

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

Технология интегральных схем

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.01.03.04

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	Технология интегральных схем
Семестр обучения	8
Общий объем дисциплины, ЗЕ	6
Формы текущего контроля	устный опрос/отчет по лабораторной работе/индивидуальное задание/тестирование и др.
Форма промежуточной аттестации	экзамен

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 «Технология интегральных схем» 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 систематизировать, анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. направленности.
		<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

	ИОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.		формулировать заключения и выводы.
		<i>Продвинутый уровень</i>	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.
ОПК-2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ИОПК-2.2. Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности. ИОПК-2.3. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
		<i>Пороговый уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, проводить синтез веществ и материалов разной природы, а также исследования веществ и материалов, но в ряде случаев допускает ошибки.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, проводить синтез веществ и материалов разной природы, а также исследования веществ и материалов, в редких случаях допускает ошибки.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности, проводить синтез веществ и материалов разной природы, а также исследования веществ и материалов, практически не допускает ошибок.
ОПК-6. Способен представлять	ИОПК-6.1. Представляет	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен представлять результаты работы в виде

результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.		отчета по стандартной форме
		<i>Пороговый уровень</i>	Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме, но в ряде случаев допускает ошибки.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме, в редких случаях допускает ошибки.
		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен представлять результаты работы в виде отчета по стандартной форме, практически не допускает ошибок.
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-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.	<i>Допороговый уровень</i>	Не способен разрабатывать стратегию научных исследований, составлять общий план и детальные планы отдельных стадий, а также выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи.
		<i>Пороговый уровень</i>	Затрудняется самостоятельно разрабатывать стратегию научных исследований, составлять общий план и детальные планы отдельных стадий, а также выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи.
		<i>Достаточный уровень</i>	Способен разрабатывать стратегию научных исследований, составлять общий план и детальные планы отдельных стадий, а также выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи.

		<i>Продвинутый уровень</i>	Способен самостоятельно разрабатывать стратегию научных исследований, составлять общий план и детальные планы отдельных стадий, а также выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи.
--	--	----------------------------	---

Уровни и шкала оценивания сформированности компетенций

Допороговый уровень	Соответствует оценке «неудовлетворительно», предполагает несформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет пробелы по отдельным теоретическим разделам и не владеет основными умениями и навыками.
Пороговый уровень	Соответствует оценке «удовлетворительно», предполагает сформированность компетенций на достаточном уровне. Студент имеет недостаточно глубокие знания по отдельным теоретическим разделам, показал не все основные умения и навыки.
Достаточный уровень	Соответствует оценке «хорошо», предполагает сформированность компетенций на достаточно хорошем уровне. Студент изучил все теоретические вопросы, показал основные умения и навыки.
Продвинутый уровень	Соответствует оценке «отлично», предполагает сформированность компетенций на высоком уровне. Студент показал творческое отношение к обучению, в совершенстве овладел всеми теоретическими вопросами дисциплины, показал все требуемые умения и навыки.

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. Основы планарной технологии интегральных схем. Сущность литографических методов.	Устный опрос	ИОПК-1.3.
2	Тема 2. Фоторезисты и фотошаблоны	Лабораторная работа, защита отчетов	ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3, 6.1
3	Тема 3. Основные стадии фотолитографического процесса.	Лабораторная работа, защита отчетов	ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3.,6.1

4	Тема 4. Особенности переноса изображения в системе фотошаблон – фоторезист.	Лабораторная работа, защита отчетов	ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3., 6.1
5	Тема 5. Особенности переноса изображения в системе фоторезист – подложка.	Лабораторная работа, защита отчетов	ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3., 6.1
6	Тема 6. Дефекты фотолитографического процесса	Устный опрос	ИОПК-1.3., ИПК-1.1.
7	Тема 7. Субмикронная литография	Устный опрос	ИОПК-1.3., ИПК-1.2.
8	Тема 8. Нанолитография	Устный опрос	ИОПК-1.3.

