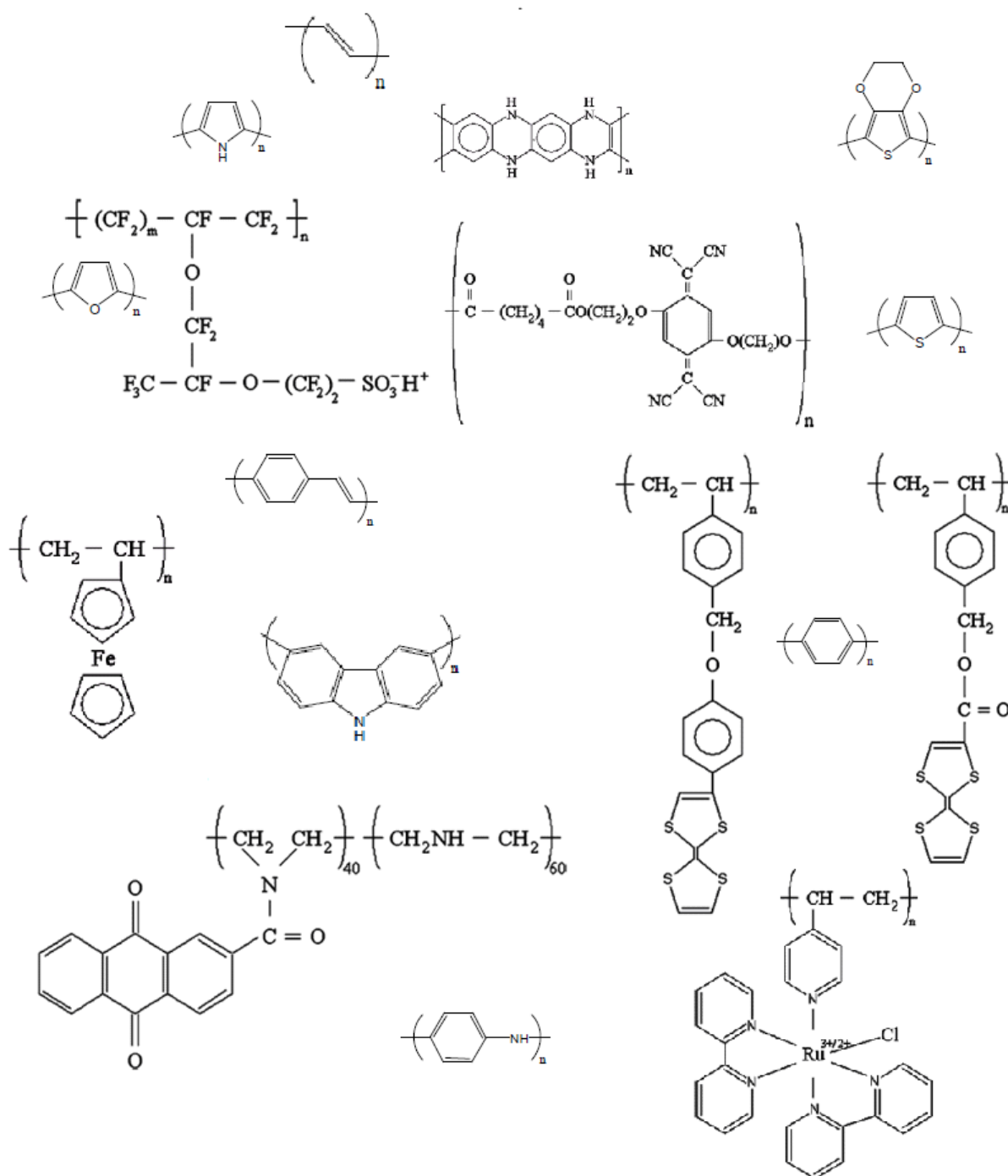
#### **Контрольная работа №6**

##### **Модификация**

1. Что такое модификация? Какие виды полимерных модифицированных материалов вам известны?
2. Какие особенности имеет циклическая вольтамперограмма (ЦВА) при образовании двухслойного композита (образовании сополимера) (число циклов, дополнительные пики и тп)?
3. Каким образом неорганические частицы могут включаться в полимерную систему? Перечислите виды включения и способы.

