

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

элективной дисциплины, формируемая участниками образовательных
отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Методы разделения и концентрирования»

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия

Направленность (профиль) – Аналитическая химия

Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет
Кафедра «Химии и технологии полимеров»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры ХТП

А.И. Пичугина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТП
« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

В.И. Луцик

Согласовано:
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы разделения и концентрирования» является формирование знаний о наиболее актуальных теоретических и экспериментальных достижениях современных методов анализа и понимания их значения для развития науки и производства, а также практическое освоение важнейших методов разделения и концентрирования.

Задачами дисциплины являются:

- формирование представлений о теоретических основах современных методов разделения и концентрирования, в том числе методов, основанных на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, мембранных методов и методов внутрифазового распределения;
- овладение методологическими основами методов разделения и концентрирования;
- формирование способности применять современные методы разделения и концентрирования при исследовании химических и контроле технологических процессов в условиях производственной деятельности.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к элективной, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания общей, неорганической, органической, физической, коллоидной химии, физико-химических методов анализа, физики, математики.

Курс «Методы разделения и концентрирования» включает наиболее важные вопросы развития современной аналитической химии в области методов разделения и концентрирования при реализации основной стадии аналитического процесса – подготовки проб. Знания, полученные в данном курсе необходимы для выполнения научно-исследовательской работы, написании статей и тезисов докладов, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической химии и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. *Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.*

ИПК-1.3. *Контролирует правильность проведения химического анализа, физико-химических, механических испытаний и других исследований.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Теоретические основы и сущность методов разделения и концентрирования.

31.2. Новые направления развития методов разделения и концентрирования.

Уметь:

У1.1. Анализировать научную литературу с целью выбора оптимальных методов разделения и концентрирования для решения конкретных задач.

У1.2. Определять и анализировать проблемы применения методов разделения и концентрирования при подготовке проб, планировать стратегию их решения

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Выбор методов анализа и их применения при исследовании различных объектов.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-2. Способен проводить патентно-информационные исследования в области аналитической химии и смежных наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-2.3. *Анализирует и обобщает отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области аналитической химии и смежных наук.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Возможности методов разделения и концентрирования в исследовании природы веществ.

32.2. Новые направления развития теории и экспериментальной базы методов, основанных на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, мембранных методов и методов внутрифазового распределения.

Уметь:

У2.1. Анализировать научную литературу с целью выбора оптимального аппаратного решения при применении современных методов разделения и концентрирования в конкретных аналитических задачах.

У2.2. Определять и анализировать проблемы применения методов разделения и концентрирования, планировать стратегию их решения.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Работа с приборами, используемыми при подготовке проб для решения задач аналитической химии

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-3. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической химии и смежных с ней наук.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-3.2. *Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

ЗЗ.1. Наиболее часто применяемые методы, основанные на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, мембранных методов и методов внутрифазового распределения.

ЗЗ.2. Специфические особенности рассматриваемых способов разделения и концентрирования и достигаемые в них метрологические показатели.

Уметь:

УЗ.1. Анализировать научную литературу с целью выбора оптимальной методики при проведении разделения и концентрирования исследуемых образцов, планировать стратегию их решения.

УЗ.2. Проводить анализ возможностей и ограничений перечисленных выше методов, а также выявление областей и объектов анализа, для которых эти методы могут быть использованы.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Владение современными методами метрологической обработки результатов аналитического исследования.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение практических работ; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		28
В том числе:		
Лекции		14
Практические занятия (ПЗ)		14
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		44+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа (КР)		не предусмотрена
Курсовой проект (КП)		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		20+36 (экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		38
Курсовая работа (КР)		не предусмотрена
Курсовой проект (КП)		не предусмотрен
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		14
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		24

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Введение. Разделение и концентрирование в аналитической химии	14	2	2	-	4+6 (экз)
2	Экстракционное разделение и концентрирование	18	2	2	-	8+6 (экз)
3	Электрохимические методы концентрирования	22	4	4	-	8+6 (экз)
4	Сорбционные методы концентрирования	18	2	2	-	8+6 (экз)

5	Хроматография	18	2	2	-	8+6 (экз)
6	Методы концентрирования на основе образования новой фазы.	18	2	2	-	8+6 (экз)
Всего на дисциплину		108	14	14	-	44+36 (экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1. «Введение. Разделение и концентрирование в аналитической химии»:

Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов) макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концентрирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Место и роль разделения и концентрирования в анализе: стадия пробоподготовки, прямые и гибридные методы.

Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.

Постановка задачи: требования к методике, сопоставление методов.

МОДУЛЬ 2. «Экстракционное разделение и концентрирование»:

Роль экстракции в аналитической химии. Основные понятия жидкостной экстракции: экстракция, исчерпываемая (отдающая) фаза, рафинат, экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Количественные характеристики экстракционных процессов: степень (фактор) экстракции (извлечения), коэффициент концентрирования, (фактор обогащения), коэффициент разделения.

Способы проведения экстракции: периодическая (простая) экстракция, непрерывная экстракция, экстракционная хроматография, противоточная экстракция. Энергетика экстракционных процессов: качественное рассмотрение (гидратация, сольватация, диссоциация, энтропийный фактор), фазовое равновесие, химические потенциалы, стандартное состояние, закон действующих масс. Классификация экстракционных процессов: физическое распределение, катионообменная экстракция, анионообменная экстракция, координационная экстракция, экстракция смесями экстрагентов. Типичные экстрагенты. Нетрадиционные методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.

МОДУЛЬ 3. «Электрохимические методы концентрирования»:

Электровыделение (законы Фарадея, потенциостатический и гальваностатический режимы), цементация, электрокинетические методы,

двойной электрический слой, электрофорез (разновидности, в том числе капиллярный электрофорез), электродиализ, электроосмос.

МОДУЛЬ 4. «Сорбционные методы концентрирования»:

Основные понятия сорбции (адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация, физическая адсорбция, хемосорбция), физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции (потенциал Леннарда-Джонса, межмолекулярные силы Лондона и Гамакера), изотермы адсорбции (Лэнгмюра, БЭТ и Фрейдлиха), виды сорбентов (оксиды, оксигидраты, сульфидные сорбенты, цианофератные сорбенты, органические иониты, комплексообразующие (хелатные) сорбенты).

МОДУЛЬ 5. «Хроматография»:

Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.

МОДУЛЬ 6. «Методы концентрирования на основе образования новой фазы»:

Осаждение и соосаждение (типы осадков, осадители). Направленная кристаллизация и зонная плавка. Пробирная плавка.

Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования).

Сравнение по метрологическим параметрам, взаимосвязь между объектом анализа и используемым методом концентрирования.

5.3. Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

5.4. Практические занятия

Таблица 3. Тематика практических занятий (ПЗ) и их трудоёмкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятия	Трудоём- кость в часах
Модуль 1 Цель: изучение основных понятий методов разделения и концентрирования. Знакомство с возможностями современных методов. Приобретение навыков постановки задачи: требования к методике,	1) Основные понятия. Количественные характеристики разделения и концентрирования 2) Классификация методов разделения и концентрирования.	2

сопоставление методов.		
Модуль 2 Цель: знакомство с теорией и практикой экстракционного разделения и концентрирования. Приобретение навыков анализа литературных источников и выбора направления исследований.	1) Роль экстракции в аналитической химии. Основные понятия жидкостной экстракции. 2) Способы проведения экстракции:	2
Модуль 3 Цель: знакомство с теорией и практикой электрохимических методов концентрирования. Приобретение навыков анализа литературных источников и выбора направления исследований.	1) Электровыделение. 2) Электрокинетические методы.	4
Модуль 4 Цель: знакомство с теорией и практикой сорбционного метода концентрирования. Приобретение навыков анализа литературных источников и выбора направления исследований.	1) Основные понятия сорбции. 2) Физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции. 3) Виды сорбентов.	2
Модуль 5 Цель: знакомство с основными областями применения хроматографии. Приобретение навыков анализа литературных источников и выбора направления исследований.	1) Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой и жидкостной хроматографии. 2) Классификация по механизму взаимодействия. 3) Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения.	2
Модуль 6 Цель: освоение методов концентрирования на основе образования новой фазы. Приобретение навыков анализа литературных источников и выбора направления исследований.	1) Осаждение, соосаждение, кристаллизация, зонная плавка. 2) Дистилляция, ректификация, флотация. 3) Сравнение по метрологическим параметрам методов концентрирования.	2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы магистрантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и

неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в проработке отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендованной им учебной и научной литературе, методическим рекомендациям кафедры; подготовке к практическим работам; подготовке к экзамену.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся в соответствии с СТО СМК 02.102-2012.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Пичугина, А.И. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : учебное пособие / А.И. Пичугина, В.И. Луцки; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 99 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1013-8 : [б. ц.]. - (ID=134099-75)
2. Пичугина, А.И. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : учебное пособие / А.И. Пичугина, В.И. Луцки; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1013-8 : 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/133899> . - (ID=133899-1)
3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: учеб. для вузов по хим.-техн. напр. и спец. Т. 2 / Глубоков, Ю.М., Головачева, В.А., Дворкин, В.И., [и др.]; под ред. А.А. Ищенко - М.: Академия, 2012. - 416 с. - (83214-23).
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник для вузов по хим.-техн. напр. и спец.; учебник для вузов по химико-техническим направлениям и специальностям : в составе учебно-методического комплекса. Т. 1 / Ю.М. Глубоков [и др.]; под редакцией А.А. Ищенко. - Москва : Академия, 2010. - 351 с. - (Высшее профессиональное образование. Химические технологии) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-5816-4 (Т. 1) : 550 р. - (ID=83214-23)
5. Москвин, Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : учебник для химических факультетов классических ун-тов и технических ун-тов химико-технологических спец. / Л.Н. Москвин, О.В. Родиников. - Долгопрудный : Интеллект, 2019. - 348 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91559-265-9 : 1248 р. - (ID=136263-6)
6. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов по хим.-технол. спец. : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа / В.П. Васильев. - 7-е изд. ; стер. -

- Москва : Дрофа, 2009. - 366, [2] с. : ил., табл. - (Высшее образование) (УМК-У). - Библиогр.: с. 342. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-358-06605-2 : 216 р. 82 к. - (ID=84625-12)
7. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учебник для вузов по хим.-технол. спец. : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В.П. Васильев. - 7-е изд. ; стер. - Москва : Дрофа, 2009. - 366, [2] с. : ил., табл. - (Высшее образование) (УМК-У). - Библиогр.: с. 342. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-358-06605-2 : 216 р. 82 к. - (ID=84623-12)
8. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза : пер. с нем. / Ю. Бёккер. - М. : Техносфера, 2009. - 470 с. : ил. - (Мир химии. IV; 10). - Библиогр. : с. 454 - 468. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94836-212-0 : 495 р. - (ID=78513-2)

7.2. Дополнительная литература

1. Отто, М. Современные методы аналитической химии : в 2 т. : пер. с нем. : в составе учебно-методического комплекса. Т. 2 / М. Отто. - Москва : Техносфера, 2004. - 281 с. : ил. - (Мир химии. IV; 02). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94836-017-2 (Т. 2) : 228 р. - (ID=47584-2)
2. Отто, М. Современные методы аналитической химии : в 2 т. : пер. с нем. Т. 1 / М. Отто; под ред. А.В. Гармаша. - Москва : Техносфера, 2003. - 412 с. : ил. - (Мир химии). - Библиогр. : с. 405. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94836-014-8 : 228 р. - (ID=15692-4)
3. Луцик, В.И. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов; Тверской государственный технический университет. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 211 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1138-8 : 567 р. 75 к. - (ID=139908-69)
4. Луцик, В.И. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов; Тверской государственный технический университет. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Тверь : ТвГТУ, 2021. - 212 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1138-8 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/138875> . - (ID=138875-1)
5. Аналитическая химия. Проблемы и подходы = Analytical Chemistry : [учебник] : в 2 т. : пер. с англ. Т. 2 / ред.: Р. Кельнер [и др.]. - Москва : Мир : АСТ, 2004. - 728 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-03-003561-3 (Мир Т. 2) : 500 р. - (ID=57080-1)
6. Аналитическая химия. Проблемы и подходы = Analytical Chemistry : [учебник] : в 2 т. : пер. с англ. Т. 1 / ред.: Р. Кельнер [и др.]. - Москва : Мир : АСТ, 2004. - 608 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). -

- Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-03-003560-5 (Мир Т. 1) : 500 р. - (ID=57079-1)
7. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии / Е.И. Лагусева, Г.А. Масленникова, Ю.А. Шульман; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. Химии. - Тверь : ТвГТУ, 2003. - 108 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 5-7995-0249-3 : [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58576> . - (ID=58576-1)
 8. Лагусева, Е.И. Лабораторный практикум по методам органической химии / Е.И. Лагусева, Г.А. Масленникова, Ю.А. Шульман; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2003. - 108 с. - Библиогр. : с. 106. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0249-3 : 55 р. 80 к. - (ID=15778-16)
 9. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Н.Г. Никитина, А.Г. Борисов, Т.И. Хаханина; под редакцией Н.Г. Никитиной. - 4-е изд. ; доп. и перераб. - Москва : Юрайт, 2023. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.09.2023. - ISBN 978-5-534-00427-4. - URL: <https://urait.ru/book/analiticheskaya-himiya-i-fiziko-himicheskie-metody-analiza-510484> . - (ID=156876-0)

