

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____	<u>О.Д. Асенчик</u>
(подпись)	(И.О.Фамилия)
<u>28.06.</u>	<u>20194</u>

Регистрационный № УД-33- 60 /уч.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И  
АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности

1-42 01 01 «Металлургическое производство и  
материалобработка (по направлениям)»

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»; учебных планов первой ступени высшего образования ГГТУ им. П.О. Сухого по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)»: I 42-1-06/уч. 06.02.2019, I 42-1-17/уч.06.02.2019, I 42-1-18/уч. 06.02.2019,  
I 42-1-52/уч. 05.04.2019.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

Л.Н. Русая, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»,

О.В. Герасимова, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Е.А. Зюзьков, главный металлург ОАО «ГЛЗ «ЦЕНТРОЛИТ»;

Г.В. Петришин, к.т.н, доцент кафедры «Технология машиностроения» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого».

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 02.05.2019);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 21.05.2019); УД 050-18/уч.

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»  
(протокол № 5 от 06.06.2019 );

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 26.06.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цель и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – знание основных законов физико-химических процессов, протекающих при окислении и восстановлении металлов, влияющих на формирование структуры и свойств сплавов.

Основные задачи – приобретение студентами современных представлений о строении и свойствах расплавленных металлов, способах управления процессами, протекающими в металлургических агрегатах.

### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы физической химии, а именно: законы термодинамики, термодинамические функции, определяющие равновесие процесса;
- виды коллоидных растворов, причины, влияющие на устойчивость и коагуляцию коллоидных растворов;
- законы физико-химического равновесия идеальных и реальных систем;
- способы защиты металлов от коррозии.

уметь:

- рассчитать тепловые эффекты химических реакций при разных температурах;
- рассчитать изобарно-изотермический потенциал реакций при разных температурах;
- проводить термодинамический анализ металлургических процессов;

владеть:

- знаниями о методах определения поверхностного натяжения жидкостей;
- знаниями о методах определения активности веществ.

При изучении дисциплины «Физическая химия металлургических процессов и антикоррозионная защита» у студента формируются компетенции:

СК-3- Быть способным применять законы химии и физической химии в практических расчетах к процессам выплавки сплавов черных и цветных металлов, термической обработки сплавов; обладать знаниями механизмов протекания химической и электрохимической коррозии, способов защиты металлов от различных видов коррозии.

Требования к иным компетенциям специалиста:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- Выявлять естественную сущность проблем, возникающую в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная, заочная сокращенная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Физическая химия металлургических процессов и антикоррозионная защита» в соответствии с учебными планами по специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» для всех форм получения высшего образования составляет 226 часов (набор 2018 г.), 256 часов (набор 2019 г.).

Трудоемкость учебной дисциплины для всех форм получения высшего образования составляет 6,0 зачетных единиц.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

	Дневная форма		Заочная сокращенная форма
	набор 2018 г.	набор 2019 г.	
Курс	2	2	2,3
Семестр	3,4	3,4	4,5
Лекции (часов)	68	68	12
Практические занятия (часов)	34	34	6
лабораторные занятия (часов)	34	34	6
Всего аудиторных (часов)	136	136	24
Формы текущей аттестации по учебной дисциплине			
Зачет, семестр	3	-	
Экзамен, семестр	4	3,4	4,5

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ТРЕТИЙ СЕМЕСТР

Раздел 1. Химическая термодинамика.

Тема 1.1. Введение. Элементы химической термодинамики.

Понятия и определения. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические функции, определяющие равновесие процесса. Тепловая теорема Нернста. Общие условия равновесия термодинамической системы.

Тема 1.2. Растворы.

Общие сведения. Идеальные и реальные растворы. Законы физико-химического равновесия для идеальных и реальных систем.

Тема 1.3. Коллоидные растворы.

Строение коллоидных частиц. Устойчивость и коагуляция коллоидных растворов. Виды коллоидных растворов.

Тема 1.4. Поверхностные явления.

Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение металлов и шлаков. Поверхностно-активные вещества. Свойства ПАВ. Адгезия и когезия. Адсорбция. Капиллярная конденсация.

Раздел 2. Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Окисление металлов.

Тема 2.1. Термодинамический анализ.