##### **Электрохромизм**

1. Приведите примеры известных вам веществ-электрохромов. Опишите, за счет чего происходит изменение окраски.
2. Назовите известные вам типы электрохромов. По каким принципам их классифицируют?
3. Что такое «подстройка» цвета? Какими методами можно регулировать?
4. Электрохромные полимеры. Какие процессы на молекулярном уровне происходят при индуцировании заряда?
5. Какие особенности имеет спектр поглощения электрохромных полимеров?



### Перечень вопросов, выносимых на зачет

- Введение. Полимеры специального назначения. Органическая и молекулярная электроника. Макро и наноразмер, физические ограничения.
- Классификация. Классификация полиэлектролитов. Классификация электронпроводящих полимеров (редокс-полимеров и полимеров с внутренней проводимостью) и примеры (список).
- Композитные соединения.
- Механизмы переноса заряда. Основные характеристики электропроводности. Доказательство электрон-дырочной проводимости ПП. Туннельная модель. Прыжковый механизм.
- Зонная теория для ПП. Уровень Ферми. Энергия Ферми. Эффект Пайерлса. Сопряжение, дефекты сопряжения. Солитоны. Энергетическая диаграмма, типы и характеристики.
- Поляроны. Энергетическая диаграмма и характеристики. Вырожденные и невырожденные полимеры. Образование поляронов и биполяронов. Энергетические зоны при допировании.
- Химический синтез. Классификация методов синтеза ПП на основе ароматики и краткая характеристика. Подбор окислителей, растворителей, среды, допантов.

15. Электрохимия. Вольтамперометрия, кулонометрия, потенциометрия – определения и основные зависимости. Развертка потенциала (линейная, циклическая).
16. Описание циклической вольтамперограммы. Влияние различных факторов на вид циклической вольтамперограммы.
17. Электрохимический синтез. Электродные материалы. Выбор среды и фонового электролита. Факторы, влияющие на свойства получающихся продуктов.
18. Режимы электрохимического синтеза. Донорные числа растворителей. Степень допирования. Электродное поведение электроактивных полимеров.
19. Синтез отдельных представителей. Синтез полиацетилена (перечислить возможные методы. Написать один из них).
20. Синтез полианилина (перечислить возможные методы. Написать один из них).
21. Синтез политиофенов (Перечислить возможные методы. Написать один из них).
22. Синтез полипиррола (эл.хим. синтез, механизм, основные условия).
23. Синтез полипарафенилена (эл.хим. синтез, механизм, основные условия).
24. Синтез поли-о-аминофенола полипарафенилена (эл.хим. синтез, механизм, основные условия).
25. Синтез поливиологенов.
26. Модифицирование. Классификация модифицированных проводящих полимеров.
27. Методы получения ПП с подвешенными группами и сополимеров. Оптико-физические свойства модифицированных полимеров, особенности спектров.
28. Циклическая вольтамперограмма для модифицированных проводящих полимеров (сополимеров).
29. Композитные материалы с неорганическими частицами. Методы их получения. ЦВА таких композитов.
30. Методы нанесения проводящих полимеров. Классификация методов нанесения.
31. Электроформование. Нанолитография. Центрифугирование (spin coating). Нанесение ракелем (dr. blading).
32. Трафаретная печать. Струйная печать. Набивка (pad printing). Рулонная технология (R2R). Метод экструзии. Глубокая печать.
33. Метод полива. Напыление. Флексграфия. Офсетная печать.
34. Спектроэлектрохимия проводящих полимеров. Понятие электрохромизма.
35. Основные характеристики электрохромов. Классификация электрохромов. Органические и неорганические электрохромы.
36. Исследуемые характеристики электрохромов. Механизм изменения окраски в электрохромных ПП. Подстройка цвета.
37. Применение проводящих полимеров в электронике и фотовольтаике. Области применения ПП. Аккумуляторные батареи. Полимерные фотодиоды. Полимерные транзисторы. Органические светодиоды. Конструкция солнечного элемента. Зонная структура СЭ. Типы СЭ и их конструкций. Принцип работы органического СЭ.