Оценочные средства: устный опрос, отчет по лабораторной работе

2.2 Содержание оценочных средств

Примеры вопросов для устного опроса:

1. Сформулируйте основные преимущества и недостатки рентгенолитографии.
2. Дайте определение электронорезиста. Что может использоваться в качестве электронорезиста?
3. Предложите поглощающие слои в шаблонах для рентгено – и электронолитографии.
4. В чем заключается способ литографической нанопечати?
5. Роль плазменных процессов в нанолитографии.
6. Объясните трудности использования ВУФ по сравнению с БУФ в фотолитографическом процессе.
7. Назовите методы субмикронной литографии?
8. Виды загрязнений на поверхности и способы их удаления.

Примеры вопросов для защиты отчета по лабораторным работам:

1. Напишите уравнение фотолиза нафтохинондиазида. Почему он приобретает растворимость после облучения УФ – светом?
2. Назовите светочувствительную группу в поливинилциннамате. Каков механизм сшивания?
3. Что такое клин проявления? Вследствие каких причин он проявляется?
4. Нарисуйте изображение слоя негативного и позитивного фоторезиста с учетом оптических явлений. Какой фоторезист лучше? Какие оптические явления влияют на перенос изображения?
5. Сформулируйте особенности проявления негативных и позитивных фоторезистов.
6. Как выбрать режимы сушки фоторезистов?
7. Охарактеризуйте светочувствительные свойства фоторезистов по характеристической кривой.
8. Сформулируйте закон взаимозаместимости. Выполняется ли он в фотолитографии? Какие выводы следуют?

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

2.3 Методические рекомендации

2.3.1 Порядок проведения текущего контроля

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, устных опросов по лекционному материалу, выполнения, сдачи и защиты отчетов по лабораторным работам и фиксируется в форме контрольной точки в семестре.

2.3.2 Критерии оценивания по видам оценочных средств

Критерий выполнения лабораторных работ

Не зачтено	Не сформированы ИОПК 1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.4.
Зачтено	Полностью сформированы ИОПК 1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.4., 6.1

3 Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

3.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен в восьмом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы, соответствующие компетентностной структуре дисциплины и предполагают ответы в развёрнутой форме, проверяющие ИОПК-1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 2.4. и ИПК-1.1., 1.2. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результат сдачи и защиты отчетов по лабораторным работам). Для прохождения промежуточной аттестации студенту необходимо выполнить и сдать отчеты по лабораторным работам, направленным на исследование светочувствительных свойств различных резистов, выявления и устранение причин брака получающихся изображений. Выполнение лабораторных работ и защита отчетов по ним направлено на оценку сформированности ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3., ИПК-1.2.

3.2 Примеры экзаменационных билетов

Билет №1

1. Основные стадии одного фотолитографического цикла. Их краткая характеристика.
2. Фотошаблоны. Типы фотошаблонов, их преимущества и недостатки.
3. Факторы, влияющие на перенос изображения в системе фоторезист – подложка.
4. Перечислить основные требования к осветительной системе в установках экспонирования. Влияние интенсивности освещенности на уход размеров элементов. Закон взаимозаменяемости.

Билет №3

1. Основные фотохимические реакции и законы.
2. Ионо – лучевая литография
3. Травление пленок диоксида кремния. Изотропное и анизотропное травление, профиль рисунка. Клинья травления, факторы, влияющие на него.
4. Перечислить основные факторы, влияющие на перенос изображения в системе фотошаблон – фоторезист.

Билет №7

1. Особенности проявления позитивных и негативных фоторезистов.
2. Основы рентгенолитографии.
3. Назовите процессы, идущие в резисте при задубливании.
4. Характеристические кривые негативных резистов. Какие параметры ее описывают?

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

3.3. Критерии оценивания

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Результаты промежуточной аттестации зависят и учитывают результаты текущего контроля (результат сдачи и защиты отчетов по лабораторным работам). Для прохождения промежуточной аттестации студенту необходимо выполнить и сдать отчеты по лабораторным работам, направленным на исследование светочувствительных свойств различных резистов, выявления и устранение причин брака получающихся изображений. Выполнение лабораторных работ и защита отчетов по ним направлено на оценку сформированности ИОПК-1.1., 1.2., 2.1., 2.2., 2.3., 6.1, ИПК-1.2.

Составитель:

Гавриленко Наталия Айратовна, канд. хим. наук, доцент, кафедра аналитической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.