7.3. Методические материалы

1. План лекций дисциплины "Методы разделения и концентрирования в аналитической химии" направления подготовки 04.04.01 Химия. Профиль: Аналитическая химия : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Химия ; сост. А.И. Пичугина. - 2016. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/123703> . - (ID=123703-0)
2. Луцик, В.И. Физико-химические методы анализа : учебное пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов; Тверской государственный технический университет. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - 183 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0729-9 : [б. ц.]. - (ID=104291-69)
3. Луцик, В.И. Физико-химические методы анализа : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2014. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0729-9 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/104158> . - (ID=104158-1)
4. Учебно-методический комплекс элективной дисциплины, формируемая участниками образовательных отношений части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Методы разделения и концентрирования в аналитической химии". Направление подготовки 04.04.01 Химия. Направленность

(профиль): Аналитическая химия : ФГОС 3++ / Каф. Химия и технология полимеров ; сост. А.И. Пичугина. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116718> . - (ID=116718-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116718>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии» используются 2 лаборатории; специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы, оснащенный современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, имеющий выход в глобальную сеть; специализированную аудиторию для проведения семинарских занятий, практикумов.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:

1. Основные понятия и количественные характеристики разделения и концентрирования.

2. Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов) макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концентрирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование.

3. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.

4. Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.

5. Какими причинами вызываются систематические и случайные ошибки анализа, грубые ошибки?
6. Понятие «следы вещества (элемента)». Способы выражения чистоты вещества.
7. Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.
8. Классификация экстракционных процессов: физическое распределение, катионообменная экстракция, анионообменная экстракция, координационная экстракция, экстракция смесями экстрагентов.
9. Количественные характеристики экстракционных процессов: степень (фактор) экстракции (извлечения), коэффициент концентрирования, (фактор обогащения), коэффициент разделения.
10. Энергетика экстракционных процессов.
11. Описать координационную экстракцию и экстракцию смесями экстрагентов.
12. Способы проведения экстракции: периодическая (простая) экстракция, непрерывная экстракция, экстракционная хроматография, противоточная экстракция.
13. Методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.
14. Нетрадиционные методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.
15. Назовите условия, преимущества и недостатки экстракционно – фотометрического метода определения железа с сульфосалициловой кислотой?
16. Какие экстрагенты используют для экстракции хлоридных комплексов скандия и циркония?
17. Виды сорбентов (оксиды, оксигидраты, сульфидные сорбенты, цианофератные сорбенты, органические иониты, комплексообразующие (хелатные) сорбенты).
18. Описать физико-химические закономерности сорбции.
19. Применение закона Хлопина при сорбционных методах.
20. Физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции (потенциал Леннард-Джонса, межмолекулярные силы Лондона и Гамакера).
21. Описать методику комбинированного сорбционного рентгено - флуоресцентного анализа.
22. Изотермы адсорбции (Лэнгмюра, БЭТ и Фрейдлиха).
- 23.
24. Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.

25. Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации).
26. Электрокинетические методы разделения.
27. Электрохимические методы концентрирования.
28. Описать метод концентрирование следов металлов электролизом на твёрдых и жидких катодах.
29. Осаждение и соосаждение (типы осадков, осадители). Направленная кристаллизация и зонная плавка. Пробирная плавка.
30. Описать механизмы соосаждения. Коэффициент сокристаллизации. Закон Хлопина. Закон Дернера - Госкинса.
31. Электровыделение (законы Фарадея, потенциостатический и гальваностатический режимы).
32. Электрофорез (разновидности, в том числе капиллярный электрофорез), электродиализ, электроосмос.

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом не предусмотрен.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

Учебным планом не предусмотрен.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

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

Направление подготовки магистров 04.04.01 Химия
Профиль – Аналитическая химия
Кафедра «Химия и технология полимеров»
Дисциплина «Методы разделения и концентрирования»
Семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Основные понятия и количественные характеристики разделения и концентрирования.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балл:
Описать координационную экстракцию и экстракцию смесями экстрагентов.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла
Описать физико-химические закономерности сорбции.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла;

Составитель: к.х.н., доц. кафедры ХТП

А.И. Пичугина

Заведующий кафедрой ХТП: д.х.н., проф.

В.И. Луцик