

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
**Электрохимические технологии**

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

Курс: 4, семестры : 7 8

Механико-технологический факультет,

|    |                                                                                                      | Семестр    |            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 7          | 8          |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 6          | 4          |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 216        | 144        |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 94         | 55         |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36         | 22         |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18         | 10         |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 18         | 10         |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 12         | 6          |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2          | 2          |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 20         | 11         |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 122        | 89         |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ контр. | РГЗ контр. |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э          | ДЗ         |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

ФГОС введен в действие приказом №1005 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 29.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, к.х.н. Новгородцева О. Н.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.18 готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                                                                 |  |
| у2. уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий                                                                                                                     |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.19 готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| з1. знать методологию и основные понятия электрохимических процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| у1. владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                   | Формы организации занятий                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Электрохимические технологии</i>                                                                                                                                                                                                               |                                                                           |
| <b>ПК.19.у1 владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов</b>                                                                                                                              |                                                                           |
| 1.методиками проведения электрохимических исследований и измерений основных параметров процесса и характеристик получаемого и/или исследуемого материала, а также современными методами обработки экспериментальных данных                        | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.19.з1 знать методологию и основные понятия электрохимических процессов</b>                                                                                                                                                                  |                                                                           |
| 2.теорию и технологию гидрометаллургии металлов. функциональной гальванотехники и химических источников тока                                                                                                                                      | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 3.выбор электролита и технологического режима нанесения покрытия                                                                                                                                                                                  | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа                       |
| <b>ПК.18.у2 уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий</b> |                                                                           |
| 4.проводить информационный поиск в рамках поставленной научно-исследовательской задачи                                                                                                                                                            | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 5.практическими навыками работы на экспериментальном оборудовании, навыками оформления результатов исследования и принятия соответствующих решений                                                                                                | Лабораторные работы                                                       |
| <b>ПК.19.у1 владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов</b>                                                                                                                              |                                                                           |
| 6.основной техникой и технологией производства ХИИЭ;                                                                                                                                                                                              | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 7.практическими навыками получения химических продуктов и покрытий электролизом, металлов гидроэлектрометаллургическими методами, исследования характеристик ХИТ                                                                                                                                                 | Лабораторные работы                                                       |
| <b>ПК.19.31 знать методологию и основные понятия электрохимических процессов</b>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |
| 8.основные методы разработки растворов, электролитов и технологических режимов, обеспечивающих эффективную электрохимическую обработку металлов и диэлектриков, получение гальванических покрытий с необходимыми функциональными свойствами, получение металлов и химических продуктов с требуемыми параметрами  | Лекции                                                                    |
| 9.выбор вида и толщины металлопокрытия по условиям его эксплуатации                                                                                                                                                                                                                                              | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа                       |
| <b>ПК.19.y1 владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов</b>                                                                                                                                                                                             |                                                                           |
| 10.наладить экспериментальную установку и проводить в лабораторных условиях электролиз растворов неорганических соединений                                                                                                                                                                                       | Лабораторные работы; Самостоятельная работа                               |
| <b>ПК.18.y2 уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий</b>                                                                |                                                                           |
| 11.об основах конструирования и производства ХИЭЭ                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.19.y1 владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов</b>                                                                                                                                                                                             |                                                                           |
| 12.практическими навыками получения химических продуктов и покрытий электролизом, металлов гидроэлектрометаллургическими методами, исследования характеристик химических источников тока                                                                                                                         | Лабораторные работы; Самостоятельная работа                               |
| <b>ПК.19.31 знать методологию и основные понятия электрохимических процессов</b>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |
| 13.основные понятия, законы и модели электрохимических процессов в ХИИЭ                                                                                                                                                                                                                                          | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 14.принципы, положенные в основу конструкций ХИИЭ, и основы производства ХИЭЭ                                                                                                                                                                                                                                    | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 15.о физико-химических процессах и устройстве ХИЭЭ                                                                                                                                                                                                                                                               | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| 16.основные понятия и законы превращение химической энергии в электрическую;                                                                                                                                                                                                                                     | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.19.y1 владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов</b>                                                                                                                                                                                             |                                                                           |
| 17.методами анализа состава и качества продукции;                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа                       |
| <b>ПК.19.31 знать методологию и основные понятия электрохимических процессов</b>                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                           |
| 18.основные методы разработки растворов, электролитов и технологических режимов, обеспечивающих эффективную электрохимическую обработку металлов и диэлектриков, получение гальванических покрытий с необходимыми функциональными свойствами, получение металлов и химических продуктов с требуемыми параметрами | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 19.о сути и значении гальванических, химических и оксидных покрытий                                                                                                                                                                               | Лекции; Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа                          |
| 20.о роли электрохимических процессов в различных областях промышленности                                                                                                                                                                         | Лекции; Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа                          |
| 21.основные физико-химические процессы, лежащие в основе электрохимических явлений                                                                                                                                                                | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |
| <b>ПК.18.у2 уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий</b> |                                                                                 |
| 22.методами определения основных характеристик химических источников тока.                                                                                                                                                                        | Лекции; Практические занятия;<br>Лабораторные работы;<br>Самостоятельная работа |

