

ФОС по дисциплине «Электрохимическая технология»

Данная дисциплина изучается в 5,6,7 и 8 семестрах.

По итогам 5 семестра студенты сдают **теоретический зачёт**. После 6, 7 семестров обучающиеся сдают **экзамен**. По итогам 7 семестра выполняется курсовая работа.

1. Форма промежуточного контроля –зачет

Формой промежуточного контроля в 5 семестре является зачет. К зачету допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей программой. Форма проведения зачета – тест. Вопросы, в тесте сформулированы с учетом содержания учебной дисциплины.

Зачет оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено».

1.1. Перечень вопросов для подготовки к зачету 5 семестр

1. ХИТ: основные термины и определения. Классификация ХИТ.
2. Электрические характеристики ХИТ.
3. МЦ-элементы с солевым электролитом. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции. Реакции саморазряда.
4. МЦ-элементы с щелочным электролитом. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции. Реакции саморазряда.
5. Щелочные элементы со стабильным напряжением – серебряно-цинковый, ртутно-цинковый, цинк-воздушный. Конструкция. Электрохимическая система и токообразующие реакции.
6. Первичные литиевые ХИТ. Электролиты. Электрохимические системы и токообразующие реакции.
7. Интеркаляция и процессы с разрушением кристаллической решетки.
8. Свинцово-кислотный аккумулятор. Электрохимическая система. Реакции заряда и разряда на электродах. Конструкция и составные части свинцово-кислотной батареи. Конструкция электродов.
9. Аккумуляторы с оксидно-никелевым электродом - никель-кадмиевые, никель-железные, никель-металлогидридные.
10. Литиевые аккумуляторы. Аккумуляторы с литиевым анодом. Литий-ионные аккумуляторы. Электролиты. Электрохимические системы. Материалы положительного и отрицательного электродов. Реакции заряда и разряда на электродах. Интеркаляция. Инкапсуляция.
11. Топливные элементы (ТЭ). Схема устройства водородно-кислородного низкотемпературного ТЭ. Конструкция и материалы электродов. Условие стабильности трехфазной границы. Токообразующие реакции.
12. Плавкость расплавленных солей. Типы диаграмм состояния (с непрерывным рядом твердых растворов; эвтектического типа; с incongruently плавящимся соединением; с congruently плавящимся соединением). Правило фаз. Строение расплавленных солей.
13. Термодинамика гальванического элемента в расплавленных солях (хлоридный электрод сравнения, - натриевый электрод сравнения).
14. Причины кажущихся отклонений от закона Фарадея в расплавах.
15. Физико-химические свойства расплавов: поверхностное натяжение, вязкость расплава, плотность расплава, электропроводность расплавленных солей.

16. Особенности электродных процессов в расплавленных солях. Анодный эффект.
17. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Производство глинозема. Характеристика сырья. Способ Байера. Способ спекания. Получение криолита.
18. Электролиз криолит-глиноземного расплава. Состав электролита. Диаграмма плавкости систем $\text{NaF} - \text{AlF}_3$ и $\text{Na}_3\text{AlF}_6 - \text{Al}_2\text{O}_3$. Плотность, электропроводность и поверхностное натяжение криолит-глиноземного расплава.
19. Электродные реакции в электролизере. Анодный эффект. Факторы, влияющие на выход по току алюминия.
20. Конструкции электролизеров и электродов при производстве алюминия. Техно-экономические показатели электролиза алюминия.
21. Производство магния. Свойства и области применения алюминия и его сплавов. Сырьё для получения магния. Получение исходных материалов. Получение искусственного карналлита. Хлорирование магнезита. Обезвоживание хлоридов: обезвоживание бишофита, обезвоживание карналлита.
22. Требования к электролиту для получения магния. Составы электролитов. Диаграммы плавкости систем $\text{MgCl}_2 - \text{KCl}$ и $\text{MgCl}_2 - \text{NaCl}$. Свойства электролитов: плотность, вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение.
23. Катодные и анодные процессы, протекающие при электролизе расплавов для получения магния. Основные процессы. Побочные реакции на электродах и в электролите. Влияние различных факторов на выход по току магния.

Зачет проводится в виде теста. В тесте 25 вопросов. Тестирование осуществляется главным образом через программированный контроль, никому не дается преимуществ, все отвечают на одни и те же вопросы в одних и тех же условиях; применяются необходимые меры, предотвращающие искажение результатов (списывание, подсказку и утечку информации о содержании тестов).

При разработке теста использованы различные виды тестовых заданий. В частности:

- Задания с выбором одного правильного ответа;
- Задания с выбором нескольких правильных ответов;
- Задания на отрицание;

Пример тестовых вопросов

1. В чем состоит основная проблема повышения удельных характеристик вторичных литиевых источников тока
 - а) в процессе циклирования происходит разложение неводного электролита;
 - б) литиевый электрод подвергается коррозии;
 - в) образующиеся при перезарядке газообразные продукты приводят к разгерметизации корпуса;
 - г) не решена проблема циклирования (перезарядки) металлического лития.
2. Разрядная емкость ХИТ тем меньше, чем:
 - а) меньше масса эквивалента активного вещества
 - б) больше коэффициент использования активного вещества
 - в) меньше масса активного вещества
 - г) выше температура эксплуатации.
3. Электродными материалами первичных марганцево-цинковых элементов являются:
 - а) Zn и Mn ;
 - б) ZnO и MnO_2 ;
 - в) ZnO и Mn
 - г) Zn и MnO_2
 - д) Zn и KMnO_4 .
4. В качестве анодных материалов в щелочных средах используются

- А. Графит
- Б. Окись металлов платиновой группы
- В. Никель
- Г. Все перечисленное

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено». Оценка по тесту выставляется пропорционально доле правильных ответов. За нижнюю границу успешности выполнения теста принято 51%, - зачет, менее 51 % - незачет.