Нормальное химическое сродство элемента к кислороду. Диссоциация с образованием продукта в конденсированном состоянии. Диссоциация оксидов железа.

Тема 2.2. Диссоциация карбонатов.

Термодинамический анализ. Особенности диссоциации карбонатов.

Тема 2.3. Механизм и кинетика диссоциации.

Основные стадии процесса. Кинетический, диффузионный и тепловой режимы диссоциации.

Тема 2.4. Кинетика окисления твердых металлов.

Общие кинетические закономерности. Стадии образования оксида. Окисление железа.

Раздел 3. Восстановление металлов из твердых оксидов.

Тема 3.1. Общая характеристика восстановительных процессов. Восстановление металлов газами. Восстановление металлов твердым углеродом.

Раздел 4. Строение и свойства расплавов.

Тема 4.1. Строение и свойства металлических расплавов. Характеристика жидкого состояния. Строение расплавов. Кинетические характеристики.

Тема 4.2. Металлургические шлаки.

Функции, строение, кинетические характеристики шлаков. Переработка шлаков.

Тема 4.3. Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов. Основные термодинамические и кинетические зависимости. Кислород в металлических и шлаковых расплавах.

Углерод, кремний, марганец в расплаве. Сера, фосфор в расплаве. Десульфурация, дефосфорация. Растворение газов в расплавах. Рафинирование.

#### ЧЕТВЕРТЫЙ СЕМЕСТР

Раздел 5. Общие вопросы коррозии

Тема 5.1. Экономические, экологические и социальные аспекты проблемы коррозии материалов

Общие понятия о коррозии металлов. Термин «коррозия». Причины коррозии. Термодинамическая нестабильность металлов. Безвозвратные потери. Прямые и косвенные убытки. Экологические и социальные аспекты проблемы коррозии материалов. Нормативные документы.

Тема 5.2. Классификация коррозионных процессов.

Разнообразие коррозионных процессов. Классификационные признаки. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения. Коррозионный эффект. Коррозионное поражение. Цели коррозионных исследований. Показатели коррозии. Классификация методов коррозионных исследований. Визуальный метод. Гравиметрический метод. Объемный метод. Потенциометрический метод. Лабораторные исследования коррозии. Внелабораторные и эксплуатационные исследования. Нормативные документы.

Раздел 6. Химическая коррозия

Тема 6.1. Виды химической коррозии, термодинамика газовой коррозии, пленки на металлах

Термин «химическая коррозия». Виды химической коррозии и их распространенность. Газовая коррозия. Условия протекания. Жаростойкость. Жаропрочность. Термодинамическая возможность газовой коррозии металлов по изменению изобарно-изотермического потенциала. Классификация пленок на металлах по толщине. Условие сплошности пленок. Защитные свойства пленок. Механизм роста сплошной защитной пленки. Дефекты кристаллического строения оксидных пленок. Механизмы образования заряженных точечных дефектов. Классификация продуктов коррозии по типу проводимости. Массоперенос в оксидных пленках.

Тема 6.2. Кинетика газовой коррозии

Кинетический контроль процесса газовой коррозии. Диффузионный и диффузионно-кинетический контроль процессов газовой коррозии.

Законы роста оксидных пленок на металлах. Модели роста тонких пленок (теория Кабреры-Мотта, модель Хауфе-Илшнера, модель Гримли-Трапнела). Кинетика образования толстых пленок (теория Вагнера). Рост пористой (дефектной) пленки.

Тема 6.3. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость газовой коррозии, химическая коррозия в жидких средах

Состав сплава. Температура. Состав и скорость движения газовой среды. Режим нагрева и охлаждения. Особенности коррозионной среды. Коррозия в неэлектролитах. Коррозия в жидких металлах. Коррозионно-эрозионное разрушение в жидких металлах.

Тема 6.4. Защита от газовой коррозии

Жаростойкое легирование. Теория уменьшения дефектности образующейся пленки. Теория образования защитного оксида легирующего элемента. Теория образования высокозащитных двойных оксидов типа шпинели. Металлические и неметаллические защитные покрытия. Методы нанесения защитных покрытий. Защитные атмосферы.