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Общие вопросы электрохимических технологий</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |      |                               |
| 1. Электрохимические объекты и явления. Электроды, электролизёры. Особенности электрохимических технологий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                    | 2    | 21, 8                         |
| <b>Дидактическая единица: Электролиз водных растворов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |      |                               |
| 2. История создания и развития гальванотехники. Основные положения гальванопластики. Материалы и технология производства гальванопластических художественных изделий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                    | 2    | 19, 20, 21                    |
| 3. Производство водорода, хлора и щёлочи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                    | 2    | 20, 21                        |
| 4. Теоретические основы гальваностегии. Различные способы нанесения покрытий: физические, химические и электрохимические. Выбор гальванических покрытий в зависимости от условий эксплуатации и требований конструкторской документации. Классификация защитно-декоративных покрытий. Функциональное назначение покрытий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                    | 2    | 19, 20, 21, 3                 |
| 5. Подготовка поверхности изделий перед нанесением гальванических покрытий. Способы изготовления деталей и виды загрязнения поверхности. Требования стандартов к поверхности покрываемых изделий. Механические способы подготовки поверхности: дробеструйная и пескоструйная обработка; шлифование; полирование; крацевание галтование. Химическое и электрохимическое обезжиривание поверхности. Обезжиривание органическими растворителями. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание (катодное и анодное). Обезжиривание с применением ультразвука. Выбор технологии обезжиривания в зависимости от природы обрабатываемого металла. | 0                    | 2    | 18, 19, 20, 21, 3, 8, 9       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------|
| 6. Химическое и электрохимическое травление поверхности металлов. Травление черных металлов. Травление цветных металлов. Активирование и промывка. Химическое и электрохимическое полирование металлов. Теоретические основы процессов химического и электрохимического полирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0 | 2 | 18, 19, 20, 21, 3       |
| 7. Общие сведения о структуре электролитических покрытий. Условия образования электролитических покрытий. Механизм образования гальванических покрытий. Процесс электрокристаллизации. Рост кристаллов. Свойства металлических покрытий: толщина, адгезия, пористость. Способы контроля. Влияние технологических режимов на структуру осадка. Влияние состава электролита. Простые и комплексные электролиты. Распределение тока и металла по поверхности. Рассеивающая способность электролитов. Распределение тока в электролите. Первичное и вторичное распределение. Макрораспределение и микрораспределение. Количественная характеристика рассеивающей способности электролитов. Микрорассеивающая способность электролитов. Выравнивающие и блескообразующие добавки. Механизм выравнивающей способности. Кроющая способность электролитов. Влияние режима электролиза. Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов). Геоме | 0 | 2 | 1, 18, 19, 20, 21, 3    |
| 8. Катодные процессы при электроосаждении металлов. Условия протекания и стадии катодного процесса. Лимитирующая стадия. Перенапряжение диффузии, перехода и кристаллизации. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов. Условия образования мелкокристаллических осадков.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0 | 2 | 19, 20, 21              |
| 15. Основы теории процесса осаждения сплавов. Область применения сплавов. Условия совместного осаждения металлов. Осаждение сплавов путем комплексообразования. Осаждение сплавов с применением ПАВ. Осаждение сплавов на предельном токе. Структура и свойства сплавов. Механизм формирования твердого раствора на катоде. Анодный процесс при осаждении сплавов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0 | 2 | 18, 19, 20, 21, 3, 8, 9 |
| <b>Дидактическая единица: Гальванотехника.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |   |                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| <p>9. Электролитическое получение цинка. Технологическая схема гидрометаллургического метода производства цинка. Электродные процессы при электроизвлечении цинка из сернокислых растворов. Совместный разряд цинка и водорода. Выход по току при электроосаждении цинка и факторы, влияющие на него (катодная плотность тока, состав электролита, кислотность и температура, примеси, ПАВ). Применяемые режимы электролиза. Методы очистки растворов от примесей (цементация, осаждение малорастворимых соединений). Физико-химические свойства цинка и область применения цинковых покрытий. Сравнительная характеристика электролитов цинкования: простые кислые электролиты, цианидные и цинкатные электролиты, хлораммонийные и аминокислотные электролиты. Состав электролитов и режим нанесения покрытий. Влияние примесей на качество покрытия. Обработка цинковых покрытий для улучшения защитных свойств.</p>         | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 3, 4, 8, 9 |
| <p>10. Электролитическое рафинирование меди. Технологическая схема переработки медных руд. Огневое рафинирование меди и требования к анодам. Теоретические основы электролитического рафинирования меди. Кинетика электродных процессов при электрорафинировании меди. Способы поддержания постоянства состава электролита. Физико-химические свойства меди и область применения медных покрытий. Сравнительная характеристика электролитов меднения: простые кислые и комплексные электролиты. Электролиты на основе простых солей меди: сульфатный, фторборатный, фторсиликатный, нитратный. Электролиты на основе комплексных солей меди: цианистый, пиррофосфатный, этилендиаминный, гексациано(II)-ферритный.</p>                                                                                                                                                                                                          | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 3, 4, 8, 9 |
| <p>11. Электрорафинирование никеля. Теоретические основы процесса электрорафинирования никеля. Катодный и анодный процессы при рафинировании никеля. Совместный разряд никеля и водорода. Влияние концентрации никеля, кислотности раствора, плотности тока и температуры на процесс электролиза. Поведение примесей при рафинировании никеля и особенности организации аппаратного оформления процесса (диафрагма, циркуляция). Требования к составу электролита и типы применяемых электролитов. Влияние ионов хлора и ПАВ на рафинирование никеля. Способы очистки электролита от примесей железа, меди, кобальта, цинка (цементация, осаждение малорастворимых соединений, сорбционный, экстракционный). Область применения никелевых покрытий. Катодный и анодный процессы при никелировании. Электролиты никелирования, получение блестящих никелевых покрытий. Увеличение коррозионной стойкости никелевых покрытий.</p> | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 3, 4, 8, 9 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------|
| 12. Физико-химические свойства хрома и область применения хромовых покрытий. Типы хромовых покрытий и их назначение. Особенности процесса хромирования. Электролиты хромирования. Катодные процессы при хромировании. Структура и свойства хромовых покрытий. Влияние условий электролиза и состава электролита на свойства хромовых покрытий. Применение ПАВ при хромировании.                                 | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 22, 3, 4, 8, 9 |
| 13. Физико-химические свойства кадмия, олова, свинца и область применения покрытий этих металлов. Требования к составу электролита и сравнительная характеристика используемых электролитов. Катодные и анодные процессы. Влияние ПАВ, условий электролиза и состава электролитов. Специальные добавки и их роль. Примеси, их влияние и способы очистки электролитов от примесей. Структура и свойства покрытий | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 3, 4, 8, 9     |
| 14. Физико-химические свойства золота и серебра и область применения покрытий этих металлов. Требования к составу электролита и сравнительная характеристика используемых электролитов. Катодные и анодные процессы. Влияние ПАВ, условий электролиза и состава электролитов. Специальные добавки и их роль. Примеси, их влияние и способы очистки электролитов от примесей. Структура и свойства покрытий      | 0 | 2 | 17, 18, 19, 20, 21, 3, 4, 8, 9     |
| <b>Дидактическая единица: Организация гальванического производства</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |                                    |
| 16. Оборудование гальванических цехов. Подготовка деталей перед покрытием (схемы предварительной обработки деталей, виды обработки). Обработка покрытых деталей. Методы контроля качества гальванических покрытий. Вода в гальваническом производстве. Промывка деталей.                                                                                                                                        | 0 | 4 | 17, 18, 2, 20, 3, 8, 9             |
| 17. Стандартизация в гальваническом производстве. Экологические проблемы гальванического производства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0 | 2 | 17, 18, 2                          |
| <b>Семестр: 8</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |                                    |
| <b>Дидактическая единица: Гидрометаллургия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |                                    |
| 1. Общие сведения о гидроэлектрометаллургии. Разновидности технологических процессов (электрорафинирование, электроизвлечение, получение порошков металлов электролизом, амальгамная металлургия, цементация). Техничко-экономические показатели электролиза: выход по току, удельный расход электроэнергии.                                                                                                    | 0 | 2 | 18, 2, 20, 21, 8                   |
| 2. Исходное сырьё. Золотосодержащие продукты рафинирования меди. Технологическая схема переработки золотосодержащих руд. Цианистое выщелачивание. Цементация золота из раствора. Металлургические методы аффинажа. Электрохимическое извлечение драгоценных металлов на углеволокнуистый катод.                                                                                                                 | 0 | 2 | 18, 2, 20, 21, 8                   |
| 3. Переработка фиксажных растворов. Электрохимический аффинаж серебра: теория, устройство электролизёра, технологическая схема.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0 | 2 | 18, 2, 20, 21, 8                   |
| <b>Дидактическая единица: Технология производства химических источников электрической энергии (ХИИЭ)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------|
| 4. Работа и устройство ХИЭЭ: Принципиальное устройство ХИЭЭ. Основные понятия. Виды ХИТ. Химические реакции в ХИЭЭ. Токообразующие реакции. Побочные реак-ции. Электрохимические системы. Напряжение разомкнутой цепи. Элек-тродвижущая сила. Рабочее напряжение. Расход реагентов. Термодинами-ческие соотношения. ЭДС и термодинамические соотношения. Уравнение Нернста. Характеристики ХИЭЭ. Основные электрические характеристики. Напряжение разомкнутой цепи, напряжение разряда. Разрядная кривая. Ток разряда, мощность. Режимы разряда. Номинальное напряжение, разрядная мощность. Емкость, энергозапас. Электрические характеристики аккумуля-торов. Эксплуатационные параметры ХИЭЭ                                                                                                                             | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 16, 2, 6  |
| 5. Электрохимические вопросы работы ХИЭЭ. Поляризационные кри-вые - общий вид, влияние электрохимических параметров, влияние состава электролита, работа выработанных ХИЭЭ, влияние площади поверхности, влияние побочных реакций. Саморазряд электродов. Электрокатализ.Разновидности ХИЭЭ. Требования к электрохимическим системам. ХИТ, представляющие исторический интерес - элементы Вольта, Даниэля, Яко-би, Мейдингера, Грова, Бунзена, Грене. ХИЭЭ, применяемые в настоящее время. ХИЭЭ будущего. Конструкционные разновидности ХИТ - элементы с твердыми реагентами, элементы с жидкими и газообразными реагентами, элементы с непрерывной подачей твердых реагентов, батареи с биполяр-ными электродами, резервные ХИЭЭ.                                                                                           | 0 | 4 | 11, 13, 14, 15, 16, 6     |
| 6. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Требования к конструкции, баланс активных веществ, толщина электродов, масштабные факторы. Омические потери. Пористые электроды и дисперс-ные системы - общие свойства пористых систем, активная масса, разновид-ности пористых электродов, вторичные изменения. Пасты и загущенные электролиты. Сепараторы - их функции и требования к ним, сепараторы, применяемые в ХИЭЭ, способы применения сепараторов. Особенности ра-боты батарей. Герметизация. Тепловые процессы в ХИЭЭ. Резервные ХИЭЭ. Вопросы эксплуатации ХИЭЭ. Эксплуатация первичных элементов. Эксплуатация аккумуляторов -режимы эксплуатации, заряд аккумуляторов, работа аккумуляторов в режимах: переключения, буферном, аварийном. Вопросы ухода и эксплуатации. Переходные процессы в ХИЭЭ. Надежность ХИЭЭ. | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 21, 6     |
| 7. Области применения ХИЭЭ. Современные области применения: транспортные средства, Элек-трические транспортные свойства, стационарные установки, переносные и бытовые приборы, специальные области применения. Проблемные области применения: использование ХИЭЭ в большой энергетике, проблема элек-тромобиля, использование в медицине. Экономические вопросы производ-ства.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 16, 21, 6 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------|
| 8. Основные системы ХИЭЭ. Аккумуляторы. Свинцовые аккумуляторы. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Серебряно-кадмиевые и никель-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики. Сравнительные характеристики аккумуляторов.                                                                                                                                                                                   | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 16, 21, 6 |
| 9. Гальванические элементы. Марганцево-цинковые элементы с соевым электролитом. Щелочные ХИЭЭ с цинковым анодом. Медно-цинковые элементы. Ртутно-цинковые элементы. Ще-лочные марганцево-цинковые элементы. Общие сведения. Процессы. Конструкция. Характеристи-ки. Топливные элементы. Общие понятия. Устройство. Реагенты. Высокотемпературные топливные элементы: с расплавленным электроли-том, с твердым электролитом. Перспективы топливных элементов. | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 16, 21, 6 |
| 10. Комбинированные ХИЭЭ, ХИЭЭ с водными растворами, ХИЭЭ с твердыми и расплавленными электролитами, аАккумуляторы с расплавленным элек-тролитом: отрицательный электрод, положительный электрод, электролит, конструкция и характеристики. Тепловые ХИЭЭ.                                                                                                                                                                                                   | 0 | 2 | 11, 13, 14, 15, 16, 21, 6 |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                                               | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                     |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Дидактическая единица: Гальванотехника</b>                                         |                      |      |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1. Химическое и электрохимическое обезжиривание и травление. Химическое никелирование | 2                    | 6    | 1, 10, 12, 19, 2, 21, 4, 5, 7 | 1. выполняет подготовку поверхности изделия (стальную пластинку) для последующего никелирования в растворах обезжиривания и травления<br>2. сравнивает качество подготовки изделия химическим и электрохимическим способами ;<br>3. представляет результат на языке символов, графи-ков, рисунков в удобной форме;<br>4. проводит химическое никелирование стальной пластины;<br>5. делает выводы и обсуж-дает результаты работы с преподавателем. |

|                                                                                                           |   |   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Определение рассеивающей способности электролитов                                                      | 2 | 4 | 1, 10, 12, 21, 3, 5, 7            | 1. собирает электрохимическую ячейку для проведения эксперимента;<br>2. подготавливает анод химическим травлением с последующей промывкой;<br>3. ведёт электролиз с поддержанием постоянной температуры;<br>4. промывает деталь и взвешивает;<br>5. рассчитывает массу детали после электролиза;<br>6. рассчитывает рассеивающую способность;<br>6. представляет результат на языке символов, графи-ков, рисунков в удобной форме;<br>7. делает выводы и обсуж-дает результаты работы с преподавателем. |
| 3. Гальваническое цинкование                                                                              | 1 | 4 | 1, 10, 17, 19, 20, 21, 3, 5, 7, 9 | 1. выполняет подготовку поверхности изделия (стальную пластинку) для последующего цинкования в растворах обезжиривания и травления<br>2. собирает электрохимическую ячейку для ведения электролиза;<br>3. ведёт электрохимическое цинкование;<br>4. представляет результат на языке символов, графи-ков, рисунков в удобной форме;<br>5. делает выводы и обсуж-дает результаты работы с преподавателем.                                                                                                 |
| 4. Гальваническое никелирование                                                                           | 1 | 4 | 1, 10, 17, 18, 19, 20, 21, 5, 7   | 1. выполняет подготовку поверхности изделия (стальную пластинку) для последующего никелирования в растворах обезжиривания и травления<br>2. собирает электрохимическую ячейку для ведения электролиза;<br>3. ведёт электрохимическое никелирование;<br>4. представляет результат на языке символов, графи-ков, рисунков в удобной форме;<br>5. делает выводы и обсуж-дает результаты работы с преподавателем.                                                                                           |
| <b>Семестр: 8</b>                                                                                         |   |   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Дидактическая единица: Технология производства химических источников электрической энергии (ХИИЭ).</b> |   |   |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                        |   |   |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Работа и устройство ХИЭЭ. Напряжение разомкнутой цепи гальвани-ческого элемента                     | 1 | 2 | 1, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 5 | 1. выполняет измерения равновесного потенциала и анализирует влияние разных факторов на их величину.<br>2. обрабатывает результаты измерений;<br>3. представляет результат на языке символов, графиков, рисунков в удобной форме;<br>4. делает выводы и обсуждает результаты работы с преподавателем.    |
| 2. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Работа гальванического элемента - вольт-амперная зависимость | 1 | 2 | 12, 13, 14, 15, 22                   | 1. выполняет измерения напряжения для процессов по инструкции;<br>2. обрабатывает результаты измерений;<br>3. представляет результат на языке символов, графика-ков, рисунков в удобной форме;<br>4. делает выводы и обсуж-дает результаты работы с преподавателем.                                      |
| 3. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Работа гальванического элемента - раз-рядная кривая.         | 1 | 2 | 13, 14, 15, 16, 18, 22               | 1. выполняет измерения по-тенциала.<br>2. выполняет качественные опыты по влиянию различ-ных факторов на величину потенциала;<br>3. представляет качествен-ные изменения на языке символов;<br>4. оформляет результаты в удобном виде и обсуждает с преподавателем                                       |
| 4. Основные системы ХИЭЭ. Марганцево-цинковые элементы с соле-вым и щелочным электролитом              | 1 | 1 | 1, 13, 14, 15, 16, 22                | 1. выполняет измерения напряжения и анализирует влияние разных факторов на работу элемента.<br>2. оформляет результаты на языке символов и рисунков;<br>3. проводит измерения по-тенциала по жесткой ин-струкции;<br>4. представляет результаты измерения в удобной форме и обсуждает с преподавате-лем. |

|                                                     |   |   |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Основные системы ХИЭЭ.<br>Свинцовые аккумуляторы | 1 | 1 | 1, 10, 11, 13,<br>14, 15, 16, 22 | 1. выполняет измерения напряжения и анализирует влияние разных факторов на работу аккумулятора.<br>2. оформляет результаты на языке символов и рисунков;<br>3. проводит измерения по-тенциала по жесткой ин-струкции;<br>4. представляет результаты измерения в удобной форме и обсуждает с преподавателем. |
| 6. Основные системы ХИЭЭ.<br>Топливные элементы     | 1 | 2 | 1, 11, 12, 13,<br>14, 15, 22, 6  | 1. выполняет измерения напряжения и анализирует влияние разных факторов на работу ХИЭЭ.<br>2. оформляет результаты на языке символов и рисунков;<br>3. проводит измерения по-тенциала по жесткой ин-струкции;<br>4. представляет результаты измерения в удобной форме и обсуждает с преподавателем.         |