В случае неполадок с программным обеспечением допускается устный ответ студента по вопросам теста.

В случае устного ответа студентом:

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой.

Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Наконец, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

2. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ – ЭКЗАМЕН

2.1. 6 семестр

Форма проведения экзамена в 6 семестре в виде теста. К экзамену допускаются обучающиеся, полностью выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом и настоящей программой.

Форма проведения экзамена – тест. Вопросы, в тесте сформулированы с учетом содержания учебной дисциплины.

Допускается проведение экзамена по билетам в случае неполадок с программным

обеспечением или при других, каких либо обстоятельствах.

Вопросы для подготовки к экзамену 6 семестр:

1. Классификация технологических процессов в гидрометаллургии. Достоинства и недостатки гидроэлектрометаллургических методов.
2. Термодинамическая вероятность протекания электродных процессов. Электрохимическая устойчивость воды и потенциалы осаждения и растворения металлов.
3. Закономерности электрокристаллизации металлов из водных растворов. Влияние условий электролиза и состава электролита на структуру катодных осадков.
4. Кинетика катодных процессов. Совместный разряд ионов металла и катионов водорода, а также нескольких металлов на катоде.
5. Кинетика анодных процессов, растворимые и нерастворимые аноды. Окислительные процессы, происходящие на них. Анодная пассивность. Никелевые и свинцовые аноды.
6. Теоретические основы электролитического рафинирования меди: термодинамика и кинетика электродных процессов. Способы поддержания постоянного состава электролита.
7. Примеси в медных анодах, их поведение при электролизе и влияние на качество осадков и состав катодной меди.
8. Состав электролита и режим электролиза при электрорафинировании меди. Технологические операции при электрорафинировании меди.
9. Технологическая схема электролитического рафинирования никеля. Теоретические основы электролитического рафинирования никеля. Анодный и катодный процессы.
10. Поведение примесей на аноде и на катоде при электрорафинировании никеля. Принципиальная схема процесса электрорафинирования никеля.
11. Состав электролита и условия электрорафинирования никеля. Влияние состава раствора и режима электролиза на выход по току.
12. Методы очистки электролита от примесей при электрорафинировании никеля.
13. Электроэкстракция цинка. Принципиальная технологическая схема. Теоретические основы электроэкстракции цинка: термодинамика и кинетика электродных процессов.
14. Влияние условий электролиза и состава электролита на выход по току при электроэкстракции цинка.
15. Составы электролитов и режимы электролиза при электроэкстракции цинка.
16. Поведение примесей при электроэкстракции цинка. Методы очистки электролита от примесей.
17. Основные особенности электрохимических технологий. Электрохимические объекты и явления.
18. Распределение тока и рассеивающая способность электролитов. Классификация электрохимических аппаратов. Электроды.
19. Электролизеры. Конструкции электродов электрохимических аппаратов, их назначения, требования предъявляемые к ним. Основные и побочные процессы, протекающие на электродах.
20. Диафрагмы электрохимических аппаратов, классификация, назначение, характеристики. Характеристики и показатели электрохимических аппаратов. Баланс напряжения на электрохимическом аппарате, тепловой и энергетический баланс.
21. Применение водорода и кислорода. Способы получения водорода и кислорода. Преимущества и недостатки электрохимического способа получения водорода.
22. Теоретические основы процесса электролиза воды. Электродные процессы. Электродные материалы. Режим электролиза, состав раствора, температура.

23. Конструкция биполярной фильтрпрессной ванны для электролиза воды. Особенности конструкции и назначение выносных электродов при электролизе воды.
24. Электролиз воды под давлением. Обратимое напряжение разложения при работе ванны под давлением.
25. Производство хлора, щелочи и водорода. Применение хлора и щелочи. Сырье для производства. Сравнительная характеристика способов получения хлора и щелочи (диафрагменный, ртутный, мембранный).
26. Электродные процессы при диафрагменном способе получения хлора и щелочи (основные и побочные). Выбор материала электрода.
27. Электродные процессы при ионообменном способе получения хлора и щелочи (основные и побочные). Выбор материала электрода. Особенности технологии.
28. Технологический режим и конструкция электролизера при диафрагменном способе получения хлора и щелочи. Выделение и концентрирование щелочи.
29. Электрохимический синтез хлоркислородных соединений. Производство гипохлорита натрия. Электродные процессы, побочные реакции. Технологическая схема получения.
30. Технология производства пероксида водорода. Электрохимический синтез пероксодисерной кислоты. Электродные процессы. Факторы, определяющие преимущественное образование пероксодисерной кислоты.
31. Технология производства пероксида водорода. Состав электролита. Конструкция электролизера для получения пероксодвусерной кислоты.

Экзамен проводится в виде теста. В тесте 40 вопросов. Тестирование осуществляется главным образом через программированный контроль, никому не дается преимуществ, все отвечают на одни и те же вопросы в одних и тех же условиях; применяются необходимые меры, предотвращающие искажение результатов (списывание, подсказку и утечку информации о содержании тестов).