#### **1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Дамаский Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М:- ВШ, 1983, 156с.
2. Тарасевич М.Р., Орлов С.Б. и др. Электрохимия полимеров. Изд. «Наука», 1990
3. Handbook of Conducting Polymers. Ed. by T.A.Skotheim and J.R.Raynolds. 3d edition, CRC Press, 2007
4. G.Inzelt. Conducting Polymers. Springer, 2008

#### **Периодические издания**

- I. Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.su/rus/vmgu/>



### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС) и БД**

Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/>

Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com>

Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url>

Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ)

База данных «Термические константы веществ» <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

### **Профессиональные ресурсы Интернет**

Аналитическая химия в России

ХиМиК.ru

Organic Laboratory Химическая полнотекстовая библиотека

Organic Chemistry Portal

Beilstein Journal of Organic Chemistry (BJOC)

Биорганическая химия

Вестник Московского университета. Сер.2. Химия

Вестник Московской государственной академии тонкой химической технологии им.М.В.Ломоносов

Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология

Конденсированные среды и межфазные границы

Российский химический журнал

Сорбционные и хроматографические процессы

Успехи химии

Физико-химический анализ свойств многокомпонентных систем

Электронная библиотека химического факультета МГУ

### **Научные поисковые системы**

SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

Web of Science <http://webofknowledge.com>

BASE: Bielefeld Academic Search Engine

HighWire Press + Medline

Microsoft Academic Search

ResearchIndex

SciCentral - путеводитель по научным ресурсам

Science Research Portal

Science.gov

SciGuide

SciNet — Science search

Trove

WorldWideScience.org

### **Базы периодических электронных изданий**

1. Коллекция подписных российских научных журналов на НЭБ
2. Российские открытые научные журналы на платформе eLIBRARY.RU
3. Электронная база данных российских журналов компании East View. <http://dlib.eastview.com>
4. Springer on eLibrary.Ru
5. World Scientific on eLibrary.Ru
6. Academic Press on eLibrary.Ru

7. Zentralblatt MATH on eLibrary.Ru
8. Журналы издательства Annual Reviews
9. Журналы издательства Nature Publishing Group
  - 9.1. Nature
  - 9.2. Nanotechnology
  - 9.3. Nature Chemistry
  - 9.4. Nature Materials
  - 9.5. Nature Physics
10. Журналы издательства Taylor & Francis
11. Журналы издательства Sage Publications
12. журнал «Science» издательства American Association for the Advancement of Science (AAAS).
13. Журналы Американского химического общества (ACS). <http://pubs.acs.org/>
14. Royal Society of Chemistry
15. Архивы научных журналов <http://archive.neicon.ru/xmlui/>
16. Science of Synthesis – Thieme - <https://www.thieme.de/en/thieme-chemistry/home-51399.htm>

### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС)**

1. КнигаФонд – [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)
2. Университетская библиотека онлайн – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
4. ЭБС "Лань" <http://e.lanbook.com>

### **Электронные научные ресурсы**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ)

База данных POLPRED.com.

Коллекция электронных книг издательства Springer eBooks collection

### **Базы данных компании EBSCO Publishing:**

INSPEC

Academic Search Premier

MasterFILE Premier

GreenFILE

### **Библиографические базы данных**

ИНИОН РАН on Elibrary.ru

Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)

Библиографическая база данных Ingenta

Служба ИНФОМАГ

### **Российские библиотеки**

1. Российская Государственная Библиотека (РГБ)
2. Российская национальная библиотека (РНБ), г. Санкт-Петербург
3. Библиотека по естественным наукам РАН (БЕН РАН)
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ)
5. Научно-техническая библиотека ОИЯИ
6. Научная библиотека МГУ им. М. В. Ломоносова
7. Библиотека университета «Дубна»

### **7. Технические и электронные средства обучения**

В ходе изучения курса предусмотрено использование компьютера для оформления отчетов по практическим и лабораторным работам, презентаций к докладам с помощью программных пакетов Microsoft Office – Excel, Word, PowerPoint или аналогичных им. В ходе лекционных, семинарских занятий и лабораторных работ для демонстрации докладов и решения практических задач использовались ноутбук и проектор.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к семинарам
- подготовку к лабораторным работам
- выполнение домашних заданий
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение лабораторных работ. Для выполнения лабораторных работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения лабораторной работы необходимо оформить в рабочем журнале отчет и защитить лабораторную работу.

Последовательность всех контрольных мероприятий изложена в календарном плане, который доводится до сведения каждого студента в начале семестра, а также размещен на сайте кафедры.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

### ***МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ***

1. Устный опрос на семинаре
2. выполнение домашних работ
3. коллоквиумы
4. контрольные работы

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- активное участие студентов в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

Содержание практических занятий определяется календарным планом, который составляется преподавателем, проводящим занятия на основе рабочей программы дисциплины и утверждается заведующим кафедрой и проректором по учебной работе.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель выдает задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит лабораторных работ, устного опроса на семинарских занятиях.