Раздел 7. Электрохимическая коррозия металлов

Тема 7.1. Электродные реакции и электродные потенциалы металлов в электролитах

Электролиты. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Гидратация ионов. Гальваническая ячейка. Электродные реакции. Строение двойного электрического слоя. Электродные потенциалы металлов в электролитах. Обратимый электродный потенциал. Уравнение Нернста. Необратимый электродный потенциал. Ряд напряжений и электрохимические ряды.

Тема 7.2. Механизм электрохимической коррозии

Схема процесса электрохимической коррозии. Анодные и катодные процессы. Коррозионные гальванические элементы. Причины возникновения коррозионных гальванических элементов. Гетерогенность материалов и электрохимической коррозии металлов. Термодинамика электрохимической коррозии металлов.

Тема 7.3. Кинетика электрохимической коррозии

Поляризация электродов. Виды поляризации. Поляризационные диаграммы. Коррозионные процессы с кислородной деполяризацией. Виды контроля протекания катодного процесса с катодной деполяризацией. Коррозионные процессы с водородной деполяризацией. Особенности коррозии с водородной деполяризацией. Вторичные процессы и вторичные продукты электрохимической коррозии.

Тема 7.4. Пассивность металлов

Обобщённая анодная поляризационная кривая. Характеристика пассивного состояния металлов. Пассиваторы и депассиваторы. Теории пассивности металлов. Перепассивация металлов. Влияние характера анодной кривой на возможность возникновения пассивности.

Тема 7.5. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов

Природа металла. Состояние поверхности. Влияние структурной гетерогенности сплавов на скорость коррозии. Коррозионная стойкость твердых растворов (по правилу Таммана). Влияние рН растворов на скорость электрохимической коррозии металлов. Влияние состава (активаторы и ингибиторы) и концентрации коррозионной среды на скорость электрохимической коррозии. Влияние температуры, давления, подвижности

коррозионной среды на скорость электрохимической коррозии. Влияние поляризации от внешних источников тока.

#### Тема 7.6. Виды коррозионных разрушений

Механические напряжения и коррозионные разрушители. Коррозионная усталость. Коррозионное растрескивание. Фреттинг-коррозия. Кавитационное разрушение. Межкристаллическая коррозия. Контактная коррозия. Питтинговая коррозия. Щелевая коррозия.

#### Тема 7.7. Коррозия в естественных средах

Атмосферная коррозия. Влияние влажности, примесей и загрязнений на скорость атмосферной коррозии. Подземная коррозия металлов. Механизм и особенности подземной коррозии. Влияние влажности, плотности, кислотности, электропроводности грунтов на скорость электрохимической коррозии. Коррозия под действием блуждающих токов. Коррозия в природной воде. Морская коррозия. Коррозионная агрессивность технологических сред.

#### Тема 7.8. Биохимическая и радиационная коррозия металлов

Микробная коррозия. Возбудители аэробной коррозии. Тионовые бактерии, нитрифицирующие бактерии, железобактерии, грибы. Возбудители анаэробной коррозии. Сульфатредуцирующие бактерии. Состав радиоактивного излучения. Причины ускорения коррозии при радиационном воздействии. Радиолитный эффект, деструктурирующий эффект, фоторадиационный эффект.

### Раздел 8. Защита от электрохимической коррозии.

#### Тема 8.1. Методы воздействия на металл (сплав)

Пути создания сплавов повышенной коррозионной стойкости. Принципы коррозионностойкого легирования. Металлические защитные покрытия, анодные и катодные. Способы нанесения. Неметаллические защитные покрытия. Эмали. Оксидные покрытия на сплавах железа и алюминия. Фосфатные покрытия. Лакокрасочные покрытия. Пластмассы и смолы.

#### Тема 8.2 Методы воздействия на коррозионную среду

Уменьшение содержания деполяризатора в электролите (нейтрализация кислых сред, деаэрация). Ингибиторы коррозии (анодные, катодные, экранирующие, смешанные). Антикоррозионные смазки. Консервация металлоизделий.