При разработке теста использованы различные виды тестовых заданий. В частности:

- Задания с выбором одного правильного ответа;
- Задания с выбором нескольких правильных ответов;
- Задания на отрицание;
- Задания на соответствие.

Пример тестовых вопросов

1. **Хлор получают электрохимическим путем из природных хлоридов калия и натрия. Что является сырьем для получения хлоридов?**
А. Каменная соль, которую добывают шахтным или открытым способами; методом выщелачивания;
Б. Озерная соль
В. Морская или океаническая вода
Г. Все перечисленное
2. **Требования которые предъявляются к анодам при производстве хлора**
А. Аноды должны обладать высокой химической стойкостью к влажному хлору, Cl^- , O_2 ,
Б. Аноды должны обладать высокой химической стойкостью к HCl , HClO .
В. Аноды должны обладать высокой химической стойкостью к Ca^{2+} , Mg^{2+} и SO_4^{2-}
Г. Все перечисленное
3. **От чего НЕ зависит растворение хлора в электролите**
А. От концентрации хлорида натрия в электролите
Б. От температуры
В. От pH среды

4. Установите соответствие между группами и примесями, находящимся в анодной меди

1 группа	Zn Fe Ni Sn Pb
2 группа	As Sb Bi
3 группа	Благородные металлы
4 группа	Cu ₂ O Cu ₂ S CuSe Cu ₂ Te

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

При программированном контроле: Оценка по тесту выставляется пропорционально доле правильных ответов: 90-100% - оценка «отлично» 80-75% - оценка «хорошо» 74 – 60 % - оценка «удовлетворительно» Менее 60% правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

При устном ответе:

В случае неполадок с программным обеспечением или по каким либо другим причинам, допускается устный ответ студента на экзамене по билетам, или по вопросам теста. При устном ответе: ответ студента оценивается по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» которые выставляются по следующим критериям.

«Отлично»:

глубокие и твердые знания программного материала программы дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы; умение выделять главное и делать выводы.

«Хорошо»:

достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, свободное устранение замечаний о недостаточно полном освещении отдельных положений при постановке дополнительных вопросов.

«Удовлетворительно»:

Знание основного программного материала дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи основных рассматриваемых явлений (процессов):

понимание сущности обсуждаемых вопросов, правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

«Неудовлетворительно»:

отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины; неправильный ответ хотя бы на один из вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы, недопонимание сущности излагаемых вопросов, неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений.

2.2. 7 семестр

Форма проведения экзамена – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса по темам курса и одна практическая задача.

Вопросы для подготовки к экзамену 7 семестр:

1. Способы подготовки поверхности металлических изделий перед нанесением гальванических покрытий. Назначение и классификация способов.
2. Механические способы подготовки. Химическая и электрохимическая подготовка.
3. Механические способы подготовки поверхности: шлифование; полирование; крацевание, галтование, дробеструйная и пескоструйная обработка.
4. Химическое обезжиривание (в органических растворителях, растворах щелочей, в технических моющих средствах, с применением ультразвука).
5. Электрохимическое обезжиривание – назначение катодного и анодного обезжиривания, составы растворов для электрохимического обезжиривания, режимы катодного и анодного обезжиривания.
6. Травление: Химическое травление – назначение, процессы, протекающие на поверхности деталей при химическом травлении. Особенности травления черных и цветных металлов. Составы растворов и режимов процесса химического травления.
7. Электрохимическое травление – назначение, особенности электрохимического травления на аноде и катоде. Составы растворов и режимы электрохимического травления.
8. Электроосаждение блестящих металлических покрытий. Механизм формирования блестящих покрытий. Роль ПАВ, комплексообразующих добавок, режима электролиза на качество покрытия.
9. Распределение тока в гальванической ванне. Рассеивающая и микрорассеивающая способность электролитов и способы их измерения.
10. Меднение. Назначение медных гальванических покрытий. Кислые и комплексные электролиты меднения: составы электролитов, назначение компонентов, процессы на электрода. Сравнительная характеристика электролитов, преимущества и недостатки. Особенности анодного процесса.
11. Никелирование. Назначение никелевых покрытий. Составы электролитов. Назначение компонентов. Процессы на электродах. Двухслойные и трехслойные никелевые покрытия. Назначение и условия осаждения каждого слоя. Блестящее никелирование. Роль добавок в электролитах никелирования. Виды органических добавок.
12. Химическое никелирование. Составы растворов. Назначение компонентов. Преимущества и недостатки химического никелирования.
13. Цинкование. Свойства цинковых покрытий. Электролиты для нанесения цинковых покрытий. Дополнительная обработка цинковых покрытий.
14. Хромирование. Назначение покрытий. Типы электролитов хромирования. Виды хромовых покрытий и способы их получения. Особенности процесса гальванического хромирования. Роль ионов-катализаторов. Электродные реакции.
15. Гальваническое лужение. Свойства и назначение покрытий. Электролиты для осаждения олова.
16. Гальваническое серебрение. Область применения серебряных покрытий. Технологическая схема процесса серебрения. Электролиты (основные компоненты и их назначение). Обработка серебряных покрытий.
17. Гальваническое золочение. Электролиты (основные компоненты и их назначение).
18. Способы нанесения металлических покрытий на поверхность диэлектриков. Технологическая схема нанесения металлических покрытий на полимеры. Подготовка поверхности пластмассы к нанесению покрытия. Обезжиривание и травление поверхности полимеров. Сенсибилизация и активирование.
19. Химическое меднение. Компоненты растворов и их назначение. Окислительно-восстановительные процессы в ванне химического меднения.
20. Химическое никелирование. Компоненты растворов и их назначение. Окислительно-восстановительные процессы в ванне химического никелирования.

