

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана ХФ

 А.С. Князев

08 20 22 г.

Фонд оценочных средств

**Физико-химия границ раздела фаз**

по специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация:

**«Фундаментальная и прикладная химия»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Год приема

**2022**

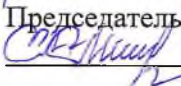
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.1.ДВ.01.03.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 В.В. Шелковников

Председатель УМК

 Л.Н. Мишенина

Томск – 2022

## 1 Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Дисциплина	Физико-химия границ раздела фаз
Семестр обучения	7, 8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	6
Формы текущего контроля	устный опрос /индивидуальное задание/тестирование/отчет по лабораторной работе
Форма промежуточной аттестации	зачет с оценкой (семестр 7) экзамен (семестр 8)

Оценивание результатов учебной деятельности обучающихся при изучении дисциплины осуществляется по текущему контролю и промежуточной аттестации

## 2 Перечень формируемых компетенций и уровни их освоения

Изучение дисциплины «Физико-химия границ раздела фаз» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды и содержание компетенций по СУОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ООП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.  ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, формулировать заключения и выводы.
		<i>Пороговый уровень</i>	Способен анализировать и предложить интерпретацию результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, но затрудняется формулировать заключения и выводы.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, но затрудняется самостоятельно формулировать заключения и выводы.

	<p>ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p><i>Продвинутый уровень</i></p>	<p>Способен анализировать и интерпретировать результаты собственных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии, самостоятельно формулировать заключения и выводы.</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.</p>	<p>ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p> <p>ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.</p>	<p><i>Допороговый уровень</i></p>	<p>Не способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; затрудняется самостоятельно проводить обработку материалов разной природы с использованием имеющихся методик; не способен проводить операции для определения химического и фазового состава веществ; затрудняется исследовать свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>
	<p>ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<p><i>Пороговый уровень</i></p>	<p>Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, но в ряде случаев допускает ошибки; зачастую способен проводить обработку материалов разной природы с использованием имеющихся методик и стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ; затрудняется самостоятельно исследовать свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>

		<i>Достаточный уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, в редких случаях допускает ошибки; способен проводить обработку материалов разной природы с использованием имеющихся методик и стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ, практически не допуская ошибок; затрудняется самостоятельно исследовать свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, практически не допускает ошибок; способен проводить обработку материалов разной природы с использованием имеющихся методик и стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ; способен самостоятельно исследовать свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.
ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.	ИПК-1.1. Разрабатывает стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.  ИПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР, готовить проекты планов отдельных этапов НИР, выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.
		<i>Пороговый уровень</i>	Затрудняется самостоятельно

теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.		планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР, готовить проекты планов отдельных этапов НИР, выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.
	<i>Достаточный уровень</i>	Способен планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР, готовить проекты планов отдельных этапов НИР, но требуется консультация преподавателя при подборе и использовании технических средств и методов испытаний для решения поставленных задач, а также подготовке объектов исследования.
	<i>Продвинутый уровень</i>	Способен самостоятельно планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР, готовить проекты планов отдельных этапов НИР, выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения поставленных задач, готовить объекты исследования.

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне.

## 2 Этапы формирования компетенций и оценочные средства (текущая аттестация)

### 2.1 Виды оценочных средств

№	Контролируемые темы/разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Код индикатора достижения компетенции согласно ОПП
1	Тема 1. Введение. Значение поверхностных явлений для современной микроэлектроники.	Тестирование, устный опрос	ИОПК 1.1. ИОПК-1.3.
2	Тема 2. Процессы удаления вещества с поверхности твердого тела.	Тестирование, устный опрос	ИОПК-1.2. ИОПК-2.1.
3	Тема 3. Электрохимическое нанесение и удаление вещества с поверхности твердых тел в жидкой среде.	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ИОПК-2.3. ИОПК-2.4.
4	Тема 4. Равновесие на границе твердое тело – раствор целенаправленное формирование состава и строения межфазных границ (поверхности).	Индивидуальное задание, отчет по лабораторной работе	ИПК-1.1. ИОПК-2.2. ИПК-1.2. ИПК-1.3. ИПК-1.4.