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                                  | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                          |                      |      |                               |                                                                                                                                   |
| <b>Дидактическая единица: Электролиз водных растворов.</b> |                      |      |                               |                                                                                                                                   |
| 1. Решение задач по электролизу без выделения металлов     | 2                    | 4    | 18, 21, 4                     | 1. выполняет вычисления параметров электролиза по законам Фарадея,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков,      |
| 2. Расчёт времени электролиза                              | 1                    | 2    | 18, 21, 4                     | 1. выполняет вычисления параметров электролиза по законам Фарадея,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков,      |
| 3. Расчет рассеивающей способности                         | 1                    | 4    | 18, 21, 4                     | 1. выполняет вычисления параметров электролиза по законам Фарадея и РС,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков, |
| 4. Расчет выхода по току                                   | 1                    | 2    | 18, 21, 4                     | 1. выполняет вычисления параметров электролиза по законам Фарадея,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков,      |
| <b>Дидактическая единица: Гальванотехника..</b>            |                      |      |                               |                                                                                                                                   |

|                                                                                            |   |   |                          |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Решение задач по гальванотехнике                                                        | 1 | 6 | 18, 2, 21, 4             | 1. выполняет вычисления параметров электролиза по законам Фарадея,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков,              |
| <b>Семестр: 8</b>                                                                          |   |   |                          |                                                                                                                                           |
| <b>Дидактическая единица: Технология производства химических источников электроэнергии</b> |   |   |                          |                                                                                                                                           |
| 1. ЭДС ХИЭЭ                                                                                | 0 | 2 | 1, 15, 2, 21, 22         | 1. выполняет вычисления ЭДС,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков                                                     |
| 2. Определение термодинамических функций гальванического элемента по данным измерений ЭДС  | 0 | 2 | 1, 13, 2, 22             | 1. выполняет вычисления термодинамических функций,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков                               |
| 3. Нестационарные потенциалы. Напряжение разряда                                           | 0 | 2 | 1, 11, 13, 14, 2, 22     | 1. выполняет вычисления нестационарных потенциалов и влияния саморазряда на них,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков |
| 4. Вольтамперные характеристики ХИЭЭ                                                       | 0 | 2 | 14, 15, 16, 2, 21        | 1. выполняет вычисления разрядных кривых ХИЭЭ,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков                                   |
| 5. Емкость и энергозапас ХИЭЭ                                                              | 0 | 1 | 13, 14, 15, 2, 22        | 1. выполняет вычисления энергетических параметров ХИЭЭ,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков                          |
| 6. Расход реагентов в ХИЭЭ                                                                 | 0 | 1 | 11, 13, 14, 15, 16, 2, 6 | 1. выполняет вычисления параметров ХИЭЭ,<br>2. представляет результат на языке символов, графиков                                         |

Таблица 3.4

| Темы для самостоятельного изучения                                       | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                        |                      |      |                               |
| <b>Дидактическая единица: Общие вопросы электрохимических технологий</b> |                      |      |                               |
| 1.                                                                       | 0                    | 0    | 1, 2, 3, 4                    |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                 | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b> |                             |                               |                    |                      |
| 1                 | Контрольные работы          | 2, 3                          | 14                 | 4                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                   |                             |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|----|---|
| При подготовке к контрольной работе<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах:<br>Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 2 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 105, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775</a><br>Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a>                                                                                                                                                                                                         |                                                   |                             |    |   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | РГЗ                                               | 1, 16, 2, 3, 4, 9           | 14 | 5 |
| При подготовке к РГЗ<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах:<br>Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 2 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 105, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                             |    |   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Подготовка к занятиям                             | 1                           | 70 | 9 |
| В ходе подготовки к занятиям студент выполняет следующие виды деятельности:<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- отвечает на вопросы, составляет краткие конспекты по выбранным темам для самостоятельной работы, проводит сверстку информации;<br>- формулирует и составляет задания по выбранным темам;<br>- выполняет домашние задания по основным разделам.<br>- прорешивает типовые задания;<br>- работает с диагностическими материалами, устанавливает пробелы в подготовке и устраняет их, используя соответствующие учебно-методические материалы.: Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a>                                                                                                                                       |                                                   |                             |    |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Дополнительная учебная деятельность               | 19, 20, 21, 4, 9            | 0  | 0 |
| : Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                   |                             |    |   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Подготовка к аттестации                           | 13, 14, 16, 19, 2, 20, 4, 9 | 24 | 2 |
| При подготовке к экзамену студент :<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах;<br>- просматривает ответы на вопросы, заданные ранее, анализирует краткие конспекты по выбранным темам для самостоятельной работы, в том числе сверстки информации;<br>- работает с образцами контролируемых материалов;<br>- выполняет домашние задания;<br>- прорешивает типовые задания, сравнивает различные варианты решения задач;<br>- работает с диагностическими материалами, устанавливает пробелы в подготовке и устраняет их, используя соответствующие учебно-методические материалы<br>: Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595</a> . - Загл. с экрана. |                                                   |                             |    |   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Самостоятельное изучение теоретического материала | 1, 2, 3, 4                  | 0  | 0 |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.4 : Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                             |    |   |

| Семестр: 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                     |                                                    |    |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|----|---|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Контрольные работы                  | 18, 19, 20, 21, 22                                 | 12 | 0 |
| При подготовке к контрольной работе<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах: Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a> Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595</a> . - Загл. с экрана.                                               |                                     |                                                    |    |   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | РГЗ                                 | 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22                 | 12 | 0 |
| При подготовке к РГЗ<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах, подробная информация приведена в приложении №7 : Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                     |                                                    |    |   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Подготовка к занятиям               | 21                                                 | 41 | 9 |
| В ходе подготовки к занятиям студент выполняет следующие виды деятельности:<br>- посещает консультации;<br>- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;<br>- отвечает на вопросы, составляет краткие конспекты по выбранным темам для самостоятельной работы, проводит сверстку информации;<br>- формулирует и составляет задания по выбранным темам;<br>- выполняет домашние задания по основным разделам.<br>- прорешивает типовые задания;<br>- работает с диагностическими материалами, устанавливает пробелы в подготовке и устраняет их, используя соответствующие учебно-методические материалы.: Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a> |                                     |                                                    |    |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Дополнительная учебная деятельность | 10, 12, 13, 16, 17                                 | 0  | 0 |
| : Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 2 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 105, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                                                    |    |   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Подготовка к аттестации             | 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 | 24 | 2 |

При подготовке к экзамену студент :

- посещает консультации;
- анализирует текст лекций, формулирует вопросы;
- сравнивает информацию, полученную на лекциях, с информацией в других учебных материалах;
- просматривает ответы на вопросы, заданные ранее, анализирует краткие конспекты по выбранным темам для самостоятельной работы, в том числе сверстки информации;
- работает с образцами контролирующих материалов;
- выполняет домашние задания;
- прорешивает типовые задания, сравнивает различные варианты решения задач;
- работает с диагностическими материалами, устанавливает пробелы в подготовке и устраняет их, используя соответствующие учебно-методические материалы

: Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000050107](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107) Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000232595](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595). - Загл. с экрана.

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Информирование                | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ      |
| Консультирование              | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ      |
| Контроль                      | Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ |
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ |

Таблица 5.2

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Наименование активных форм | Коды формируемых компетенций |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Дискуссия                  | ПК.18; ПК.19;                |
| <b>Формируемые умения:</b> з1. знать методологию и основные понятия электрохимических процессов<br>; у1. владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов<br>; у2. уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений;<br>прогнозировать области техники применения электрохимических технологий |                            |                              |
| <b>Краткое описание применения:</b><br>Подробная информация об использовании технологии приводится в "Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a> "                                   |                            |                              |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Мин. балл | Максимальный балл |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                   |
| <i>Подготовка к занятиям:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9         | 18                |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8         | 16                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107</a> " |           |                   |
| <i>Контрольные работы:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6         | 12                |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7         | 14                |
| <i>Экзамен:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 20        | 40                |
| <b>Семестр: 8</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                   |
| <i>Подготовка к занятиям:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12        | 24                |
| <i>Лабораторная:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 15        | 30                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 2 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 105, [2] с. : ил. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775</a> " |           |                   |
| <i>Контрольные работы:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6         | 12                |
| <i>РГЗ:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7         | 14                |
| <i>Зачет:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10        | 20                |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                   | Формы контроля |             |            |         |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------|---------|
|                       |                                                                                                                                                                                                                                       | Защита ЛР      | Контр. раб. | Защита РГЗ | Экзамен |
| <b>ПК.18</b>          | у2. уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий | +              | +           | +          | +       |
| <b>ПК.19</b>          | з1. знать методологию и основные понятия электрохимических процессов                                                                                                                                                                  | +              | +           | +          | +       |
|                       | у1. владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов                                                                                                                              | +              |             |            | +       |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

- Варенцов В. К. Электрохимические системы и процессы : учебное пособие / В. К. Варенцов, Н. А. Рогожников, Н. Ф. Уваров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 100, [1] с. : ил., табл.
- Дамаскин Б. Б. Электрохимия : [учебное пособие по направлению подготовки "Химия"] / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - Санкт-Петербург [и др.], 2015. - 670 с. : ил., табл.

3. Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 3 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 123, [1] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000067748](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000067748)

#### *Дополнительная литература*

1. Ямпольский А. М. Краткий справочник гальванотехника / А. М. Ямпольский, В. А. Ильин. - Л., 1981. - 268, [1] с. : ил.
2. Практикум по электрохимии : [учебное пособие для химических специальностей вузов / Б. Б. Дамаскин и др.] ; под общ. ред. Б. Б. Дамаскина. - М., 1991. - 287, [1] с. : ил.
3. Багоцкий В. С. Химические источники тока / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин. - М., 1981. - 359, [1] с. : ил.
4. Прикладная электрохимия : учебное пособие для химико-технологических специальностей / под ред. Томилова А. П. - М., 1984. - 519, [1] с. : ил.
5. Гальванотехника : справочник / [Ф. Ф. Ажогин и др.] ; под. ред. А. М. Гринберга, А. Ф. Иванова, Л. Л. Кравченко. - М., 1987. - 735 с. : ил., табл.
6. Баймаков Ю. В. Электролиз в гидрометаллургии : учебное пособие для вузов / Ю. В. Баймаков, А. И. Журин. - М., 1977. - 335, [2] с. : ил., схемы
7. Болотников Л. Е. Цветная металлургия, год 1999 / Л. Е. Болотников, С. И. Венецкий. - М., 1981. - 61, [3] с.
8. Справочник по электрохимии / [Р. К. Астахова и др.] ; под ред. А. М. Сухотина. - Л., 1981. - 486 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л.

#### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

### **8. Методическое и программное обеспечение**

#### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 1 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 118, [2] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000050107](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000050107)
2. Варенцов В. К. Современные проблемы технической электрохимии. Ч. 2 : учебное пособие / В. К. Варенцов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 105, [2] с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000056775](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000056775)
3. Рогожников Н. А. Теоретическая электрохимия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. А. Рогожников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000232595](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232595). - Загл. с экрана.

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Office
- 2 MathCAD
- 3 Opera

## 9. Материально-техническое обеспечение

### Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                          |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Сопровождение лекционного материала |

### Лабораторный стенд

| № | Наименование                    | Назначение                    |
|---|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | Весы лабораторные Ohaus SPU-202 | проведение лабораторных работ |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН МТФ  
к.т.н., доцент В.В. Янпольский  
“    ”    \_\_\_\_\_ Г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Электрохимические технологии

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электрохимические технологии приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                    | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                                                                                                      | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Этапы оценки компетенций                                                                                                                                                                                                                       |                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)                                                                                                                                                                                  | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ПК.18/НИ готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности | у2. уметь рассчитывать технологические параметры электрохимических процессов нанесения покрытий, получения металлов, электросинтеза неорганических соединений; прогнозировать области техники применения электрохимических технологий | Дидактическая единица:1 Общие вопросы электрохимических технологий. 1.1 Электрохимические объекты и явления. Электроды, электролизёры. Особенности электрохимических технологий.<br>Дидактическая единица:2 Гальванотехника 2.1 История создания и развития гальванотехники. Основные положения гальванопластики. Материалы и технология производства гальванопластических художественных изделий. 2.2. Теоретические основы гальваностегии. Различные способы нанесения покрытий: физические, химические и электрохимические. Выбор гальванических покрытий в зависимости от условий эксплуатации и требований конструкторской документации. Классификация защитно-декоративных покрытий. Функциональное назначение покрытий. 2.3. Подготовка поверхности изделий перед нанесением гальванических покрытий. Способы изготовления деталей и виды загрязнения поверхности. Требования стандартов к поверхности покрываемых изделий. Механические способы подготовки поверхности: дробеструйная и пескоструйная обработка; шлифование; полирование; крацевание галтование. Химическое и электрохимическое обезжиривание поверхности. Обезжиривание органическими растворителями. Химическое обезжиривание. Электрохимическое обезжиривание (катодное и анодное). Обезжиривание с применением ультразвука. Выбор технологии обезжиривания в зависимости от | Контрольная работа (семестр 7).<br>Отчет по лабораторной работе № 2 "Определение рассеивающей способности электролитов"<br>№ 3 " Гальваническое цинкование"<br>№ 4 " Гальваническое никелирование"<br>РГЗ (семестр 7),<br>Разделы 1, 2, 3 и 4. | Экзамен, вопросы 1 - 31                   |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>природы обрабатываемого металла. 2.4. Химическое и электрохимическое травление поверхности металлов. Травление черных металлов. Травление цветных металлов. Активирование и промывка.</p> <p>Химическое и электрохимическое полирование металлов. Теоретические основы процессов химического и электрохимического полирования. 2.5. Общие сведения о структуре электролитических покрытий. Условия образования электролитических покрытий. Механизм образования гальванических покрытий. Процесс электрокристаллизации. Рост кристаллов. Свойства металлических покрытий: толщина, адгезия, пористость. Способы контроля. Влияние технологических режимов на структуру осадка. Влияние состава электролита. Простые и комплексные электролиты. Распределение тока и металла по поверхности. Рассеивающая способность электролитов. Распределение тока в электролите. Первичное и вторичное распределение. Макрораспределение и микрораспределение. Количественная характеристика рассеивающей способности электролитов. Микро-рассеивающая способность электролитов. Выравнивающие и блескообразующие добавки. Механизм выравнивающей способности. Кроющая способность электролитов. Влияние режима электролиза. Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов). 2.6. Общие сведения о структуре электролитических покрытий. Условия образования электролитических покрытий. Механизм образования гальванических покрытий. Процесс электрокристаллизации. Рост кристаллов. Свойства металлических покрытий: толщина, адгезия, пористость. Способы контроля. Влияние технологических режимов на структуру осадка. Влияние состава электролита. Простые и комплексные электролиты. Распределение тока и металла по поверхности. Рассеивающая способность электролитов. Рас-</p> |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>пределение тока в электролите. Первичное и вторичное распределение. Макрораспределение и микрораспределение. Количественная характеристика рассеивающей способности электролитов. Микрорассеивающая способность электролитов. Выравнивающие и блескообразующие добавки. Механизм выравнивающей способности. Кроющая способность электролитов. Влияние режима электролиза. Влияние различных факторов электролиза на распределение металла на катоде (поляризации, выхода по току, электропроводности электролита, геометрии электролизера и электродов).</p> <p>2.7. Катодные процессы при электроосаждении металлов. Условия протекания и стадии катодного процесса. Лимитирующая стадия. Перенапряжение диффузии, перехода и кристаллизации. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов Условия образования мелкокристаллических осадков. 2.8. Основы теории процесса осаждения сплавов. Область применения сплавов. Условия совместного осаждения металлов. Осаждение сплавов путем комплексообразования. Осаждение сплавов с применением ПАВ. Осаждение сплавов на предельном токе. Структура и свойства сплавов. Механизм формирования твердого раствора на катоде. Анодный процесс при осаждении сплавов. 2.9. Физико-химические свойства цинка и область применения цинковых покрытий. Сравнительная характеристика электролитов цинкования: простые кислые электролиты, цианидные и цинкатные электролиты, хлораммонийные и аминокислотные электролиты. Состав электролитов и режим нанесения покрытий. Влияние примесей на качество покрытия. Обработка цинковых покрытий для улучшения защитных свойств. 2.10. Физико-химические свойства меди и область применения медных покрытий. Сравнительная характеристика электролитов меднения: простые кислые и комплексные электролиты. Электролиты на основе простых солей меди: сульфатный, фторборатный, фторсиликатный,</p> |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>нитратный. Электролиты на основе комплексных солей меди: цианистый, пирофосфатный, этилендиаминовый, гексациано(II)-ферритный.</p> <p>2.11. . Физико-химические свойства никеля и область применения никелевых покрытий. Область применения никелевых покрытий. Катодный и анодный процессы при никелировании. Электролиты никелирования, получение блестящих никелевых покрытий. Увеличение коррозионной стойкости никелевых покрытий.</p> <p>2.12. Физико-химические свойства хрома и область применения хромовых покрытий. Типы хромовых покрытий и их назначение. Особенности процесса хромирования. Электролиты хромирования. Катодные процессы при хромировании. Структура и свойства хромовых покрытий. Влияние условий электролиза и состава электролита на свойства хромовых покрытий. Применение ПАВ при хромировании.</p> <p>2.13. Физико-химические свойства кадмия, олова, свинца и область применения покрытий этих металлов. Требования к составу электролита и сравнительная характеристика используемых электролитов. Катодные и анодные процессы. Влияние ПАВ, условий электролиза и состава электролитов. Специальные добавки и их роль. Примеси, их влияние и способы очистки электролитов от примесей. Структура и свойства покрытий.</p> <p>2.14. . Физико-химические свойства золота и серебра и область применения покрытий этих металлов. Требования к составу электролита и сравнительная характеристика используемых электролитов. Катодные и анодные процессы. Влияние ПАВ, условий электролиза и состава электролитов. Специальные добавки и их роль. Примеси, их влияние и способы очистки электролитов от примесей. Структура и свойства покрытий.</p> <p>Дидактическая единица:3 Электролиз водных растворов. 3.1 Решение задач по электролизу без выделения металлов 3.2 Расчёт времени электролиза 3.3 Расчет рассеивающей способности 3.4 Расчет выхода по току Дидактическая единица:4 Гальванотехника. 4.1. Решение задач</p> |  |  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                      | по гальванотехнике                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
| ПК.19/НИ готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления | 31. знать методологию и основные понятия электрохимических процессов | <p>Дидактическая единица: 1. Электролиз водных растворов. 1.1. Производство перекиси водорода, водорода, хлора и щёлочи.</p> <p>Дидактическая единица: 2. Организация гальванического производства. 2.1. Оборудование гальванических цехов. Подготовка деталей перед покрытием (схемы предварительной обработки деталей, виды обработки). Обработка покрытых деталей. Методы контроля качества гальванических покрытий. Вода в гальваническом производстве. Промывка деталей. 2.2. Стандартизация в гальваническом производстве. Экологические проблемы гальванического производства.</p> <p>Дидактическая единица: 3. Гидрометаллургия. 3.1 . Общие сведения о гидроэлектрометаллургии. Разновидности технологических процессов (электрорафинирование, электроизвлечение, получение порошков металлов электролизом, амальгамная металлургия, цементация). Техничко-экономические показатели электролиза: выход по току, удельный расход электроэнергии. 3.2. Электролитическое получение цинка. Технологическая схема гидрометаллургического метода производства цинка. Электродные процессы при электроизвлечении цинка из сернокислых растворов. Совместный разряд цинка и водорода. Выход по току при электроосаждении цинка и факторы, влияющие на него (катодная плотность тока, состав электролита, кислотность и температура. 3.3. Электролитическое рафинирование меди. Технологическая схема переработки медных руд. Огневое рафинирование меди и требования к анодам. Теоретические основы электролитического рафинирования меди. Кинетика электродных процессов при электрорафинировании меди. Способы поддержания постоянства состава электролита. 3.3. Электрорафинирование никеля. Теоретические основы процесса электрора-</p> | <p>Контрольная работа (семестр 7).</p> <p>Отчет по лабораторной работе № 1 " Химическое и электрохимическое обезжиривание и травление. Химическое никелирование"</p> <p>РГЗ (семестр 7),<br/>Разделы 1, 2, 3 и 4.</p> | <p>Экзамен, вопросы 32 - 48</p> <p>Зачет, вопросы 1 - 22</p> |