21. Химическое серебрение. Химическое золочение. Компоненты растворов и их назначение.
22. Анодное оксидирование алюминия. Электролиты для анодного оксидирования и влияние состава электролита на свойства анодной пленки. Механизм формирования оксидной пленки на алюминии. Дополнительная обработка покрытий.

Пример экзаменационного билета

РГРТУ	Экзаменационный билет № <u>1</u>	Утверждаю
	КАФЕДРА Химической технологии	Зав. кафедрой ХТ
	ДИСЦИПЛИНА Электрохимическая технология	ФИО _____
	Направление 18.03.01;	«__» _____ 20__ г.
1. Способы подготовки поверхности металлических изделий перед нанесением гальванических покрытий. 2. Химическое никелирование. Составы растворов. 3. Металлическую деталь с общей поверхностью 100 см ² электролитически покрывают слоем никеля толщиной 0,3 мм. Какова продолжительность электролиза при силе тока 3 А? Плотность никеля равна 9 г/см ³ .		

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу промежуточной аттестации.

Применяется четырех балльная шкала оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

«Отлично»:

глубокие и твердые знания программного материала программы дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы; умение выделять главное и делать выводы.

«Хорошо»:

достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, свободное устранение замечаний о недостаточно полном освещении отдельных положений при постановке дополнительных вопросов.

«Удовлетворительно»:

Знание основного программного материала дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи основных рассматриваемых явлений (процессов):

понимание сущности обсуждаемых вопросов, правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

«Неудовлетворительно»:

отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины; неправильный ответ хотя бы на один из вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы, непонимание сущности излагаемых вопросов, неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений.

Ответ на каждый вопрос в билете оценивается отдельно. Результирующая оценка на экзамене является средним арифметическим оценок за каждый вопрос.

2.3. 8 семестр

Форма проведения экзамена – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается три теоретических вопроса по темам курса.

Вопросы для подготовки к экзамену 8 семестр:

1. Фосфатирование черных и цветных металлов. Назначение. Составы растворов и условия проведения процесса. Свойства фосфатных пленок, полученных при различных условиях. Повышение защитных свойств фосфатных пленок.
2. Методы контроля гальванических покрытий (внешний вид, толщина, пористость, блеск, прочность сцепления, твердость, внутренние напряжения, шероховатость, коррозионная стойкость).
3. Методы контроля гальванических покрытий (внешний вид, толщина, пористость, блеск, прочность сцепления, твердость, внутренние напряжения, шероховатость, коррозионная стойкость).
4. Химическая металлизация. Технологическая схема нанесения металлических покрытий на диэлектрики. Подготовка поверхности диэлектриков к нанесению покрытия (обезжиривание, травление, сенсibilизация и активирование).
5. Химическое меднение. Компоненты растворов и их назначение.
6. Химическое никелирование диэлектриков и металлов. Компоненты растворов и их назначение
7. Химическое серебрение. Компоненты растворов и их назначение..
8. Модифицирование металлической поверхности путем осаждения комбинированных электрохимических покрытий (КЭП).
9. Получение и свойства КЭП на железе, Механизм получения КЭП. Факторы, влияющие на качество КЭП
10. Получение и свойства КЭП на основе никеля, Механизм получения КЭП. Факторы, влияющие на качество КЭП
11. Получение и свойства КЭП на основе меди,. Механизм получения КЭП. Факторы, влияющие на качество КЭП
12. Получение и свойства КЭП на основе хрома Механизм получения КЭП. Факторы, влияющие на качество КЭП
13. Электрофоретическое нанесение покрытий. Электрофоретическое осаждение покрытий на катоде, на аноде. Влияние состава суспензии, режима процесса на качество осаждаемого покрытия.
14. Основные показатели процесса электрофореза. Стабильность суспензий. Требования к подготовке поверхности перед нанесением полимерных покрытий. Примеры технологических процессов.

15. Химические и электрохимические процессы в производстве печатных плат. Способы производства печатных плат.
16. Травление меди в производстве печатных плат. Нанесение фоторезистов. Химическое меднение диэлектриков.
17. Палладиевая и беспалладиевая металлизация. Электрохимическое наращивание слоя меди.

Пример экзаменационного билета

РГРТУ	Экзаменационный билет № <u>1</u> КАФЕДРА Химической технологии ДИСЦИПЛИНА Электрохимическая технология Направление 18.03.01;	Утверждаю Зав. кафедрой ХТ _____ ФИО _____ «__» _____ 20__ г.
1. Способы подготовки поверхности металлических изделий перед нанесением гальванических покрытий. 2. Химическое никелирование. Составы растворов. 3. Нанесение фоторезисторов		

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Применяются следующие критерии оценивания компетенций (результатов):

- уровень усвоения материала, предусмотренного программой;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- полнота, аргументированность, убежденность ответов на вопросы;
- качество ответа (общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция);
- использование дополнительной литературы при подготовке к этапу

промежуточной аттестации.

Применяется четырех балльная шкала оценок: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

К оценке уровня знаний и практических умений и навыков рекомендуется предъявлять следующие общие требования.