Тема 8.3. Электрохимическая защита и мероприятия по защите от коррозии на этапе проектирования

Катодная защита внешним током. Протекторная защита. Анодная защита. Оценка агрессивности среды. Оценка и выбор материалов, их совместимость. Выбор характера соединения. Выбор крепежных соединений.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(Дневная форма получения образования, 3 семестр)

	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Химическая термодинамика							
1.1	Введение. Элементы химической термодинамики	4	4					ЗПР,3
1.2	Растворы	4	4					ЗПР,3
1.3	Коллоидные растворы.	2			2			О, ЗЛР,3
1.4	Поверхностные явления.	4			4			О, ЗЛР,3
2	Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Окисление металлов.							
2.1	Термодинамический анализ	2	2					ЗПР,3
2.2	Диссоциация карбонатов.	2			2			О, ЗЛР,3
2.3	Механизм и кинетика диссоциации.	2			2			О, ЗЛР,3
2.4	Кинетика окисления твердых металлов.	2	2		2			ЗПР,3
3	Восстановление металлов из твердых оксидов.							
3.1	Общая характеристика восстановительных процессов	2			2			О, ЗЛР,3
4	Строение и свойства расплавов.							
4.1	Строение и свойства металлических расплавов.	4	2					ЗПР,3
4.2	Металлургические шлаки.	2	3					ЗПР,3
4.3	Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов.	4			3			О, ЗЛР,3
	Итого в третьем семестре	34	17		17			
5	Общие вопросы коррозии							
5.1	Экономические, экологические и социальные аспекты проблемы коррозии материалов	1						Э
5.2	Классификация коррозионных процессов	1	2					Э, О, ЗПР
6	Химическая коррозия							

6.1	Виды химической коррозии, термодинамика газовой коррозии, пленки на металлах	2	4					Э, О, ЗПР
6.2	Кинетика газовой коррозии	2						Э
6.3	Влияние внешних и внутренних факторов на скорость газовой коррозии, химическая коррозия в жидких средах	2			5			Э, О, ЗЛР
6.4	Защита от газовой коррозии	2	2					Э, О, ЗПР
7	Электрохимическая коррозия металлов							
7.1	Электродные реакции и электродные потенциалы металлов в электролитах	2	2					Э, О, ЗПР
7.2	Механизм электрохимической коррозии	2						Э
7.3	Кинетика электрохимической коррозии	1	2		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
7.4	Пассивность металлов	1						Э
7.5	Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов	2						Э
7.6	Виды коррозионных разрушений	4						Э
7.7	Коррозия в естественных средах	3						Э
7.8	Биохимическая и радиационная коррозия металлов	1						Э
8	Защита от электро-химической коррозии							
8.1	Методы воздействия на металл (сплав)	4	3		4			Э, О, ЗЛР, ЗПР
8.2	Методы воздействия на коррозионную среду	2	2					Э, О, ЗПР
8.3	Электрохимическая защита и мероприятия по защите от коррозии на этапе проектирования	2			4			Э, О, ЗЛР,
	Итого в четвертом семестре	34	17		17			
	Всего	68	34		34			

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, З- зачет, Э - экзамен

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ**  
(заочная сокращенная форма получения образования, 4 семестр)

	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Химическая термодинамика							
1.1	Введение. Элементы химической термодинамики	1	2					ЗПР,З,Э
1.2	Растворы	1	1					ЗПР,З,Э
1.3	Коллоидные растворы.	-						Э, ЗЛР,З
1.4	Поверхностные явления.	1			3			Э, ЗЛР,З
2	Диссоциация твердых оксидов и карбонатов. Окисление металлов.							
2.1	Термодинамический анализ	0,5						ЗПР,З,Э
2.2	Диссоциация карбонатов.	0,5						Э, ЗЛР,З
2.3	Механизм и кинетика диссоциации.	-						э, ЗЛР,З
2.4	Кинетика окисления твердых металлов.	-						ЗПР,З,Э
3	Восстановление металлов из твердых оксидов.							
3.1	Общая характеристика восстановительных процессов	0,5						Э, ЗЛР,З
4	Строение и свойства расплавов.							
4.1	Строение и свойства металлических расплавов.	-						Э.ЗПР,З
4.2	Металлургические шлаки.	0,5						Э,ЗПР,З
4.3	.Взаимодействие металлических и шлаковых расплавов.	1						Э, ЗЛР,З
	Итого в четвертом семестре	6	3		3			
5	Общие вопросы коррозии							
5.1	Экономические, экологические и социальные аспекты проблемы коррозии материалов	-						Э
5.2	Классификация коррозионных процессов	-						Э, О, ЗПР
6	Химическая коррозия							