### 2.2 Содержание оценочных средств

*Примеры вопросов для устного опроса:*

1. Какие ограничения использования диаграмм Пурбе следует учитывать при их использовании для подбора условий обработки материалов?
3. Каково влияние кислорода на процесс коррозии арсенида галлия?
4. Какой наиболее термодинамически выгодный набор фаз присутствует на поверхности арсенида галлия при его хранении на воздухе?
6. В чем причина неравномерного растворения/разрушения многокомпонентных соединений?
7. Перечислите известные вам способы подготовки поверхности полупроводников перед различными технологическими операциями.
8. Назовите основные компоненты жидкостных химических травителей. Охарактеризуйте их роль в процессе травления материалов.
9. Какие факторы оказывают влияние на скорость травления полупроводников?

*Примерный перечень тестовых заданий:*

Вопрос 1. В рамках кинематической теории травления понятие кинематической волны связано:

- а) с тепловыми колебаниями атомов в кристаллической решетке;
- б) со скоростью диффузии примесей в решетке;
- в) со скоростью растворения кристалла в различных направлениях;
- г) с изменением плотности кристалла.

Вопрос 2. При использовании полирующего травителя процесс травления должен протекать:

- а) в области смешанного контроля;
- б) в области активационного контроля;
- в) в области диффузионного или диффузионно-конвективного контроля;

г) при повышенной температуре.

Вопрос 3. Метод избирательного травления поверхности монокристаллов основан на:

- а) одинаковой химической активности различных участков поверхности в разных травителях;
- б) неодинаковой химической активности различных участков поверхности;
- в) влиянии диффузии декорирующего вещества вглубь образца.

Вопрос 4. Граничным слоем Прандтля является:

- а) слой жидкости у поверхности с нарастающей скоростью от нуля до скорости движения жидкости;
- б) слой неподвижной жидкости, в котором происходит диффузия растворяющегося вещества;
- в) неподвижный слой жидкости у поверхности твердого тела.

Вопрос 5. Наиболее распространенный принцип работы жидкостных травителей основан на:

- а) формировании пассивирующих пленок на поверхности полупроводников;
- б) растворении полупроводника в подходящем растворителе без протекания химической реакции;
- в) окислении поверхности полупроводника и удалении оксидной пленки;
- г) формировании комплексных соединений с компонентами травителя.

*Общий вид индивидуального задания:*

Принципы построения диаграмм Пурбе, расчет кажущихся равновесных величин электродных потенциалов для системы  $H_2O$  – соединение, построение диаграммы и ее интерпретация (тип коррозии, продукты межфазных превращений для разных значений рН и электродных потенциалов и др.).

Оценочные материалы в полном объеме содержатся в архивных материалах кафедры аналитической химии и в электронной образовательной среде.

## 2.3 Методические рекомендации

### 2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется на протяжении периода обучения по дисциплине в рамках организации и проведения лекционных занятий, лабораторных работ, самостоятельной работы студентов путём проведения тестов по лекционному материалу, контроля выполнения теоретических и расчётных домашних заданий, защиты индивидуальных заданий.

### 2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

- индивидуальное задание (40 баллов)

36–40 баллов – «отлично»

30–35 баллов – «хорошо»

24–29 баллов – «удовлетворительно»

< 24 баллов – «неудовлетворительно»

- тест (20 баллов)

18–20 баллов – «отлично»

15–17 баллов – «хорошо»

11–14 баллов – «удовлетворительно»

<11 баллов – «неудовлетворительно»

## 3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

### 3.1 Порядок проведения зачета с оценкой

Зачет с оценкой в 7 семестре проводится в форме тестирования и защиты индивидуального задания (задание дается за месяц до зачета каждому индивидуально). Задания теста соответствуют компетентностной структуре дисциплины. Тест включает 12 заданий. Продолжительность тестирования 30 минут. Общая продолжительность зачета - 1,5 часа. Вопросы теста носят теоретический характер (на соответствие, множественный выбор, проверяющие ИОПК-1.1 и ИОПК-1.3). Некоторые задания теоретического характера носят проблемный характер и предполагают ответы в развёрнутой форме.