«Отлично»:

глубокие и твердые знания программного материала программы дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов); полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы; умение выделять главное и делать выводы.

«Хорошо»:

достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов); последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, свободное устранение замечаний о недостаточно полном освещении отдельных положений при постановке дополнительных вопросов.

«Удовлетворительно»:

Знание основного программного материала дисциплины, понимание сущности и взаимосвязи основных рассматриваемых явлений (процессов):

понимание сущности обсуждаемых вопросов, правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки в ответах на дополнительные вопросы.

«Неудовлетворительно»:

отсутствие знаний значительной части программного материала дисциплины; неправильный ответ хотя бы на один из вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на дополнительные вопросы, недопонимание сущности излагаемых вопросов, неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений.

Ответ на каждый вопрос в билете оценивается отдельно. Результирующая оценка на экзамене является средним арифметическим оценок за каждый вопрос.

3. КУРСОВАЯ РАБОТА

По итогам 7 семестра выполняется курсовая работа.

Курсовая работа по Электрохимической технологии – это самостоятельная творческая работа студента перед дипломным проектированием. По объему курсовая работа отличается от дипломного проекта, но в нем имеются элементы, которые необходимы при выполнении дипломного проекта, например, тепловой и материальный балансы, расчет напряжения на электролизере и т.п. Поэтому курсовая работа имеет целью обучить студента основным элементам реального проектирования.

В процессе самостоятельной работы над работой студент должен пользоваться литературными источниками – учебниками и учебными пособиями, справочниками и проектными материалами.

Целью выполнения курсового проекта является:

- закрепление и углубление знаний, полученных при изучении специальных дисциплин;
- приобретение навыков работы с оригинальной технической литературой, включая журнальную и справочную;
- выработка умения анализировать и критически воспринимать литературный материал, делать выбор наиболее целесообразного варианта технологии и оборудования электрохимического производства того или иного продукта или продукции;
- приобретение умения выполнять инженерные расчеты в любом из разделов электрохимической технологии.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ТЕМ ИТоговых Курсовых Работ

1. Процесс меднения из сульфатного электролита.
2. Процесс матового никелирования.
3. Процесс меднения печатных плат.
4. Процесс нанесения олова на печатные платы.
5. Процесс цинкования из цинкатного электролита.
6. Процесс цинкования из хлоридного электролита.

Структура пояснительной записки:

Введение

1. Технологическая часть

1.1 Годовая программа

- 1.2 Характеристика детали
- 1.3 Характеристика покрытия
- 1.4 Выбор и обоснование способа нанесения покрытия
- 1.5 Выбор и обоснование типа и свойства электролита для нанесения покрытия
- 1.6 Подготовительные операции
- 1.7 Заключительные операции
- 1.8 Выполнение технологического процесса
- 1.9 Утилизация гальванических остатков и стоков
- 2. Расчетная часть**
- 2.1 Расчет фондов рабочего времени
- 2.2 Установление производственной программы
- 2.3 Определение продолжительности электролитического осаждения металлов
- 2.4 Определение количества и производительности основных ванн
- 2.5 Расчет автоматической линии
- 2.6 Расчет габаритов барабанов и размеров ванн линии покрытия
- 3. Энергетические расчеты**
- 3.1 Тепловой расчет ванн
- 3.2 Определение параметров змеевика для подогрева электролита
- 3.3 Расчет расхода пара
- 3.4 Определение количества охлаждающей воды в рубашке
- 4. Охрана труда и техника безопасности**
- 5. Охрана окружающей среды**
- Заключение**
- Список используемой литературы**

2 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Во **введении** необходимо кратко охарактеризовать практическое значение продукта или продукции, дать оценку современного состояния решаемой в проекте научно-технической проблемы, обосновать необходимость выполнения проекта; показать актуальность и новизну темы. Четко сформулировать цель и задачи, решаемые в проекте (работе) и являющиеся предметом защиты. Ориентировочный объем введения 1-2 листа.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В этом разделе излагается физико-химическая сущность технологического процесса, обосновываются способ нанесения покрытия, типы и свойства электролитов для нанесения покрытия, описываются подготовительные и заключительные операции, указывается возможность утилизации или переработки остатков и стоков.

1.1 Годовая программа

В этом подразделе студент указывает наименование детали, подвергающейся электролитическому покрытию металлами, эскиз детали, требования Государственных стандартов или технических условий к детали и материалу, из которого она изготовлена, годовую программу деталей, поступающих на покрытие.

1.2 Характеристика детали

В данном подразделе описывается деталь, поступающая на линию покрытия, материал, из которого она изготовлена, предназначение детали к эксплуатации.

1.3 Характеристика покрытия

В этом подразделе описывается способ и цель применения электролитического покрытия детали металлами, физико-химическая сущность процесса, область применения описанных покрытий.

1.4 Выбор и обоснование способа нанесения покрытия

В подразделе обосновываются способы нанесения покрытия и преимущества выбранного способа.

1.5 Выбор и обоснование типа и состава электролита для нанесения покрытия

В этом подразделе описываются типы электролитов, применяемых для выбранного способа нанесения электролитического покрытия, сравнительная характеристика выбранных электролитов, химический состав электролитов.

1.6 Подготовительные операции

В этом подразделе описываются механические способы подготовки деталей, электрохимическое полирование и обезжиривание

1.7 Заключительные операции

Описывается операции пассивирования деталей, сушки и промывки, приводится схема видов ванн промывки др.