Промежуточный контроль проводится в виде экзамена, на котором обсуждаются теоретические и практические вопросы курса.

критерии оценки знаний, умений, навыков:

#### **5 баллов:**

- четкий и полный ответ на занятии по вопросам заданным на дом, без использования конспекта лекций с дополнением ответа интересным материалом и исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы преподавателя и аудитории;
- оригинальное решение сложных задач, впервые предлагаемых на практических занятиях, с обоснованием решения и ссылками на соответствующую литературу;
- доклад на индивидуальном или семинарском занятии на актуальную тему с анализом сложных вопросов по теме доклада на основании проработки 2-3 источников литературы и исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы преподавателя и аудитории;
- реферат, выполненный по вопросам, предназначенным для самостоятельной проработки, с глубокой проработкой теоретических и правовых аспектов, хорошо представленной полемикой по дискуссионным вопросам; оформлением, соответствующим стандартам, спискам литературы из 3-5 источников и ссылками на них по тексту.

#### **4 балла:**

- четкий и полный ответ на занятии без использования конспекта лекций, но неверные ответы на дополнительные вопросы или их отсутствие; или ответ только в пределах материала лекций, правильные ответы на дополнительные вопросы;
- правильное решение задачи без пояснений;
- доклад на основании одного источника литературы без ответов на дополнительные вопросы;
- реферат не удовлетворяющий всем требованиям, но содержащий интересный материал.

#### **3 балла:**

- слабый ответ в пределах лекций без использования конспекта, неверные или сбивчивые ответы на дополнительные вопросы или их отсутствие; или ответ с использованием конспекта (чтение отдельных моментов или в целом лекции) и наличие удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы;
- решение задач с подсказками со стороны преподавателя и аудитории;
- доклад, частично или полностью читаемый по источнику литературы, неточные ответы на вопросы преподавателя.

#### **2 балла:**

- очень слабый ответ со сбивчивым чтением конспекта лекций, неспособность ответить на вопросы преподавателя и аудитории;
- неспособность решить задачу без помощи преподавателя и аудитории;
- неспособность студента отвечать на вопросы преподавателя.

государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра химии, новых технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебно-методической  
и научной работе

/С.В. Моржухина/



« 22 » 09 2015 г.

**Лист изменений и дополнений в рабочую программу  
дисциплины «Полимерные системы в электронике и фотовольтаике»**

В рабочую программу дисциплины **«Полимерные системы в электронике и фотовольтаике»** по направлению подготовки 04.03.01 Химия, направленность (профиль) программы – Физическая химия, вносятся следующие изменения:

Новая редакция разделов:

В результате освоения данной ООП бакалавриата выпускник должен иметь следующие компетенции:

**ПК-1- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам;**

**ПК-2 владением базовыми навыками использования современной аппаратуры**

**ПК-4- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов ;**

**ПК-6 владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций**

**ПК-7- владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств**

На основании приказа ректора Государственного университета «Дубна» № 1400 от 20.04. 2015 г.. (приложение № 1 к настоящему листу изменений) установлено соответствие компетенций по направлению подготовки 04.03.01 «Химия» (уровень бакалавриата) и образовательной программы по направлению подготовки 020100.62 «Химия» (уровень бакалавриата)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
Московская область

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования Московской области  
Международный университет природы, общества и человека  
«Дубна»

«20» 04 2015 г.

ПРИКАЗ

№ 1400

Об установлении соответствия  
компетенций по направлению подготовки  
«Химия» (уровень подготовка бакалавров)

В целях установления соответствия между перечнями компетенций федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и федерального государственного образовательного стандарта высшего образования,

ПРИКАЗЫВАЮ:

Установить соответствие компетенций по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата), и образовательной программой государственного университета «Дубна» по направлению подготовки 020100 Химия (уровень бакалавриата), реализация которой начата до вступления в силу указанной редакции образовательного стандарта согласно приложению.

Ректор



Д.В. Фурсаев

Разослано: в дело, кафедра химии, новых технологий и материалов, проректор по учебно-методической и научной работе.