Индивидуальное задание направлено на оценку сформированности ИОПК-1.2, ИПК-1.1, ИПК-1.2 и предполагает знание принципов построения диаграмм многокомпонентное соединение – раствор (рН) и умение их использовать для подбора условий при формировании фазового состава поверхности в жидких средах.

### 3.2 Порядок проведения экзамена

Экзамен в 8 семестре проводится в устной форме обсуждения заданий экзаменационного билета. Экзаменационный билет включает три задания. Структура экзаменационного билета соответствует компетентностной структуре дисциплины. Время подготовки 1,5 часа.

Два задания теоретического характера носят проблемный характер и предполагают синтетические ответы в развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-1.1. и ИОПК-1.2.

Третье задание направлено на оценку сформированности ИПК-1.3. и предполагает умение обоснованного выбора необходимого варианта для решения поставленной практической задачи.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка за выполнение заданий имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах. Максимальное количество баллов за 3 задания – 40.

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результаты тестирования и защиты индивидуального задания).

### 3.2 Примеры экзаменационных билетов

#### Билет № 1.

1. Толщина диффузного слоя и скорость химической реакции на пластине и на вращающемся диске в условиях принудительной конвекции.
2. Фундаментальное уравнение электрохимической кинетики (вывод). Уравнение Тафеля, коэффициенты Тафеля.
3. Анализ диаграммы Пурбе, для системы  $\text{H}_2\text{O} - \text{GaAs}$ , (тип коррозии, продукты межфазных превращений для разных значений рН и электродных потенциалов и др.); подбор условий для целенаправленного формирования поверхности полупроводника.

#### Билет № 2.

1. Факторы, определяющие механизм протекания химической реакции, и внешние признаки, по которым можно сделать заключение об области протекания реакции.
2. Кинетика электродных реакций при замедленной электрохимической стадии (с точки зрения теории замедленного заряда): кинетика реакций с участием свободных электронов (зоны проводимости), кинетика реакций с участием валентных электронов (дырок валентной зоны), кинетическое уравнение полного тока через границу раздела полупроводник – электролит.
3. Анализ диаграммы Пурбе, для системы  $\text{H}_2\text{O} - \text{InSb}$ , (тип коррозии, продукты межфазных превращений для разных значений рН и электродных потенциалов и др.); подбор условий для целенаправленного формирования поверхности полупроводника.



Оценочные материалы для промежуточной аттестации в полном объеме содержатся в архивных материалах кафедры аналитической химии.

### 3.3. Критерии оценивания

Результаты зачета с оценкой в 7 семестре определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (выполнение теста и индивидуального задания, максимальное количество баллов за выполнение которых – 60). Студенту предложено 12 заданий теоретического характера. Максимальное количество баллов за тест – 20. Для окончательной оценки баллы суммируются, т.е. всего 80 баллов.

Соответствие баллов за зачет с оценкой:

72 – 80 баллов – «отлично» (90–100 %)

60 – 71 баллов – «хорошо» (75–89 %)

48 – 59 баллов – «удовлетворительно» (60–74 %)

Менее 48 баллов – «неудовлетворительно» (<60 %)

Результаты экзамена в 8 семестре определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (отчеты по лабораторным работам, опросы на практических занятиях, максимальное количество баллов – 40). Оценка за выполнение заданий экзамена имеет удельный вес в зависимости от его сложности и трудоёмкости и выражается в баллах. Максимальное количество баллов за экзамен – 40. Для окончательной оценки баллы суммируются, т.е. всего 80 баллов.

Соответствие баллов экзаменационной оценке:

72 – 80 баллов – «отлично» (90–100 %)

60 – 71 баллов – «хорошо» (75–89 %)

48 – 59 баллов – «удовлетворительно» (60–74 %)

Менее 48 баллов – «неудовлетворительно» (<60 %)

#### **Составитель:**

Зарубина Оксана Николаевна, канд. хим. наук, кафедра аналитической химии  
Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.