1.8 Выполнение технологических процессов

В этом разделе излагается физико-химическая сущность технологического процесса, описываются сырье и материалы для выбранного способа нанесения покрытий, механизм приготовления электролитов, контроль качества покрытия, процесс обслуживания электролитов

1.9 Утилизация цинка из промывных вод и очистка сточных вод

В данном подразделе предусмотрен процесс утилизации металлов из промывных вод ванны улавливания

2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

Расчеты наиболее трудоемкий и ответственный раздел курсовой работы. В состав данного раздела входят:

- Расчет фондов рабочего времени
- Установление производственной программы
- Определение продолжительности электролитического осаждения металлов
- Определение количества и производительности основных ванн
- Расчет автоматической линии
- Расчет габаритов барабанов и размеров ванн линии покрытия

3 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Технологические процессы протекают при определенных, заданных регламентом, температурах и требуют своего поддержания подвода или отвода теплоты. Тепловое состояние аппаратов определяется тепловым расчетом, целью которого, в зависимости от теплового режима работы аппарата, может быть:

- Тепловой расчет ванн
- Определение параметров змеевика для подогрева электролита
- Расчет расхода пара
- Определение количества охлаждающей воды в рубашке.

Все расчеты при составлении энергетических расчетов выполняют в единицах СИ.

4 Охрана труда и техника безопасности

Этот раздел во многом основывают на документе СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», утвержденные Министерством Здравоохранения РФ.

В разделе проводят анализ вредных и опасных производственных факторов, рассматривают вопросы производственной санитарии, классы опасности компонентов используемых электролитов, предельно допустимые концентрации в воздухе, предусматривают мероприятия по предотвращению отравлений, средства индивидуальной защиты. Уделяют внимание метеорологическим условиям производственной среды, производственному шуму и вибрации, освещению производственных помещений.

В этом же разделе студент может предложить мероприятия по устранению или уменьшению вредных сбросов в результате совершенствования технологического процесса по сравнению с действующим производством.

5 Охрана окружающей среды

В этом разделе приведена характеристика вредных веществ, используемых или образующихся в цехе, их ПДК и классы опасности, рассмотрена экологическая опасность растворов и электролитов.

Заключение содержит выводы об эффективности процесса электрохимического покрытия металлами изделий как средства защиты от коррозии.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Защита курсового проекта осуществляется комиссией. При защите проекта студенту отводится для доклада 10-15 минут. За это время он должен сообщить основные данные по проекту, доложить результаты технологических расчетов.

Курсовой проект оценивается по четырех бальной системе.

Критериями оценки курсовой работы по дисциплине являются:

- качество содержания работы (достижение сформулированной цели и решение задач исследования, полнота раскрытия темы, системность подхода, отражение знаний литературы и различных точек зрения по теме, нормативно-правовых актов, аргументированное обоснование выводов и предложений);
- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- обоснование актуальности выбранной темы;
- соответствие содержания выбранной теме;
- соответствие содержания глав и параграфов их названию;
- логика, грамотность и стиль изложения;
- наличие практических рекомендаций;
- внешний вид работы и ее оформление, аккуратность;
- соблюдение заданного объема работы;
- наличие хорошо структурированного плана, раскрывающего содержание темы курсовой работы;
- наличие сносок и правильность цитирования;
- качество оформления рисунков, схем, таблиц;
- правильность оформления списка использованной литературы;
- достаточность и новизна изученной литературы;
- ответы на вопросы при публичной защите работы.

Оценка «**отлично**» выставляется при выполнении курсового проекта (работы) в полном объеме; используется основная литература по проблеме, работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении курсовой работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении курсовой работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, когда студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них

Положительная оценка выставляется в ведомость и зачетную книжку. Студент, получивший неудовлетворительную оценку, должен доработать курсовую работу. В этом случае смена темы не допускается.

Оценка уровня сформированности профессиональных и общих компетенций во время подготовки и защиты курсового проекта (работы) по профессиональному модулю определяется руководителем по универсальной шкале оценки образовательных достижений, которые включают в себя основные показатели оценки результатов

ЗАДАНИЯ (ВОПРОСЫ) ДЛЯ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ИНДИКАТОРОВ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-1.1

Осуществляет технологическое обеспечение работ при изготовлении изделий с применением электрохимических и электрофизических методов обработки материалов

Задания открытого типа:

1. Химическое обезжиривание поверхности деталей перед нанесением гальванопокрытий предшествует электрохимическому обезжириванию
Да (правильный ответ)
Нет
2. Шлифование применяют для устранения царапин, забоин, рисок и других дефектов на поверхности деталей, а также для получения гладкой и ровной поверхности перед нанесением на нее защитно-декоративных покрытий.
Да (правильный ответ)
Нет
3. В состав щелочного обезжиривающего водного раствора должны входить вещества, способные нейтрализовать жирные кислоты и омылять растительные и животные жиры и масла
Да (правильный ответ)
Нет
4. Травлению подвергают детали, не прошедшие процесс обезжиривания.
Да
Нет (правильный ответ)
5. Операцию активации проводят между процессами обезжиривания и нанесения металлопокрытий.
Да (правильный ответ)
Нет

Задания закрытого типа:

1. Какие стадии включают в себя некоторые гидроэлектрометаллургические процессы?