|          |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|          |                                                                                                          | <p>финирования никеля. Катодный и анодный процессы при рафинировании никеля. Совместный разряд никеля и водорода. Влияние концентрации никеля, кислотности раствора, плотности тока и температуры на процесс электролиза. Поведение примесей при рафинировании никеля и особенности организации аппаратного оформления процесса (диафрагма, циркуляция). Требования к составу электролита и типы применяемых электролитов. Влияние ионов хлора и ПАВ на рафинирование никеля. Способы очистки электролита от примесей железа, меди, кобальта, цинка (цементация, осаждение малорастворимых соединений, сорбционный, экстракционный). 3.4. Исходное сырьё. Золотосодержащие продукты рафинирования меди. Технологическая схема переработки золотосодержащих руд. Цианистое выщелачивание. Цементация золота из раствора. Металлургические методы аффинажа. Электрохимическое извлечение драгоценных металлов на углеволоконистый катод. 3.5. Переработка фиксажных растворов. Электрохимический аффинаж серебра: теория, устройство электролизёра, технологическая схема. Дидактическая единица:3 Электролиз водных растворов. 3.1 Решение задач по электролизу без выделения металлов 3.2 Расчёт времени электролиза</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                        |
| ПК.19/НИ | у1. владеть практическими навыками получения химических продуктов и покрытий с помощью различных методов | <p><b>Дидактическая единица: 1. Технология производства химических источников электрической энергии (ХИИЭ). 1.1.</b> Работа и устройство ХИЭЭ: Принципиальное устройство ХИЭЭ. Основные понятия. Виды ХИТ. Химические реакции в ХИЭЭ. Токообразующие реакции. Побочные реакции. Электрохимические системы. Напряжение разомкнутой цепи. Электродвижущая сила. Рабочее напряжение. Расход реагентов. Термодинамические соотношения. ЭДС и термодинамические соотношения. Уравнение Нернста. Характеристики ХИЭЭ. Основные электрические характеристики. Напряжение разомкнутой цепи, напряжение разряда. Разрядная кривая. Ток разряда, мощность.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Отчет по лабораторной работе №1. "Работа и устройство ХИЭЭ. Напряжение разомкнутой цепи гальванического элемента" №2 "Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Работа гальванического элемента - вольтамперная зависимость" №3 " Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Работа гальванического элемента - разрядная кривая." №4 " Основные системы ХИЭЭ. Марганцево-</p> | Зачет, вопросы 23 - 72 |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>Режимы разряда. Номинальное напряжение, разрядная мощность. Емкость, энергозапас. Электрические характеристики аккумуляторов. Эксплуатационные параметры ХИЭЭ 1.2. Электрохимические вопросы работы ХИЭЭ. Поляризационные кривые - общий вид, влияние электрохимических параметров, влияние состава электролита, работа выработанных ХИЭЭ, влияние площади поверхности, влияние побочных реакций. Саморазряд электродов. Электрокатализ. Разновидности ХИЭЭ. Требования к электрохимическим системам. ХИТ, представляющие исторический интерес - элементы Вольта, Даниэля, Якоби, Мейдингера, Грова, Бунзена, Грене. ХИЭЭ, применяемые в настоящее время. ХИЭЭ будущего. Конструкционные разновидности ХИТ - элементы с твердыми реагентами, элементы с жидкими и газообразными реагентами, элементы с непрерывной подачей твердых реагентов, батареи с биполярными электродами, резервные ХИЭЭ. 1.3. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Требования к конструкции, баланс активных веществ, толщина электродов, масштабные факторы. Омические потери. Пористые электроды и дисперсные системы - общие свойства пористых систем, активная масса, разновидности пористых электродов, вторичные изменения. Пасты и загущенные электролиты. Сепараторы - их функции и требования к ним, сепараторы, применяемые в ХИЭЭ, способы применения сепараторов. Особенности работы батарей. Герметизация. Тепловые процессы в ХИЭЭ. Резервные ХИЭЭ. Вопросы эксплуатации ХИЭЭ. Эксплуатация первичных элементов. Эксплуатация аккумуляторов - режимы эксплуатации, заряд аккумуляторов, работа аккумуляторов в режимах: переключения, буферном, аварийном. Вопросы ухода и эксплуатации. Переходные процессы в ХИЭЭ. Надежность ХИЭЭ. 1.4. Области применения ХИЭЭ. Современные области применения: транспортные средства, Электрические транспортные средства, стационарные установки, переносные</p> | <p>цинковые элементы с солевым и щелочным электролитом"</p> <p>№5 "Основные системы ХИЭЭ. Свинцовые аккумуляторы"</p> <p>№6 " Основные системы ХИЭЭ. Топливные элементы"</p> <p>РГЗ семестр 8.</p> <p>Контрольная работа семестр 8</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>и бытовые приборы, специальные области применения. Проблемные области применения: использование ХИЭЭ в большой энергетике, проблема электромобиля, использование в медицине. Экономические вопросы производства.</p> <p>1.5. Основные системы ХИЭЭ. Аккумуляторы. Свинцовые аккумуляторы. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Серебряно-кадмиевые и никель-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики. Сравнительные характеристики аккумуляторов.</p> <p>1.6. Гальванические элементы. Марганцево-цинковые элементы с соевым электролитом. Щелочные ХИЭЭ с цинковым анодом. Медно-цинковые элементы. Ртутно-цинковые элементы. Щелочные марганцево-цинковые элементы. Общие сведения. Процессы. Конструкция. Характеристики. Топливные элементы. Общие понятия. Устройство. Реагенты. Высокотемпературные топливные элементы: с расплавленным электролитом, с твердым электролитом. Перспективы топливных элементов. Дидактическая единица:2 Технология производства химических источников электрической энергии (ХИИЭ) 2.10 Комбинированные ХИЭЭ, ХИЭЭ с водными растворами, ХИЭЭ с твердыми и расплавленными электролитами, Аккумуляторы с расплавленным электролитом: отрицательный электрод, положительный электрод, электролит, конструкция и характеристики. Тепловые ХИЭЭ. Дидактическая единица:3 Технология производства химических источников электрической энергии (ХИИЭ). 3.1 Работа и устройство ХИЭЭ. Напряжение разомкнутой цепи гальванического элемента 3.2 Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Работа гальванического элемента - вольтамперная зависимость 3.4 Основные системы ХИЭЭ. Марганцево-цинковые элементы с соевым и щелочным электролитом 3.5 Основные системы ХИЭЭ. Свинцовые аккумуляторы 3.6 Основные системы ХИЭЭ. Топливные элементы.</p> <p>Дидактическая единица:4 Технология произ-</p> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | водства химических источников электроэнергии 4.1 ЭДС ХИЭЭ 4.2 Определение термодинамических функций гальванического элемента по данным измерений ЭДС 4.3 Нестационарные потенциалы. Напряжение разряда |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## **2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме экзамена, в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.18/НИ, ПК.19/НИ.

Экзамен проводится письменной форме, по билетам, которые состоят из вопросов, приведенных в паспорте экзамена, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Зачет проводится в форме письменной форме, по билетам, которые состоят из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.18/НИ, ПК.19/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрохимические технологии», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 - 31 (оценивается от 7 до 14 баллов), второй вопрос из диапазона вопросов 32 - 48 (оценивается от 7 до 14 баллов), третий вопрос – задача (оценивается от 6 до 12 баллов) из списка практических заданий. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет МТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Электрохимические технологии»

---

1. Механизм процесса электрокристаллизации
2. Электролиз воды: Электродные реакции
3. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 10 мин на железном катоде площадью  $500 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,9. Плотность цинка равна  $7,15 \text{ г/см}^3$

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, Уваров Н.Ф.  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 - 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20 - 24 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 25-30 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 31-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

Итоговая аттестация по курсу (семестр 7) проводится в форме экзамена в письменной форме. Задания билетов для экзамена включают в себя два теоретических вопроса и один практический вопрос (или расчетную задачу). В ходе подготовки студент оформляет ответ письменно. Максимальное число баллов – 40. Минимальное число баллов – 20 баллов. Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрохимические технологии»

1. Теоретические основы электроосаждения металлов.
2. Основные закономерности электроосаждения металлов
3. Механизм процесса электрокристаллизации
4. Влияние состава электролита на свойства покрытия
5. Роль ПАВ при нанесении гальванических покрытий, влияние их на свойства покрытий
6. Влияние условий электролиза на свойства покрытия.
7. Механизм восстановления простых и комплексных ионов
8. Анодные процессы при электроосаждении металлов. Пассивация растворимых анодов. Побочные процессы на нерастворимых анодах
9. Понятие рассеивающей способности электролитов, ее зависимость от свойств раствора и условий электролиза, количественная характеристика рассеивающей способности. Методы определения рассеивающей способности.
10. Микрораспределение на катоде. Примеси в электролитическом осадке.
11. Способы нанесения металлических покрытий, их характеристика, преимущества и недостатки.
12. Основные технологические операции при нанесении гальванических покрытий и их назначение, способы предварительной обработки поверхности.
13. Химические и электрохимические способы обезжиривания изделий. Механизм очистки поверхности при химическом и электрохимическом обезжиривании.
14. Основные способы промывки используемые в гальваническом производстве.
15. Основные элементы электрохимической системы
16. Методы изучения строения и свойств металлических покрытий
17. Основные требования, предъявляемые к покрываемой поверхности и к металлическому покрытию.

18. Цинкование, электролиты нанесения цинковых покрытий, сравнительный анализ.
19. Кадмирование, электролиты нанесения кадмиевых покрытий, сравнительный анализ.
20. Сплавы кадмия и цинка
21. Меднение, электролиты нанесения медных покрытий, сравнительный анализ
22. Сплавы меди
23. Никелирование, влияние состава электролита и условий электролиза на свойства никелевых покрытий.
24. Кобальтирование и железнение
25. Хромирование, особенности процессов хромирования, электродные процессы при хромировании. Влияние условий электролиза и состава электролита на свойства покрытия.
26. Оловянирование. Электролиты. Сравнительная характеристика электролитов оловянирования.
27. Сплавы олова.
28. Свинцевание.
29. Серебрение, электролиты, применяемые при серебрении, нанесение покрытий на изделия из медных сплавов, электродные процессы при серебрении.
30. Золочение, щелочные и кислые электролиты, используемые для нанесения покрытий из золота, электродные процессы, характеризующие процессы золочения.
31. Нанесение покрытий из благородных металлов: родирование, палладирование и платинирование.
32. Электролиз воды: Электродные реакции
33. Электролиз воды: Конструкция электролизеров. Электролиты, диафрагмы, используемые электродные материалы.
34. Электролиз воды. Получение тяжелой воды.
35. Получение перекиси водорода, надсерных соединений
36. Области использования и способы получения перекиси водорода
37. Получение перекиси водорода. Очистка, стабилизация. Хранение и транспортировка.
38. Электрохимический способ получения перекиси водорода
39. Электрохимический способ получения перекиси водорода: электролизер.
40. Электрохимическое получение перекиси водорода: влияние состава раствора
41. Электрохимическое получение перекиси водорода: влияние вида электродного материала и условий электролиза (потенциал электрода, температура электролита, объемная плотность тока, введение специальных добавок) на образования  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ . Гидролиз  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  и получение перекиси водорода.
42. Электрохимическое получение перекиси водорода через  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$
43. Производство хлора и щелочи: области применения
44. Производство хлора и щелочи. Получение хлора с твердым катодом и фильтрующей диафрагмой.
45. Производство хлора и щелочи. Особенности электролиза получения хлора с ртутным катодом.
46. Производство хлора и щелочи. Особенности электролиза получения хлора с ионообменной мембраной.
47. Сущность и отличие технологии получения хлора электролизом с твердым катодом и с ртутным катодом

48. Преимущества ОРТА по сравнению с графитовыми анодами при производстве хлора.