6.1	Виды химической коррозии, термодинамика газовой коррозии, пленки на металлах	0,5						Э, О, ЗПР
6.2	Кинетика газовой коррозии	-						Э
6.3	Влияние внешних и внутренних факторов на скорость газовой коррозии, химическая коррозия в жидких средах	0,5						Э, О, ЗПР
6.4	Защита от газовой коррозии	0,5	3					Э, О, ЗПР
7	Электрохимическая коррозия металлов							
7.1	Электродные реакции и электродные потенциалы металлов в электролитах	-						Э, О, ЗПР
7.2	Механизм электрохимической коррозии	0,5						Э
7.3	Кинетика электрохимической коррозии	-						Э, О, ЗПР, ЗПР
7.4	Пассивность металлов	-						Э
7.5	Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов	1						Э
7.5	Виды коррозионных разрушений	1						Э
7.7	Коррозия в естественных средах	0,5						Э
7.8	Биохимическая и радиационная коррозия металлов	-						Э
8	Защита от электрохимической коррозии							
8.1	Методы воздействия на металл (сплав)	0,5			3			Э, О, ЗПР, ЗПР
8.2	Методы воздействия на коррозионную среду	-						Э, О, ЗПР
8.3	Электрохимическая защита и мероприятия по защите от коррозии на этапе проектирования	1						Э, О, ЗПР,
	Итого в пятом семестре	6	3		3			
	Всего	12	6		6			

Принятые обозначения: О - отчет, ЗЛР – защита лабораторных работ, ЗПР – защита практических работ, З- зачет, Э - экзамен

## ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Болтромаеюк, В.В. Общая химия: учебник для вузов/ В.В. Болтромаеюк.- Минск: Вышэйшая школа, 2012.- 623 с.
2. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защита металлов : учебное пособие для вузов. - Москва : Металлургия, 1976.
3. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учебное пособие для вузов / И. М. Жарский [и др.]. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 302 с.
4. Стромберг А.Г. Физическая химия: учебник для вузов/под ред. А.Г. Стромберга. – 5-е изд, испр. – Москва: Высшая школа, 2003. -527 с.
5. Физико-химические методы исследования металлургических процессов: [учеб.для металлург.спец.вузов]/ П.П. Арсентьев и др. - Москва: Металлургия,1988.- 509 с.
6. Физическая химия: учебное пособие / Н.М. Селиванова, Л.А. Павличенко, Г.В. Булидорова и др. ; Министерство образования и науки РФ, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2016. – 188 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500700>

## Дополнительная литература

1. Евстратов К.И., Купина И.А. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1990.
2. Коррозийная стойкость оборудования химических производств: способы защиты оборудования: справочное руководство / А. М. Сухотин [и др.]; под ред. Б. В. Строкана, А. М. Сухотина. - Ленинград: Химия, 1987. - 280 с.
3. Шварцман, Л.А. Начала физической химии для металлургов/ Л.А. Шварцман, А.А. Жуховицкий. – 2-е изд. – Москва: Металлургия,1991. - 208 с.

## Учебно-методические материалы

1. Защита металлов от коррозии [Электронный ресурс ]: практикум для студентов специальности 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" направления 1-42 01 01-01 "Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)" специализации 1-42 01 01-01 02 "Электрометаллургия черных и цветных металлов" дневной и заочной форм обучения МЭУ №358 / О. В. Герасимова. - Гомель: ГГТУ, 2013. - 34 с. Режим доступа: <http://elib.gstu.by>
2. Русая, Л.Н. Физико-химические основы литейного производства: электронный учебно-методический комплекс дисциплины/ Л.Н.Русая, Т.М. Заяц. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2012. Режим доступа: [http://elib.gstu/by](http://elib.gstu.by)

### Диагностика компетенций студента

Учебным планом по специальности 1-42 01 01 "Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)" предусмотрен экзамен в третьем и четвертом семестрах для студентов дневной формы обучения и в четвертом, пятом семестрах для заочной сокращенной формы обучения. Оценка учебных достижений студента осуществляется на экзамене, который проводится в устной форме.

