

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный универ-  
ситет имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Е.Г. Елина

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Основы электрохимических процессов**

Направление подготовки бакалавриата  
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата  
Материаловедение и технология новых материалов

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы электрохимических процессов» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений в области технологии материалов и усвоение теории физико-химических основ электрохимических процессов, а также изучение прикладных аспектов электрохимии.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний об основных понятиях электрохимии, закономерностях электродных процессов, физической природе электропроводности растворов и расплавов, и тех ее важнейших аспектах, которые непосредственно касаются практического применения;
- формирование умений теоретически исследовать физические процессы, протекающие в электрохимических системах в состоянии равновесия и при протекании электрического тока;
- формирование владений методами и навыками экспериментального исследования и теоретического расчета параметров и характеристик электрохимических систем и процессов;
- формирование знаний о прикладных аспектах электрохимических процессов, таких как гальванические элементы, химические источники тока, процессы коррозии, электрохимическая обработка металлов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Основы электрохимических процессов» является дисциплиной по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Материаловедение и технология новых материалов», в течение 8 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, физической химии, материаловедению и подготавливает студентов к изучению в том же семестре таких дисциплин, как «Материаловедение. Композитные материалы», «Методы структурного и фазового анализа в материаловедении», «Методы исследования и диагностики материалов и структур».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Основы электрохимических процессов» формируются компетенции: ПК-5, ПК-9.

ПК-5 – готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.

ПК – 9 - готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать основные понятия электрохимии, закономерности физико-химических процессов, протекающих в электрохимических системах в равновесии и при протекании электрического тока, используемые в различных устройствах (аккумуляторы, гальванические и топливные элементы и др.), основные параметры и характеристики, примеры применения;
- уметь теоретически анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать параметры и характеристики электрохимических систем и процессов, анализировать и оптимизировать режимы их работы;
- владеть методами расчета основных характеристик электрохимических систем и процессов и основными подходами к их теоретическому описанию и анализу.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зачетные единицы, 144 часа.**

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб.	Пр.	СРС	
1	Введение. Теория растворов электролитов. Перенос тока в растворах электролитов	8	1-2	2	4	4	8	Отчеты по лабораторным работам
2	Термодинамика электрохимических процессов		3-4	2	4	4	8	Отчеты по лабораторным работам
3	Кинетика электрохимических процессов		5-6	2	4	4	8	Реферат

4	Химические источники тока. Топливные элементы		7-8	2	4	4	8	Реферат
5	Электролиз. Гальванические покрытия. Электрохимическая обработка металлов.		9-10	2	4	4	8	Отчеты по лабораторным работам
6	Коррозия и ее значение		11-12	2	4	4	8	Экспресс-опрос
	<b>Итого:</b>			<b>12</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>Экзамен (36 часов)</b>

### Содержание дисциплины

*Тема 1. Введение. Теория растворов электролитов. Перенос тока в растворах электролитов.*

Основы теории электролитической диссоциации. Растворы электролитов. Механизм и причины диссоциации. Сольватация. Степень диссоциации и классификация электролитов. Закон разбавления Оствальда. Активность и коэффициент активности. Равновесие в растворах электролитов. Ионная сила раствора. Вода как электролит. Подвижность ионов. Аномальная подвижность ионов водорода и гидроксид-иона. Удельная электропроводность электролитов.

*Тема 2. Термодинамика электрохимических процессов.*

Электрохимические процессы. Законы Фарадея. Образование двойного электрического слоя. Принцип работы и электродвижущая сила гальванических элементов. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Водородная шкала потенциалов. Классификация электродов.

*Тема 3. Кинетика электрохимических процессов.*

Понятие поляризация. Концентрационная поляризация. Предельный ток.

*Тема 4. Химические источники тока. Топливные элементы.*

Химические источники тока, классификация и основные характеристики: электродвижущая сила, коэффициент полезного действия, емкость при заряде и разряде. Топливные элементы. Принцип работы на примере водородно-кислородного элемента.

*Тема 5. Электролиз. Гальванические покрытия. Электрохимическая обработка металлов.*

Электролиз растворов и расплавов. Последовательность электродных процессов. Области практического применения электролиза. Гальванические покрытия. Подготовка поверхности к нанесению покрытия (обезжиривание, травление). Применение гальванических покрытий. Анодная обработка металлов (окисление, электрохимическая обработка металлов, электрохимическое полирование).

### *Тема 6. Коррозия ее значение.*

Классификация коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия. Методы защиты металлов от коррозии. Ингибиторы коррозии, электрохимические методы защиты.