Ответ: подготовка электролита, извлечение из электролита металла

2. С какой целью проводят операцию травления деталей перед гальваническим покрытием

Ответ: С целью удаления с поверхности деталей окалины, ржавчины или окисных пленок, образовавшихся под влиянием окружающей среды, механической, термической, химической обработки.

3. Какие виды промывки существуют в гальваническом производстве

Ответ: холодная (температура не нормируется); теплая (при 40—50 °С) и горячая (при 70—90 °С).

4. Для чего применяют процесс шлифования деталей перед нанесением на них защитно-декоративных покрытий.

Ответ: Для устранения царапин, забоин, рисок и других дефектов на поверхности деталей, а также для получения гладкой и ровной поверхности

5. Какой способ травления наиболее широко применяют при подготовке поверхности перед нанесением гальванических покрытий

Ответ: Способы анодного травления.

ПК-1.3;

Осуществляет контроль технологического процесса, выявляет и устраняет отклонения от норм технологического процесса, контролирует соблюдение правил безопасности и требований законодательных и нормативных правовых актов по охране труда

Задания открытого типа:

1. Простейшая оценка качества - внешний осмотр изделия с покрытием. Как правило, внешний осмотр должен производиться квалифицированным персоналом и в сочетании с другими методами.

Да (правильный ответ)

Нет

2. Первой контрольной операцией после нанесения покрытия является визуальный осмотр изделий при дневном или искусственном освещении не менее 100 лк.

Да

Нет(правильный ответ)

3. Капельный метод контроля толщины покрытия заключается в растворении покрытия на заданном участке, последовательно наносимыми каплями растворителя до обнажения подслоя.

Да (правильный ответ)

Нет

4. Многие электролиты работают в определенном интервале рН раствора. Для его регулирования вводят буферные добавки.

Да (правильный ответ)

Нет

5. Составы применяемых растворов и электролитов гальванических ванн контролируются методами химического и физико-химического анализов, периодичность которых регламентируется технической документацией.

Да (правильный ответ)

Нет

Задания закрытого типа:

1. Какие существуют методы контроля толщины покрытий ПП:

Ответ : химические методы и физические методы.

2. По каким признакам проводят контроль качества покрытия в соответствии с требованиями ГОСТ 9.301-86 и ГОСТ 9.302-88:

Ответ : по внешнему виду и по толщине.

3. Какие физико-механические свойства пленки при покрытии деталей, являются важнейшими с практической точки зрения?

Ответ: адгезия к подложке, твердость, эластичность, толщина покрытия, прочность при ударе и изгибе.

4. Какие показатели проверяют у металлов перед нанесением покрытия?

Ответ: Шероховатость, наличие окалины, трещин, раковин, расслоений и других повреждений.

5. В каких электролитах наиболее успешно применяются блескообразователи

Ответ: в электролитах никелирования, меднения и цинкования.

ПК -1.5;

Обеспечивает правильную эксплуатацию и подготовку основного оборудования, вспомогательного оборудования и технологической оснастки, разрабатывает предложений по механизации и автоматизации производственных процессов

Задания открытого типа:

1. Электрод в электрохимической системе предназначен для генерирования электроэнергии, так и для ее потребления с получением определенных продуктов.

Да (правильный ответ)

Нет

2. При покрытии деталей драгоценными металлами в гальваническом производстве применяют ванны, имеющие более трех ступеней промывки

Да (правильный ответ)

Нет

3. В процессе электролиза в качестве конечного продукта был получен цинк.

Электролизер в котором был получен металл это - электрохимический прибор?

Да

Нет (правильный ответ)

4. В качестве анодных материалов в щелочных средах используются графит, никель

Да (правильный ответ)

Нет

5. От Температуры и Конструкции электролизера не зависит напряжение на электролизере

Да

Нет (правильный ответ)

Задания закрытого типа:

1. Перечислите причины, которые ограничивают применение магнетитовых анодов.

Ответ: Сложность изготовления и недостаточная механическая прочность

2. Основными достоинствами колокольных ванн являются:

Ответ: Возможность наблюдения за процессом нанесения покрытия и простота загрузки и выгрузки покрываемых деталей

3. Какие электролизеры обычно рассчитаны на большой ток (150–200 кА) и маленькое напряжение;

Ответ: Монополярные

4. Какими способами можно снизить перенапряжение на электродах?

Ответ: Повышением температуры, подбором материала электродов с низким перенапряжением выделения целевого продукта

5. Какой основной фактор влияет на износ оксиднокобальтово-титанового анода?

Ответ: Величина pH раствора

ПК -2.1;

Проектирует, разрабатывает и рассчитывает технологическую оснастку и электроды инструменты с использованием современных информационных технологий

Задания открытого типа:

1. Количественные расчеты процессов электролиза осуществляются на основании законов М. Фарадея

Да (правильный ответ)

Нет

2. Массы окисляющихся и восстанавливающихся на электродах веществ, при пропускании через раствор одного и того же количества электричества, пропорциональны молярным массам их эквивалентов:

Да (правильный ответ)

Нет

3. Для учета влияния параллельно протекающих реакций введено понятие — выход по току η , выражающее, в сущности, коэффициент полезного действия электролизера.

Да

Нет(правильный ответ)

4. На процесс электролиза существенно влияет плотность тока.

Да (правильный ответ)

Нет

5. T-FLEX Технология автоматически формирует титульные листы, маршрутные, маршрутно-операционные и операционные карты, карты групповых техпроцессов, ведомости оснастки и оборудования, комплекточные карты и ведомости вспомогательных материалов в полном соответствии с ЕСТД.