Список практических заданий для экзамена.

1. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 20 мин на железном катоде площадью  $400 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,9. Плотность цинка равна  $7,15 \text{ г/см}^3$
2. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{KI}$
3. При электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  на аноде выделилось  $168 \text{ см}^3$  газа (н.у.). Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите, какая масса меди выделилась на катоде.
4. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 300 г  $\text{NaOH}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
5. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$
6. Электролиз водного раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$  проводили при силе тока 5А в течение 3 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на электродах?
7. При электролизе раствора соли меди израсходовано 4559 Кл электричества. При этом выделилось 1,5 г меди. Вычислите эквивалентную массу меди.
8. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{ZnSO}_4$
9. Электролиз водного раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде и каков объем газа (н.у.), выделившегося на аноде?
10. Определите толщину слоя никеля, выделившегося в течение 15 мин на железном катоде площадью  $600 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{NiCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 1,5 А. Коэффициент выхода по току составил 0,7. Плотность никеля равна  $8,91 \text{ г/см}^3$
11. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$
12. Электролиз водного раствора сульфата некоторого металла проводили при силе тока 6А в течение 45 мин, в результате чего на катоде выделилось 5,49 г металла. Вычислите эквивалентную массу металла.
13. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г  $\text{NaCl}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
14. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$
15. Электролиз водного раствора сульфата цинка проводили в течение 5 ч в результате чего выделилось 6 л кислорода (н.у.). Составьте уравнения электродных процессов и вычислите силу тока.
16. При электролизе раствора соли серебра израсходовано 3900 Кл электричества. При этом выделилось 8 г серебра. Вычислите эквивалентную массу серебра.
17. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{AgCl}$

18. Электролиз водного раствора  $\text{CuSO}_4$  с медным анодом проводили в течение 3 ч при силе тока 5 А. В процессе электролиза выделилось 224 г меди. Вычислите выход по току. Составьте уравнения процессов, происходящих на электродах в случае медного и угольного анодов.
19. Определите толщину слоя кобальта, выделившегося в течение 20 мин на железном катоде площадью  $100 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{CoCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,8. Плотность кобальта равна  $8,85 \text{ г/см}^3$
20. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Электрохимические технологии», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по темам: Электролиз водных растворов. Решение задач по электролизу без выделения металлов Расчёт времени электролиза Расчет выхода по току. Гальванотехника. Решение задач по гальванотехнике, включает 3 задания. Задача 1 оценивается от 2 до 4 баллов, задача 2 оценивается от 2 до 4 баллов, задача 3 – от 2 до 4 баллов. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если при решении расчетной задачи допущены существенные ошибки (неправильно указаны обозначения величин, неправильно сформулирован и приведен закон, правило и т.д., или обучающийся не смог применить теоретические знания для объяснения и предсказания явлений), что привело к неверному результату. Оценка составляет 0 - 5 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если при решении расчетной задачи допущены ошибки (потеря степени при переводе из одной размерности в другую), что привело к незначительному отклонению от верного результата. Оценка составляет 6 - 8 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если использован правильный алгоритм проведения расчетов, но при этом допущены незначительные погрешности вычислениях, которые не повлияли на конечный результат. Оценка составляет 8 - 10 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если включает план решения расчетной задачи, запись формул, а также верный ответ задачи.. Оценка составляет 11 - 12 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

1. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
2. Вычислите массу разложившейся воды и объемы водорода и кислорода при н.у., выделившихся на электролизе водного раствора КОН током силой 10 А в течение 1,5 ч.
3. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г NaOH? Коэффициент выхода по току считать равным единице.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
2. Вычислите массу разложившейся воды и объемы водорода и кислорода при н.у., выделившихся на электролизе водного раствора КОН током силой 10 А в течение 1,5 ч.
3. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г NaOH? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
4. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора NaCl
5. Вычислите коэффициенты выхода по току веществ, если при электролизе водного раствора NaI током 5 А в течение 2 ч на катоде и аноде выделилось соответственно 0,30 и 46 г веществ.
6. При электролизе раствора соли кадмия израсходовано 3434 Кл электричества. При этом выделилось 2 г кадмия. Вычислите эквивалентную массу кадмия.
7. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Na}_2\text{ClO}_4$ .
8. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г КОН? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
9. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора КОН. Чему равна сила тока, если в течение 1 ч 15 мин 20 с на аноде выделилось 6,4 г газа. Рассчитайте, сколько литров газа (н.у.) выделилось при этом на катоде?
10. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора NaOH.
11. При электролизе раствора соли трехвалентного металла при силе тока 2 А в течение 1 ч на катоде выделилось 2,57 г металла. Вычислите его атомную массу, если коэффициент выхода по току составил 0,9.
12. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 10 мин на железном катоде площадью  $500 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,9. Плотность цинка равна  $7,15 \text{ г/см}^3$
13. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора КОН
14. При электролизе раствора соли двухвалентного металла при силе тока 2 А в течение 1 ч на катоде выделилось 2,5 г металла. Вычислите его атомную массу, если коэффициент выхода по току составил 0,9.
15. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 150 г КОН? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
16. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора KCl
17. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
18. При электролизе раствора соли никеля израсходовано 16,429 кКл электричества. При этом выделилось 5 г никеля. Вычислите эквивалентную массу никеля.

19. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{NaBr}$
20. При электролизе соли некоторого металла в течение 1,5 ч при силе тока 1,8 А на катоде выделилось 1,75 г металла. Вычислите эквивалентную массу металла.
21. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 20 мин на железном катоде площадью  $400 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,9. Плотность цинка равна  $7,15 \text{ г/см}^3$
22. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{KI}$
23. При электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$  на аноде выделилось  $168 \text{ см}^3$  газа (н.у.). Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите, какая масса меди выделилась на катоде.
24. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 300 г  $\text{NaOH}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
25. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuSO}_4$
26. Электролиз водного раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$  проводили при силе тока 5А в течение 3 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на электродах?
27. При электролизе раствора соли меди израсходовано 4559 Кл электричества. При этом выделилось 1,5 г меди. Вычислите эквивалентную массу меди.
28. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{ZnSO}_4$
29. Электролиз водного раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде и каков объем газа (н.у.), выделившегося на аноде?
30. Определите толщину слоя никеля, выделившегося в течение 15 мин на железном катоде площадью  $600 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{NiCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 1,5 А. Коэффициент выхода по току составил 0,7. Плотность никеля равна  $8,91 \text{ г/см}^3$
31. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$
32. Электролиз водного раствора сульфата некоторого металла проводили при силе тока 6А в течение 45 мин, в результате чего на катоде выделилось 5,49 г металла. Вычислите эквивалентную массу металла.
33. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 100 г  $\text{NaCl}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
34. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$
35. Электролиз водного раствора сульфата цинка проводили в течение 5 ч в результате чего выделилось 6 л кислорода (н.у.). Составьте уравнения электродных процессов и вычислите силу тока.
36. При электролизе раствора соли серебра израсходовано 3900 Кл электричества. При этом выделилось 8 г серебра. Вычислите эквивалентную массу серебра.
37. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{AgCl}$

38. Электролиз водного раствора  $\text{CuSO}_4$  с медным анодом проводили в течение 3 ч при силе тока 5А. В процессе электролиза выделилось 224 г меди. Вычислите выход по току. Составьте уравнения процессов, происходящих на электродах в случае медного и угольного анодов.
39. Определите толщину слоя кобальта, выделившегося в течение 20 мин на железном катоде площадью  $100 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{CoCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2 А. Коэффициент выхода по току составил 0,8. Плотность кобальта равна  $8,85 \text{ г/см}^3$
40. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$
41. Электролиз водного раствора  $\text{NaI}$  проводили при силе тока 6А в течение 2,5 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах, и вычислите массу вещества, выделившегося на катоде и аноде.
42. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 200 г  $\text{KCl}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
43. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{Ca(OH)}_2$
44. Электролиз водного раствора  $\text{CuSO}_4$  проводили в течение 3 ч при силе тока 5А в течение 15 мин. В процессе электролиза выделилось 0,72 г меди. Составьте уравнения процессов, происходящих на электродах в случае медного и угольного анодов. Вычислите выход по току.
45. При электролизе раствора соли золота (I) израсходовано 2695,5 Кл электричества. При этом выделилось 5,5 г золота. Вычислите эквивалентную массу золота.
46. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$
47. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе водного раствора  $\text{KOH}$ . Сколько литров (н.у.) газа выделится при электролизе гидроксида калия, если электролиз проводить в течение 30 мин при силе тока 0,5А.
48. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 30 мин на железном катоде площадью  $400 \text{ см}^2$  при электролизе водного раствора  $\text{ZnCl}_2$  с растворимым анодом силой тока, равной 2,5 А. Коэффициент выхода по току составил 1. Плотность цинка равна  $7,15 \text{ г/см}^3$
49. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{MgSO}_4$
50. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе водного раствора  $\text{KBr}$ . Какая масса вещества выделяется на катоде и аноде, если электролиз проводить в течение 1 ч 35 мин при силе тока 15А.
51. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 50 г  $\text{NaOH}$ ? Коэффициент выхода по току считать равным единице.
52. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CdSO}_4$
53. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CuCl}_2$ . Определите, какая масса меди выделится на катоде, если на аноде выделилось 500 мл газа (н.у.).
54. При электролизе раствора соли кобальта израсходовано 11,468 кКл электричества. При этом выделилось 3,5 г кобальта. Вычислите эквивалентную массу кобальта
55. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора  $\text{CoSO}_4$

56. При электролизе соли трехвалентного металла при силе тока 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Вычислите атомную массу металла.
57. Определите толщину слоя цинка, выделившегося в течение 25 мин на железном катоде площадью 500 см<sup>2</sup> при электролизе водного раствора ZnCl<sub>2</sub> с растворимым анодом силой тока, равной 3 А. Коэффициент выхода по току составил 1. Плотность цинка равна 7,15 г/см<sup>3</sup>
58. Рассмотрите процессы, протекающие на инертных электродах при электролизе водного раствора NiSO<sub>4</sub>
59. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе водного раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Вычислите массу вещества, выделенного на катоде, если на аноде выделилось 1,12 л газа (н.у.). Рассчитайте, какая масса H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> образуется при этом у анода?
60. Рассчитайте, какое количество электричества должно пройти через раствор в электролизере, чтобы получить 50 г КОН? Коэффициент выхода по току считать равным единице.