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

Устная форма:

- выборочный устный (блиц) опрос по пройденной теме;
- проведение бесед по отдельным темам дисциплины.

Письменная форма:

- письменные контрольные работы.

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Расчет тепловых эффектов химических реакций при стандартной температуре. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов химических реакций при разных температурах. Уравнение Кирхгоффа.
2. Расчет энтропии и изобарно-изотермического потенциала химических реакций в стандартных условиях. Расчет изобарно-изотермического потенциала реакции при разных температурах.
3. Расчет равновесных составов газовых фаз в химических реакциях.
4. Растворы. Способы выражения составов растворов.
5. Температура кипения и кристаллизации разбавленных растворов.
6. Показатели коррозии.
7. Термодинамика газовой коррозии.
8. Пленки на металлах.
9. Кинетика газовой коррозии.
10. Жаростойкое легирование.
11. Защитные атмосферы при газовой коррозии.
12. Электродные потенциалы металлов.
13. Перенапряжение водорода.
14. Поляризация и деполяризация электродов.

### Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Определение поверхностного натяжения жидкостей.
2. Дисперсный анализ гетерогенных систем.
3. Влияние поверхностно-активных веществ на физико-химические свойства материалов.

4. Влияние порога коагуляции жидкого стекла на прочность смесей.
5. Исследование влияния природы связующего на механизм формирования прочностных свойств смесей.
6. Изучение процесса окисления углеродистых и легированных сталей в атмосферной среде.
7. Влияние температуры и продолжительности испытания на кинетику высокотемпературной газовой коррозии. Гравиметрический метод.
8. Влияние поверхностного и объемного легирования металлов на их жаростойкость. Гравиметрический метод.
9. Определение скорости коррозии металлов в электролитах объемным методом.
10. Влияние катодных структурных составляющих сплава на кинетику электрохимической коррозии. Объемный метод.
11. Пассивация стали при анодной поляризации. Потенциометрический (или гальваностатический) метод.
12. Влияние химического состава сплава на его устойчивость к питтинговой коррозии. Визуальный и потенциометрический методы.
13. Влияние термической обработки и легирования на кинетику межкристаллитной коррозии сплавов. Потенциометрический метод измерения электросопротивления (или гравиметрический метод).
14. Влияние механических напряжений на кинетику электрохимической коррозии. Коррозионное растрескивание.

Примерный перечень материалов и технических средств обучения

– Презентации, видеоматериалы по темам.

Описание инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

Основные методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам дисциплины:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных и практических занятиях.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче экзамена по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы (3 семестр)

1. Охарактеризуйте основные металлургические процессы.
2. Основные понятия и определения термодинамики.
3. Первый закон термодинамики. Определение энтальпии и внутренней энергии.
4. Энтальпия в стандартных условиях. Правило Гесса.
5. Вычисление энтальпии в зависимости от температуры. Уравнение Кирхгофа.
6. Второй закон термодинамики. Определение энтропии.
7. Опишите термодинамические функции, определяющие равновесие процесса (энтропия, свободная энергия, свободная энтальпия, химический потенциал).
8. Сформулируйте третий закон термодинамики.
9. Общие условия равновесия термодинамической системы. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
10. Назовите условие равновесия в однородной системе.
11. Назовите условие равновесия в гетерогенной системе.
12. Что называется фазовым превращением? Взаимосвязь температуры и давления (уравнение Клаузиуса-Клапейрона).
13. Правило фаз. Уравнение Гиббса-Коновалова.
14. Как определяется константа равновесия химических реакций и как выражают зависимость константы равновесия от температуры (уравнения Вант-Гоффа)?
15. Как определяется константа равновесия химических реакций и как ее значение связано со свободной энтальпией ( $\Delta G$ )?
16. Понятие «растворы», концентрации растворов.
17. Законы физико-химического равновесия для идеальных систем (законы Рауля, Генри, Сивертса).
18. Законы физико-химического равновесия для идеальных систем (закон действия масс и закон распределения).
19. Понятие активности компонента раствора.
20. Законы физико-химического равновесия для реальных систем.
21. Механизм и кинетика диссоциации твердых оксидов.
22. Механизм и кинетика диссоциации карбонатов.
23. Кинетика окисления твердых металлов.
24. Процессы восстановления металлов газами.
25. Процессы восстановления металлов углеродом.
26. Характеристика жидкого состояния расплава.
27. Каковы представления о строении расплавов?
28. Понятие «сорбция», виды сорбции.
29. Адсорбционные силы.
30. Понятия «поверхностное натяжение, адгезия, когезия, краевой угол смачивания».
31. Функции, строение, кинетические характеристики шлаков.