Да (правильный ответ)

Нет

Задания закрытого типа:

1. Что такое электрохимический эквивалент ?

Ответ: Масса вещества, которая восстанавливается на катоде или окисляется на аноде при прохождении через раствор 1 Кл электричества.

2. Степень участия вещества в электрохимическом процессе в электролизерах характеризуется степенью разложения вещества. Что называется степенью разложения вещества?

Ответ: Степень разложения вещества показывает, какая доля данного компонента электролита подвергалась электрохимическому превращению за время процесса.

3. Для чего необходима оценка и анализ составляющих баланса напряжения электролизера?

Ответ: Для уменьшения удельных затрат электроэнергии на получение продукции.

4. Как производят расчет количества химикатов и воды на первоначальный пуск ванны?

Ответ: По заданному объёму электролита (ванны) и величинам массовых концентраций компонентов.

5. Для чего используется табличный процессор при обработке информации?

Ответ: Для вычислений силами конечного пользователя; средства деловой графики, программы специализированной обработки (встроенные функции, работа с базами данных, статистическая обработка данных и др.).

ПК -2.2;

Разрабатывает и согласовывает документацию для технологической оснастки и электродов – инструментов

Задания открытого типа:

1. Руководство по эксплуатации – документ, который содержит четкие сведения относительно конструкции, а также принципах действия и характеристиках устройства, в том числе относительно его составных частей.

Да (правильный ответ)

Нет

2. Расход воды для промывки регламентируется ГОСТ 9.305-84 «Покрывания металлические и неметаллические неорганические»

Да (правильный ответ)

Нет

3. Для расчёта оборудования гальванических покрытий составляется загрузочная ведомость

Да (правильный ответ)

Нет

4. Производственную программу цеха гальванических покрытий устанавливают на основании сводной ведомости деталей подлежащих покрытию.

Да (правильный ответ)

Нет

5. Для типовых линий ванны komponуют из следующих унифицированных узлов: корпус ванны, бортовые отсосы, змеевики для нагрева или охлаждения, барботёры, сливной штуцер?

Да

Нет(правильный ответ)

Задания закрытого типа:

1. Для краткого наименования различных видов покрытий в конструкторской и нормативно-технологической документации приняты специальные условные обозначения (шифры) покрытий. Что они включают?

Ответ: Шифр покрытий включает сведения о способе нанесения, материале, признаке, характеризующем физико-механические свойства, толщину, декоративные свойства покрытий, вид дополнительной обработки.

2. Какому ГОСТу должно соответствовать качество поверхности основного металла, на которые наносится гальванические покрытия

Ответ: ГОСТ 9.301—78.

3. Какие три группы покрытий устанавливаются в зависимости от условий работы изделия:

Ответ: Группа Л — для легких условий работы, группа С — для средних условий работы, группа Ж — для жестких условий работы.

4. Что указывается в загрузочной ведомости?

Ответ: Количество деталей, монтируемых на одну подвеску, или количество подвесок с деталями, соответствующее годовой или суточной программе цеха.

5. На какие группы делятся техническая документация ?

Ответ: Проектно- конструкторские, технологические документы, информация об окружающей среде, документы, связанные со сферой обслуживания и потребления, с использованием технических средств.

ПК-2.3;

Изучает научно-техническую информацию и разрабатывает предложения по внедрению новых технологий производства с использованием ЭХФМО, технологической оснастки и электродов – инструментов

Задания открытого типа:

1. В крупных гальванических цехах с массовым выпуском деталей целесообразно применять автоматизированные станки для шлифования и полирования.
Да (правильный ответ)
Нет
2. В настоящее время наибольшее применение в практике защиты корпусного гальванического оборудования находят пластмассовые и металлические материалы
Да (правильный ответ)
Нет
3. Главной функцией программного обеспечения для анализа данных является выполнение трудоемкой работы и автоматизации процесса преобразования данных в аналитическую информацию.
Да (правильный ответ)
Нет
4. Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) предназначены для автоматизации научных экспериментов, а также для осуществления моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно.
Да (правильный ответ)
Нет
5. Научно-технический прогресс — это процесс непрерывного развития науки, техники, технологии, совершенствования предметов труда, форм и методов организации и управления производством?
Да (правильный ответ)
Нет

Задания закрытого типа:

1. Перечислите этапы инновационного процесса на предприятии ?
Ответ: систематизация имеющихся идей, сбор информации о нововведениях, потенциальных возможностях предприятий в отношении разработки и освоения продукции и т. д.;
2. Какие дополнительно встроенные функции у импульсных выпрямителей
Ответ: цифровые вольтметры и амперметры; счетчик ампер-часов (накопительный и счетчик-дозатор), функция «таймер»
3. Что является основным источником информации?
Ответ: Научные документы.
4. Какие достоинства трехсекционной ванны двухступенчатой противоточной каскадной промывки
Ответ: Экономия производственных площадей, сокращение расхода конструкционных материалов.
5. Где применяются АСУ?
Ответ: В управлении производством, транспортом, строительством и многими другими экономическими объектами и процессами.

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

23.06.25 11:56 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО
ЗАВЕДУЮЩИМ
ВЫПУСКАЮЩЕЙ
КАФЕДРЫ

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Коваленко Виктор
Васильевич, Заведующий кафедрой ХТ

23.06.25 11:56 (MSK)

Простая подпись