#### **Примерная тематика практических занятий (семинаров)**

1. Теория растворов электролитов. Основы теории электролитической диссоциации. Растворы электролитов. Механизм и причины диссоциации. Сольватация. Степень диссоциации и классификация электролитов. Закон разбавления Оствальда. Активность и коэффициент активности.
2. Электрохимические процессы. Законы Фарадея. Термодинамика электрохимических процессов. Принцип работы и электродвижущая сила гальванических элементов. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Водородная шкала потенциалов.
3. Топливные элементы. Принцип работы на примере водородно-кислородного элемента.
4. Химические источники тока, классификация и основные характеристики: электродвижущая сила, коэффициент полезного действия, емкость при заряде и разряде.
5. Электролиз. Электролиз растворов и расплавов. Последовательность электродных процессов. Области практического применения электролиза.
6. Гальванические покрытия. Области применения. Анодная обработка металлов
7. Коррозия и ее значение. Классификация коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия. Методы защиты металлов от коррозии. Ингибиторы коррозии, Электрохимические методы защиты.

#### **Примечание:**

Темы для семинарских занятий выбираются и конкретизируются преподавателем.

#### **Перечень лабораторных работ (примерный)**

1. Электролитическая диссоциация. Свойства растворов электролитов. Электрическая проводимость растворов сильных и слабых электролитов.
2. Составление гальванического элемента, измерение ЭДС гальванического элемента.
3. Электрохимическое покрытие и травление

4. Электрохимическая коррозия. Защитные пленки в процессе коррозии. Особенности анодного и катодного покрытий

## 5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, лабораторные работы, практическая работа, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемно-ориентированное обучение;
- дискуссионно-реферативное обучение.

При проведении *лекционных занятий* используется ПК, мультимедийный проектор и интерактивный экран. На лекционных занятиях проводятся экспресс-опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки. Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

При проведении *лабораторных занятий* в аудитории, оснащенной компьютерами, излагаются и анализируются творческие задания: объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой.

*Практические занятия* проходят по методу «полного погружения», что позволяет в полной мере (90%) работать в интерактивном режиме, что, на данный момент, является наиболее продуктивным методом. Кроме того, используются в ряде случаев занятия в интерактивном режиме в виде проблемных дискуссий, круглых столов. При проведении части практических (семинарских) занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (ПК и проектором), студентами излагаются и в аудитории анализируются рефераты, часть времени будет посвящена экспресс-опросам по пройденному материалу, по текущему материалу на базе имеющихся знаний и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки.

*Самостоятельная работа* заключается в чтении и изучении литературы, в проработке предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине и написанию рефератов при подготовке к практическим (семинарским) занятиям; созданию отчетов по лабораторным занятиям. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода изучения дисциплины.

### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- учебные аудитории, в которых проводятся занятия со студентами с нарушениями слуха, оборудованы мультимедийной системой (ПК и проектор), компьютерные тифлотехнологии базируются на комплексе аппарат-

ных и программных средств, обеспечивающих преобразование компьютерной информации в доступные для слабовидящих формы (укрупненный текст);

- в образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения; организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;

- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья; использование индивидуальных графиков обучения;

- использование дистанционных образовательных технологий;

- разработка индивидуальных учебных планов и индивидуальных графиков обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями, выбор наиболее удобного места занятий для них (организация специальных мест для обучения, а также использование дистанционных образовательных технологий).

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

Самостоятельная работа студентов в объеме 48 часов по дисциплине «Основы электрохимических процессов» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении, изучении, если необходимо, нахождении литературы, к лекционным (экспресс-опрос), лабораторным (отчеты), практическим (семинарским – рефераты) занятиям и экзамену.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов и отчетов о выполнении лабораторной работы) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

##### Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной главе, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к лабораторным и практическим занятиям пользоваться конспектами лекций, рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, использовать интернет-ресурсы;

- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена;

- при подготовке к экзамену пользоваться лекциями и рекомендованной литературой.

При проведении итоговой аттестации (на экзамене) по дисциплине необходимо учитывать качество и оценку работы студента на лабораторных и практических занятиях. Текущий контроль по дисциплине осуществляется преподавателями, ведущими лабораторные занятия в форме отчетов и экспресс-опросов.

По теме семинара учащимся предлагается подготовить реферат, который будет обсуждаться с остальной группой в виде конференции, дискуссии, игры. При этом докладчик готовит презентацию и представляет её, а остальные студенты должны самостоятельно также проработать обозначенную тему и вынести на обсуждение тот или иной вопрос в пределах темы.