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрохимические технологии», 7 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны рассчитать падение напряжения  $\Delta U$  в электролите. Построить зависимость  $\Delta U$  от межэлектродного расстояния  $l$  (шаг 0,5 см). Рассчитать минимальное напряжение на генераторе тока, питающего ванну.

При выполнении расчетно-графического задания студенты должны провести расчет напряжения на гальванической ванне для выбора источника тока. Проанализировать из каких составляющих складывается напряжение на гальванической ванне. Рассчитать падения напряжения в электролите с учетом средней плотности тока, проходящий через электролит.

Расчетно-графическая работа оформляется письменно в печатном виде. Все расчеты приводятся на основе работы с помощью пакета прикладных программ Excel или MatCad

Обязательные структурные части и оцениваемые позиции РГЗ.

1. Расчет падения напряжения на ванне с учетом всех составляющих, теоретическое обоснование (1 – 2 балла);
2. Расчет средней плотности тока (1 – 2 балла);
3. Расчет падения напряжения в электролите через удельное сопротивление электролита (1 – 2 балла).
4. Расчет падения напряжения на электродах и контактах (1 – 2 балла)
5. Определение падения напряжения на шинпроводе (1 – 2 балла)
6. Расчет минимального напряжения на генераторе тока (1 – 2 балла)
7. График зависимости падения напряжения в электролите от межэлектродного расстояния (0.5 – 1 балла).
8. Вывод по РГЗ (0.5 – 1 балл)

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0-6 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 7 - 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 10 - 12 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен

в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 13 - 14 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ

Ванна электролитического нанесения покрытия работает при катодной плотности тока  $I_k$  и анодной плотности тока  $I_a$  со средним межэлектродным расстоянием  $l$ . Рассчитать падение напряжения  $\Delta U$  в электролите. Построить зависимость  $\Delta U$  от межэлектродного расстояния  $l$  (шаг 0,5 см).

Рассчитать минимальное напряжение на генераторе тока, питающего ванну. Если падение напряжения в контактах, катодах и анодах составляет около  $W_1$  от суммы омических потерь напряжения и поляризации. Потери напряжения в шинпроводах равны  $W_2$  от напряжения на ванне. Для расчета среднего тока брать максимальное межэлектродное пространство

Вариант 1 - 10 - ванна цианистого меднения ( $\chi_3 = 0,153 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ )

Вариант 11 - 20 - ванна хромирования. ( $\chi_3 = 0,615 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ )

| №  | $I_k, \text{ A/дм}^2$ | $I_a, \text{ A/дм}^2$ | $l, \text{ см}$ | $E_k, \text{ В}$ | $E_a, \text{ В}$ | $W_1, \%$ | $W_2, \%$ |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|-----------|
| 1  | 2                     | 1,2                   | 10 до 15        | -0,7             | 0,4              | 15        | 10        |
| 2  | 2,5                   | 1,4                   | 12 до 17        | -0,65            | 0,45             | 15        | 10        |
| 3  | 1                     | 1,1                   | 15 до 20        | -0,68            | 0,42             | 10        | 15        |
| 4  | 1,5                   | 2                     | 8 до 13         | -0,74            | 0,46             | 15        | 20        |
| 5  | 3                     | 1,8                   | 15 до 20        | -0,71            | 0,39             | 20        | 10        |
| 6  | 2,5                   | 2                     | 8 до 13         | -0,69            | 0,41             | 10        | 15        |
| 7  | 2                     | 1,9                   | 10 до 15        | -0,73            | 0,37             | 20        | 15        |
| 8  | 1,5                   | 1,7                   | 12 до 17        | -0,66            | 0,44             | 15        | 10        |
| 9  | 1                     | 1,6                   | 15 до 20        | -0,72            | 0,48             | 20        | 10        |
| 10 | 3                     | 1,2                   | 10 до 15        | -0,67            | 0,43             | 10        | 20        |
| 11 | 20                    | 40                    | 10 до 15        | -1,0             | 2,2              | 20        | 10        |
| 12 | 20                    | 50                    | 12 до 17        | -1,17            | 2,3              | 15        | 20        |
| 13 | 40                    | 30                    | 15 до 20        | -1,2             | 2,25             | 10        | 15        |
| 14 | 30                    | 10                    | 8 до 13         | -1,1             | 2,32             | 15        | 10        |
| 15 | 10                    | 20                    | 15 до 20        | -1,15            | 2,34             | 20        | 10        |
| 16 | 40                    | 20                    | 8 до 13         | -1,21            | 2,24             | 10        | 20        |
| 17 | 20                    | 10                    | 10 до 15        | -1,24            | 2,22             | 20        | 10        |
| 18 | 10                    | 20                    | 12 до 17        | -1,18            | 2,31             | 15        | 15        |
| 19 | 10                    | 30                    | 15 до 20        | -1,23            | 2,35             | 15        | 20        |
| 20 | 30                    | 20                    | 10 до 15        | -1,16            | 2,26             | 10        | 10        |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра химии и химической технологии

## Паспорт зачета

по дисциплине «Электрохимические технологии», 8 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 22 (оценивается от 3 до 6 баллов), второй вопрос из диапазона вопросов 23 – 50 (оценивается от 3 до 6 баллов), третий вопрос из диапазона вопросов 51 – 72 (оценивается от 4 до 8 баллов). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет МТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Электрохимические технологии»

---

1. Электролитическое получение цинка. Применяемые режимы электролиза.
2. Конструкционные разновидности ХИТ – элементы с твердыми реагентами, элементы с жидкими и газообразными реагентами.
3. Марганцево-цинковые элементы с солевым электролитом. Процессы. Конструкция: элементов и батарей, активная масса, электролит.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, Уваров Н.Ф.

(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 – 9 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10 – 12 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет **13 - 15** баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет **16 - 20** баллов.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее **10** баллов (из **20** возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Электрохимические технологии»

1. Общие сведения о гидроэлектрометаллургии. Разновидности технологических процессов (электрорафинирование, электроизвлечение, получение порошков металлов электролизом, амальгамная металлургия, цементация).
2. Электролитическое получение цинка. Технологическая схема гидрометаллургического метода производства цинка.
3. Электролитическое получение цинка Электродные процессы при электроизвлечении цинка из сернокислых растворов. Совместный разряд цинка и водорода.
4. Электролитическое получение цинка Выход по току при электроосаждении цинка и факторы, влияющие на него (катодная плотность тока, состав электролита, кислотность и температура, примеси, ПАВ).
5. Электролитическое получение цинка Применяемые режимы электролиза.
6. Электролитическое получение цинка Методы очистки растворов от примесей (цементация, осаждение малорастворимых соединений).
7. Электролитическое рафинирование меди. Технологическая схема переработки медных руд.
8. Электролитическое рафинирование меди. Огневое рафинирование меди и требования к анодам.
9. Электролитическое рафинирование меди. Теоретические основы электролитического рафинирования меди.
10. Электролитическое рафинирование меди. Кинетика электродных процессов при электрорафинировании меди.
11. Электролитическое рафинирование меди. Способы поддержания постоянства состава электролита
12. Электрорафинирование никеля. Теоретические основы процесса электрорафинирования никеля.
13. Электрорафинирование никеля. Катодный и анодный процессы при рафинировании никеля. Совместный разряд никеля и водорода.
14. Электрорафинирование никеля. Влияние концентрации никеля, кислотности раствора, плотности тока и температуры на процесс электролиза.

15. Электрорафинирование никеля. Поведение примесей при рафинировании никеля и особенности организации аппаратного оформления процесса (диафрагма, циркуляция).
16. Электрорафинирование никеля. Требования к составу электролита и типы применяемых электролитов. Влияние ионов хлора и ПАВ на рафинирование никеля.
17. Электрорафинирование никеля. Способы очистки электролита от примесей железа, меди, кобальта, цинка (цементация, осаждение малорастворимых соединений, сорбционный, экстракционный).
18. Исходное сырьё. Золотосодержащие продукты рафинирования меди.
19. Технологическая схема переработки золотосодержащих руд.
20. Цианистое выщелачивание. Цементация золота из раствора.
21. Металлургические методы аффинажа.
22. Электрохимический аффинаж серебра: теория, устройство электролизёра, технологическая схема.
23. Принципиальное устройство ХИЭЭ. Основные понятия. Виды ХИТ.
24. Химические реакции в ХИЭЭ. Токообразующие реакции. Побочные реакции.
25. Электрохимические системы. Напряжение разомкнутой цепи. Электродвижущая сила. Рабочее напряжение.
26. Расход реагентов.
27. Термодинамические соотношения. ЭДС и термодинамические соотношения. Уравнение Нернста.
28. Характеристики ХИЭЭ. Основные электрические характеристики.
29. Напряжение разомкнутой цепи, напряжение разряда.
30. Разрядная кривая. Ток разряда, мощность. Режимы разряда.
31. Номинальное напряжение, разрядная мощность.
32. Емкость, энергозапас.
33. Электрические характеристики аккумуляторов.
34. Эксплуатационные параметры ХИЭЭ.
35. Поляризационные кривые - общий вид, влияние электрохимических параметров, влияние состава электролита, работа выработанных ХИЭЭ, влияние площади поверхности, влияние побочных реакций.
36. Саморазряд электродов.
37. Электрокатализ.
38. Разновидности ХИЭЭ. Требования к электрохимическим системам.
39. Элементы Вольта, Даниэля, Якоби, Мейдингера, Грова, Бунзена, Грене.
40. Элементы с твердыми реагентами.
41. Элементы с жидкими и газообразными реагентами.
42. Элементы с непрерывной подачей твердых реагентов.
43. Батареи с биполярными электродами.
44. Резервные ХИЭЭ.
45. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Требования к конструкции, баланс активных веществ, толщина электродов, масштабные факторы. Омические потери.
46. Пористые электроды и дисперсные системы - общие свойства пористых систем, активная масса, разновидности пористых электродов, вторичные изменения. Пасты и загущенные электролиты.
47. Сепараторы - их функции и требования к ним, сепараторы, применяемые в ХИЭЭ, способы применения сепараторов.
48. Особенности работы батарей. Герметизация.
49. Тепловые процессы в ХИЭЭ.
50. Резервные ХИЭЭ.