32. Основные технологии переработки шлаков.
33. Основные термодинамические и кинетические зависимости.
34. Кислород в металлических и шлаковых расплавах.
35. Углерод, кремний, марганец в расплаве.
36. Сера, фосфор в расплаве
37. Растворение газов в расплавах
38. Окисление углерода, кремния, марганца.
39. Десульфурация, дефосфорация.
40. Раскисление.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы (4 семестр)

1. Потери от коррозии. Классификация коррозионных процессов.
2. Химическая коррозия металлов. Газовая коррозия.
3. Термодинамика процессов газовой коррозии.
4. Пленки на металлах. Сплошные, не сплошные. Кинетический контроль скорости роста оксидной пленки.
5. Рост сплошной защитной пленки. Диффузионный контроль.
6. Рост сплошной защитной пленки. Диффузионно-кинетический контроль.
7. Окисление сплавов железа.
8. Влияние внутренних факторов на процесс газовой коррозии.
9. Влияние внешних факторов на процесс газовой коррозии (состав среды, температура, давление).
10. Первая теория жаростойкого легирования.
11. Вторая и третья теории жаростойкого легирования.
12. Защитные металлические покрытия при газовой коррозии.
13. Защитные неметаллические покрытия при газовой коррозии. Защитные атмосферы.
14. Электрохимическая коррозия металлов. Электродные процессы. Двойной электрический слой.
15. Обратимый электродный потенциал. Необратимый электродный потенциал.
16. Термодинамика электрохимической коррозии металлов.
17. Ряд напряжений. Электрохимический ряд.
18. Коррозионные гальванические элементы.
19. Схема электрохимического коррозионного процесса. Катодные процессы.
20. Поляризация электродов. Причины поляризации электродов.
21. Кислородная деполяризация. Схема катодного процесса кислородной деполяризации.
22. Водородная деполяризация. Схема процесса.
23. Вторичные процессы и продукты электрохимической коррозии металлов.
24. Влияние внутренних факторов на электрохимическую коррозию (состав, структура, состояние поверхности).

25. Влияние внешних факторов на электрохимическую коррозию (коррозионная среда, кислотность, температура, давление, скорость движения среды, внешний эл. ток и др.).
26. Коррозионные диаграммы.
27. Пассивность металлов. Теории пассивного состояния.
28. Влияние механических факторов на электрохимическую коррозию.
29. Коррозионная усталость.
30. Коррозионное растрескивание.
31. Фреттинг-коррозия. Коррозия при кавитации.
32. Межкристаллитная коррозия.
33. Щелевая коррозия.
34. Питтинговая коррозия.
35. Типы атмосферной коррозии. Влияние примесей на процессы атмосферной коррозии.
36. Коррозия блуждающими токами. Контактная коррозия.
37. Солевая коррозия. Подземная коррозия.
38. Биохимическая коррозия металлов.
39. Радиационная коррозия металлов.
40. Коррозионностойкие сплавы и их назначение.
41. Высокохромистые и хромоникелевые стали. Ферросилиды.
42. Пути создания сплавов с повышенной коррозионной стойкостью.
43. Металлические покрытия при защите от электрохимической коррозии. Способы нанесения покрытий.
44. Неметаллические покрытия при защите от электрохимической коррозии.
45. Лакокрасочные покрытия, эмали, смолы.
46. Катодная защита внешним током. Протекторная защита. Анодная защита.
47. Ингибиторы коррозии. Анодные. Катодные. Антикоррозионные смазки.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Общая металлургия	МиТОМ	нет	

Заведующий кафедрой  
«Металлургия и технологии  
обработки материалов»

Ю.Л. Бобарикин