### **Примерный перечень предлагаемых тем рефератов**

1. Основные положения, достоинства, недостатки теории электролитической диссоциации Аррениуса. Современные представления о механизмах образования растворов электролитов. Степень диссоциации и классификация электролитов.
2. Электрохимические процессы. Законы Фарадея. Термодинамика электрохимических процессов.
3. Принцип работы и электродвижущая сила гальванических элементов. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
4. Топливные элементы.
5. Химические источники тока, классификация и основные характеристики: электродвижущая сила, коэффициент полезного действия, емкость при заряде и разряде.
6. Электролиз. Последовательность электродных процессов. Области практического применения электролиза.
7. Гальванические покрытия. Области применения. Анодная обработка металлов
8. Коррозия и ее значение. Классификация коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия.
9. Методы защиты металлов от коррозии. Ингибиторы коррозии, Электрохимические методы защиты.
10. Модели двойного электрического слоя Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма. Их достоинства и недостатки.
11. Химические источники тока. Основные типы. Понятие об электрокатализе и биокатализе.
12. Хемотроника. Типы хемотронов.
13. Электрохимическое производство продуктов (хлора, водорода, щелочей). Производство окислителей и органических продуктов.



14. Электрохимические методы анализа.
15. Электрохимия и охрана среды.

**Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы**

1. Теория растворов электролитов.
2. Основы теории электролитической диссоциации.
3. Растворы электролитов. Механизм и причины диссоциации. Сольватация.
4. Степень диссоциации и классификация электролитов. Закон разбавления Оствальда.
5. Активность и коэффициент активности.
6. Равновесие в растворах электролитов.
7. Ионная сила раствора.
8. Вода как электролит.
9. Перенос тока в растворах электролитов. Подвижность ионов.
10. Аномальная подвижность ионов водорода и гидроксидов.
11. Удельная электропроводность электролитов.
12. Электрохимические процессы. Законы Фарадея.
13. Термодинамика электрохимических процессов.
14. Принцип работы и электродвижущая сила гальванических элементов.
15. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
16. Водородная шкала потенциалов.
17. Кинетика электрохимических процессов.
18. Поляризация.
19. Предельный ток.
20. Топливные элементы.
21. Принцип работы на примере водородно-кислородного элемента.
22. Химические источники тока, классификация и основные характеристики: электродвижущая сила, коэффициент полезного действия, емкость при заряде и разряде.
23. Электролиз. Электролиз растворов и расплавов.
24. Последовательность электродных процессов.
25. Области практического применения электролиза.
26. Гальванические покрытия. Области применения.
27. Анодная обработка металлов
28. Коррозия и ее значение. Классификация коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия.
29. Методы защиты металлов от коррозии. Ингибиторы коррозии, Электрохимические методы защиты.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена)**

Тема 1.

1. Какие вещества называются электролитами?
2. Что такое электролитическая диссоциация?
3. Каков механизм электролитической диссоциации?
4. Что называют степенью диссоциации электролита?
5. В чем заключается основное отличие сильных электролитов от слабых?
6. Напишите формулу закон разбавления Оствальда.
7. Каков физический смысл коэффициента активности.
8. Напишите выражение для ионной силы раствора.
9. Что такое рН?
10. Почему растворы и расплавы электролитов являются проводниками электрического тока?
11. От каких параметров зависит подвижность ионов?
12. Дайте определение удельной электропроводности растворов электролитов.

Тема 2.

1. Дайте определение электрохимическим процессам.
2. Что такое электрод?
3. Напишите выражения для законов Фарадея
4. Что такое электродный потенциал?
5. Потенциал какого электрода принят за нуль?
6. От каких параметров зависит величина электродного потенциала?
7. Что такое стандартный электродный потенциал?
8. Как записывается уравнение Нернста для электродов типа  $Me^{n+} | Me$
9. Что такое гальванический элемент?
10. Какой электрод в гальваническом элементе называется анодом? Какой электрод называется катодом?
11. Как рассчитывается ЭДС гальванического элемента?

Тема 3.

1. Что такое электродная поляризация?
2. Какие существуют способы доставки реагирующего вещества к поверхности электрода?

Тема 4.

1. Что такое топливный элемент
2. Рассмотрите принцип работы на примере водородно-кислородного элемента. Химические источники тока (ХИТ). Определение.
2. Классификация ХИТ.

3. Основные характеристики ХИТ: электродвижущая сила, коэффициент полезного действия, емкость при заряде и разряде. Приведите соответствующие выражения.