51. Вопросы эксплуатации ХИЭЭ. Эксплуатация первичных элементов. Эксплуатация аккумуляторов - режимы эксплуатации, заряд аккумуляторов, работа аккумуляторов в режимах: переключения, буферном, аварийном.
52. Вопросы ухода и эксплуатации. Переходные процессы в ХИЭЭ. Надежность ХИЭЭ.
53. Области применения ХИЭЭ. Современные области применения: транспортные средства, электрические транспортные свойства, стационарные установки, переносные и бытовые приборы, специальные области применения.
54. Проблемные области применения: использование ХИЭЭ в большой энергетике, проблема электромобиля, использование в
55. медицине.  
Экономические вопросы производства.
56. Основные системы ХИЭЭ. Свинцовые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
57. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
58. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
59. Серебряно-кадмиевые и никель-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
60. Гальванические элементы. Марганцево-цинковые элементы с соевым электролитом.
61. Щелочные ХИЭЭ с цинковым анодом. Процессы. Конструкция. Характеристики.
62. Медно-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
63. Ртутно-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
64. Щелочные марганцево-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
65. Топливные элементы. Общие понятия. Устройство. Реагенты.
66. Высокотемпературные топливные элементы: с расплавленным электролитом, с твердым электролитом.
67. Перспективы топливных элементов.
68. Комбинированные ХИЭЭ. Конструкция и характеристики.
69. ХИЭЭ с водными растворами. Конструкция и характеристики.
70. ХИЭЭ с твердыми и расплавленными электролитами. Конструкция и характеристики.
71. Аккумуляторы с расплавленным электролитом: отрицательный электрод, положительный электрод, электролит, конструкция и характеристики.
72. Тепловые ХИЭЭ

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Электрохимические технологии», 8 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме Химические Источники Тока, включает 3 задания. Задание 1 оценивается от 2 до 4 баллов, задание 2 оценивается от 2 до 4 баллов, задача 3 – от 2 до 4 баллов. Выполняется письменно. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если при написании ответа допущены существенные ошибки. Оценка составляет **0 - 5** баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если при написании ответа допущены не серьезные ошибки (неточности терминологии, ошибки при решении задачи ), что привело к незначительному отклонению от верного результата. Оценка составляет **6 - 8** баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если ответ на теоретические вопросы правильный, использован правильный алгоритм проведения расчетов, но при этом допущены незначительные погрешности вычислениях, которые не повлияли на конечный результат. Оценка составляет **8 - 10** баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если содержание ответа на теоретические вопросы представляет собой связный рассказ, в котором используются все необходимые понятия по данной теме, дается верное решение расчетной задачи. Оценка составляет **11 - 12** баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

1. Виды ХИТ
2. Элементы Вольта, Даниэля, Якоби, Мейдингера, Грова, Бунзена, Грене.
3. Определите отдачу по емкости, энергии и электрохимическую систему аккумулятора, который разряжается током 5 А со средним напряжением 1,2 В в течении 3 часов после заряда 4 А за 4 часа при среднем напряжении 1,4 В.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Виды ХИТ.
2. Химические реакции в ХИЭЭ. Токообразующие реакции. Побочные реакции.
3. Электрохимические системы. Напряжение разомкнутой цепи. Электродвижущая сила. Рабочее напряжение.
4. Расход реагентов.
5. Термодинамические соотношения. ЭДС и термодинамические соотношения. Уравнение Нернста.
6. Характеристики ХИЭЭ. Основные электрические характеристики.
7. Напряжение разомкнутой цепи, напряжение разряда.
8. Разрядная кривая. Ток разряда, мощность. Режимы разряда.
9. Номинальное напряжение, разрядная мощность.
10. Емкость, энергозапас.
11. Электрические характеристики аккумуляторов.
12. Эксплуатационные параметры ХИЭЭ.
13. Поляризационные кривые - общий вид, влияние электрохимических параметров, влияние состава электролита, работа выработанных ХИЭЭ, влияние площади поверхности, влияние побочных реакций.
14. Саморазряд электродов.
15. Разновидности ХИЭЭ. Требования к электрохимическим системам.
16. Элементы Вольта, Даниэля, Якоби, Мейдингера, Грова, Бунзена, Грене.
17. Особенности конструкции и работы ХИЭЭ. Требования к конструкции, баланс активных веществ, толщина электродов, масштабные факторы. Омические потери.
18. Особенности работы батарей. Герметизация.
19. Тепловые процессы в ХИЭЭ.
20. Вопросы эксплуатации ХИЭЭ. Эксплуатация первичных элементов. Эксплуатация аккумуляторов - режимы эксплуатации, заряд аккумуляторов, работа аккумуляторов в режимах: переключения, буферном, аварийном.
21. Вопросы ухода и эксплуатации. Переходные процессы в ХИЭЭ. Надежность ХИЭЭ.
22. Основные системы ХИЭЭ. Свинцовые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
23. Никель-кадмиевые и никель-железные аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
24. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
25. Серебряно-кадмиевые и никель-цинковые аккумуляторы. Реакции. Характеристики.
26. Гальванические элементы. Марганцево-цинковые элементы с соевым электролитом.
27. Щелочные ХИЭЭ с цинковым анодом. Процессы. Конструкция. Характеристики.
28. Медно-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
29. Ртутно-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
30. Щелочные марганцево-цинковые элементы. Процессы. Конструкция. Характеристики.
31. Рассчитайте необходимое количество аккумуляторов НК-13 для составления батареи с напряжением 12 В и током 6,5 А при стандартных режимах.
32. Укажите ток и напряжение батареи 6 СТ-55 А в 10-ти часовом режиме разряда.
33. Составьте электрическую схему батареи на 6 В и ток 5 А из аккумуляторов НК-10.
34. Каково напряжение батареи 6 СТ-55 в стартерном режиме, если ток составляет 150 А, омическое сопротивление одного аккумулятора 0,002 Ом, а  $E = 2,21$  В.

35. Определите напряжение батареи из 10 параллельно соединенных аккумуляторов, в каждом из которых  $E_a = -0,7 \text{ В}$ ;  $E_k = 0,4 \text{ В}$ , омическое сопротивление  $0,1 \text{ Ом}$  при токе  $10 \text{ А}$ .
36. Определите отдачу по емкости, энергии и электрохимическую систему аккумулятора, который разряжается током  $5 \text{ А}$  со средним напряжением  $1,2 \text{ В}$  в течении 3 часов после заряда  $4 \text{ А}$  за 4 часа при среднем напряжении  $1,4 \text{ В}$ .
37. Рассчитайте необходимое количество активной массы для отрицательных электродов батареи 6 СТ-55, если коэффициент использования составляет 85%.
38. Выберите стандартный режим заряда для батареи 10 НК-120.
39. Определите емкость анода СКА, если его активная масса  $150 \text{ г}$ , а коэффициент использования 85%.

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Электрохимические технологии», 8 семестр

### 1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны составить электрохимическую схему гальванического элемента, рассчитать ЭДС элемента, разрядную емкость элемента и зависимость напряжения разряда от тока разряда.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны определить внутреннее сопротивление гальванического элемента, оценить стабильность элемента (химическую устойчивость электродов, возможность саморазряда) и предложить вариант конструкции.

Расчетно-графическая работа оформляется письменно в печатном виде. Все расчеты приводятся на основе работы с помощью пакета прикладных программ Excel или MatCad

Обязательные структурные части и оцениваемые позиции РГЗ.

1. Электрохимическая схема гальванического элемента и правильность написания уравнения электродных реакций и токообразующей реакции (1 – 2 балла).
2. Расчет ЭДС элемента. и максимально возможной разрядной емкости элемента, максимально возможной энергии, которую может выработать элемент (1 – 2 балла).
3. Расчет зависимость напряжения разряда от тока разряда (результаты должны быть представлены в виде таблицы (10 - 15 значений) и графика) (1 – 2 балла).
4. Определение по графику внутреннее сопротивление гальванического элемента (1 – 2 балла).
5. Построение графика зависимости мощности разряда от тока разряда (1 – 2 балла).
6. Оценка стабильности элемента (химическую устойчивость электродов, возможность саморазряда) (1 – 2 балла)
7. Предложенного варианта конструкции элемента (1 – 2 балла).

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0 - 6 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 7 - 9 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 10 - 12 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 13 - 14 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Задан гальванический элемент (Таблица 1)

Таблица 1.

| №  | Электрод 1 |                    | Электрод 2                           |         |      |      |            |                    |                    |           |
|----|------------|--------------------|--------------------------------------|---------|------|------|------------|--------------------|--------------------|-----------|
|    | Мет<br>алл | $I_{dif,c}$ ,<br>А | реагенты                             | $m$ , г | А, % | В, % | $\alpha_a$ | $I_{dif,a}$ ,<br>А | $I_{dif,c}$ ,<br>А | $I_o$ , А |
| 1  | Cu         | -1,5               | Fe(OH) <sub>2</sub>   Fe             | 10      | 85   | 6    | 0,3        | 2,1                | -0,6               | 0,1       |
| 2  | Zn         | -1,2               | AgCl   Ag                            | 30      | 20   | 70   | 0,7        | 0,8                | -1,1               | 0,2       |
| 3  | Co         | -2,7               | PbCl <sub>2</sub>   Pb               | 85      | 60   | 10   | 0,2        | 2,9                | -2,4               | 0,05      |
| 4  | Pb         | -2,5               | Zn(OH) <sub>2</sub>   Zn             | 22      | 90   | 5    | 0,3        | 3,2                | -2,2               | 0,02      |
| 5  | Ag         | -2,1               | AgBr   Ag                            | 7       | 75   | 15   | 0,4        | 1,95               | -1,7               | 0,15      |
| 6  | Fe         | -1,2               | Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>   Hg | 2       | 25   | 80   | 0,8        | 0,85               | -1,6               | 0,05      |
| 7  | Zn         | -1,1               | MnO <sub>2</sub>   C                 | 15      | 15   | 70   | 0,5        | 1,2                | -1,7               | 0,01      |
| 8  | Cu         | -1,5               | Cu(OH) <sub>2</sub>   Cu             | 0,5     | 80   | 10   | 0,2        | 1,7                | -2                 | 0,25      |
| 9  | Bi         | -1,4               | Co(OH) <sub>2</sub>   Co             | 44      | 75   | 5    | 0,3        | 1,3                | -1,5               | 0,1       |
| 10 | Pb         | -1,7               | Fe(OH) <sub>2</sub>   Fe             | 8       | 65   | 20   | 0,4        | 1,1                | -2,2               | 0,15      |
| 11 | Ag         | -1,9               | PbSO <sub>4</sub>   Pb               | 100     | 80   | 10   | 0,2        | 1,8                | -0,9               | 0,08      |
| 12 | Co         | -2,3               | Ni(OH) <sub>2</sub>   Ni             | 35      | 75   | 10   | 0,6        | 1,85               | -1,1               | 0,12      |
| 13 | Ag         | -1,1               | PbO   Pb                             | 18      | 85   | 5    | 0,3        | 1,25               | -0,9               | 0,01      |
| 14 | Cu         | -1,3               | Ag <sub>2</sub> S   Ag               | 8       | 75   | 10   | 0,7        | 1,0                | -2,3               | 0,04      |