Проректор по учебно-методической  
и научной работе



С.В. Моржухина

**Таблица соответствия компетенций ФГОС ВПО (2010) и ФГОС ВО (2015)**  
**по образовательной программе**  
Химия, направленность – Физическая химия

**направления подготовки**

04.03.01. Химия

ФГОС ВО (2015)		ФГОС ВПО (2010)	
код компетенции	формулировка компетенции	код компетенции	формулировка компетенции
<b>ОБЩЕКУЛЬТУРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>			
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	ОК-2	способностью понимать и анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы
		ОК-3	знает основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук, способен использовать их при решении социальных и профессиональных задач и способен анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-2	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	ОК-1	способностью понимать движущие силы и закономерности исторического процесса; место человека в историческом процессе, политической организации общества
		ОК-3	знает основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук, способен использовать их при решении социальных и профессиональных задач и способен анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности	ОК-3	знает основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук, способен использовать их при решении социальных и профессиональных задач и способен анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	ОК-4	понимает и соблюдает базовые ценности культуры, обладает гражданской ответственностью и гуманиз-





			мом
ОК-5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	ОК-5	умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь
		ОК-11	владеет развитой письменной и устной коммуникацией, включая иноязычную культуру
		ОК-12	владеет одним из иностранных языков (преимущественно английским) на уровне чтения научной литературы и навыков разговорной речи
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОК-4	понимает и соблюдает базовые ценности культуры, обладает гражданственностью и гуманизмом
		ОК-13	настойчив в достижении цели с учетом моральных и правовых норм и обязанностей
		ОК-14	умеет работать в коллективе, готов к сотрудничеству с коллегами, способен к разрешению конфликтов и социальной адаптации
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	ОК-15	способностью в условиях развития науки и техники к критической переоценке накопленного опыта и творческому анализу своих возможностей
		ПК-10	понимает принципы построения педагогической деятельности в общеобразовательных учреждениях
		ПК-11	владеет методами отбора материала для теоретических занятий и лабораторных работ
		ПК-12	имеет опыт педагогической деятельности и знаком с основами управления процессом обучения в общеобразовательных учреждениях
ОК-8	способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	ОК-16	владеет средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и самовоспитания для повышения адаптационных резервов организма и укреп-



		ОК-17	ления здоровья  готовностью к достижению должного уровня физической подготовленности, необходимого для освоения профессиональных умений и навыков в процессе обучения в вузе и для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности после окончания учебного заведения
ОК-9	способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	ОК-18	владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
<b>ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>			
ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ПК-1	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности
		ПК-2	владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии)
		ПК-5	представляет основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат
ОПК-2	владением навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	ПК-4	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
		ПК-6	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
		ПК-8	владеет методами регистрации и обработки результатов химически

			экспериментов
ОПК-3	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОК-6	использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК-4	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности	ОК-7	умеет работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности
		ОК-8	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
		ОК-9	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией
		ОК-10	способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ОПК-5	способностью к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации	ПК-3	способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных
ОПК-6	знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	ОК-18	владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий
		ПК-9	владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способно-



			стью проводить оценку возможных рисков
<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ</b>			
Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская			
ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	ПК-4	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций
		ПК-6	владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-2	владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	ПК-7	имеет опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях
		ПК-8	владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий	ПК-2	владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии)
ПК-4	способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	ОК-6	использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-5	способностью получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий	ОК-7	умеет работать с компьютером на уровне пользователя и способен применять навыки работы с компьютерами как в социальной сфере, так и в области познавательной и профессиональной деятельности
		ОК-9	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией
		ОК-10	способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях

			<p>ПК-3 способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных</p> <p>владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов</p>
ПК-6	владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций	<p>ОК-5</p> <p>ПК-8</p>	<p>умеет логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь</p> <p>владеет методами регистрации и обработки результатов химически экспериментов</p>
ПК-7	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>ОК-18</p> <p>ПК-9</p>	<p>владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий</p> <p>владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков</p>
<p align="center"><b>КОМПЕТЕНЦИИ, УСТАНОВЛЕННЫЕ УНИВЕРСИТЕТОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНО К ФГОС</b></p>			