#### Тема 5.

1. Какая химическая реакция называется электролизом?
2. На каком электроде при электролизе происходит процесс восстановления? Процесс окисления?
3. Чем определяется последовательность восстановления катионов при электролизе?
4. В каких случаях на катоде восстанавливаются катионы металлов? В каких случаях на катоде восстанавливается вода?
5. Какие металлы нельзя получить электролизом водных растворов их солей?
6. В какой последовательности окисляются при электролизе частицы на аноде?
7. В каких случаях при электролизе водных растворов на аноде окисляется вода? Какие продукты при этом образуются?
8. Какие процессы включает технология подготовки поверхности изделия к нанесению гальванического покрытия?
9. Какие процессы происходят на катоде и аноде в процессе получения гальванического покрытия?
10. Приведите области применения гальванических покрытий с примерами.
11. Что такое оксидирование?
12. Укажите преимущества электрохимической обработки металлов по сравнению с механическими способами.

#### Тема 6.

1. Что такое коррозия металлов?
2. Как происходит химическая коррозия? Приведите примеры.
3. В каких случаях происходит электрохимическая коррозия?
4. Что представляет собой анодный процесс при коррозии?
5. Какой катодный процесс происходит при коррозии металлов: – в кислой среде? – в нейтральной среде?
6. Как происходит коррозия при контакте двух металлов?
7. Какие покрытия называют анодными? Как происходит коррозия при нарушении их целостности?
8. Какие покрытия называют катодными? Как происходит коррозия при нарушении их целостности?
9. Каковы принципиальные методы защиты металлов от коррозии?

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС 8 семестр

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
10	40	10	10	0	0	30	100

### *Программа оценивания учебной деятельности студента 8 семестр*

#### ***Лекции***

- Посещаемость, экспресс-опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

#### ***Лабораторные занятия***

- Выполнения предусмотренных рабочей программой лабораторных работ – от 0 до 40 баллов

#### ***Практические занятия***

- Выполнения предусмотренных рабочей программой практических заданий – от 0 до 10 баллов

#### ***Самостоятельная работа***

- Оформление и подготовка рефератов и отчетов выполненных лабораторных работ – от 0 до 10 баллов (по 5 баллов за оформление реферата и отчетов о выполнении лабораторных работ)

#### ***Автоматизированное тестирование***

Не предусмотрено.

#### ***Другие виды учебной деятельности:***

Не предусмотрено.

#### ***Промежуточная аттестация (экзамен)***

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных, лабораторных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине.

Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему изучаемому материалу. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, владеть методами аргументирования своих утверждений. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 2 "Фонда оценочных средств").

Если во время экзамена набрано менее 1/3 (10 баллов) от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то экзамен считается несданным. При определении разброса баллов при аттестации преподаватель может воспользоваться следующим ранжированием ответа студентом (Таблица 2):

Таблица 2. Ранжирование ответа студента в ходе сдачи им экзамена

26-30 баллов	<i>ответ на «отлично»</i>
20-25 баллов	<i>ответ на «хорошо»</i>
11-19 баллов	<i>ответ на «удовлетворительно»</i>
0-10 баллов	<i>неудовлетворительный ответ</i>

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Основы электрохимических технологий» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы электрохимических процессов» в оценку (экзамен) осуществляется в соответствии с таблицей 3:

Таблица 3. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (экзамен)

70-100 баллов	«отлично»
50-69 баллов	«хорошо»
30-49 баллов	«удовлетворительно»
0-29 баллов	«не удовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до сведения студентов 2 раза за семестр: в конце 6 и 11 недели обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по данной дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими экзамена на основании рейтинговой оценки (70 баллов) по решению преподавателя.

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

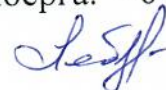
### **а) основная литература:**

1. Горшков, Владимир Иванович. Основы физической химии: учебник / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 407 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники - М. : Высш. образование, 2009. - 257 с.
2. Миомандр, С. Садки. Электрохимия. М.: Техносфера. 2008 г.

3. Дамаскин Б.Б., Цирлина Г.А., Петрий О.А. Электрохимия. Изд. Колос. 2006 г.
4. Байрамов В.М. Основы электрохимии. Изд-во «Академия», 2005 г.
5. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. М.: Озон. 2008 г. (1 экз.)
6. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа. 1984 г.
7. Стромберг, Армин Генрихович. Физическая химия: учебник / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А. Г. Стромберга. - 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 526 с.



### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Основы электрохимических процессов» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилем подготовки бакалавриата «Материаловедение и технология новых материалов»

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от «12» сентября 2016 г., протокол №2.

Автор: доцент кафедры материаловедения,  
технологии и управления качеством,

к.х.н.  О.А. Иноземцева

Зав. кафедрой материаловедения,  
технологии и управления качеством,

д.ф.-м.н., профессор  С.Б. Вениг

« 12 » 09 2016 г.

Декан факультета нано- и биомедицинских технологий,

д.ф.-м.н., профессор  С.Б. Вениг

« 12 » 09 2016 г.