

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
для практических занятий по дисциплине
«Методы разделения и концентрирования»
для направления подготовки 04.03.01 Химия
Неорганическая и аналитическая химия

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания предназначены для организации и проведения практических занятий по дисциплине «Методы разделения и концентрирования» у студентов 3-го курса (6 семестр).

Цель практических занятий:

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях, и формирование у студентов практических навыков выбора и применения методов разделения и концентрирования для решения аналитических задач .

Задачи практических занятий:

- Научить студентов выбирать оптимальный метод разделения и концентрирования в зависимости от природы анализируемого объекта и определяемого компонента ;
- Сформировать умения рассчитывать основные параметры экстракционных, сорбционных и хроматографических процессов ;
- Развить навыки интерпретации хроматограмм и расчета количественных характеристик ;
- Подготовить студентов к самостоятельной работе на современном аналитическом оборудовании.

В результате освоения дисциплины студент должен овладеть компетенциями ПК-1, ПК-3, ПК-5 в части, предусмотренной рабочей программой.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием и компьютерами с установленным программным обеспечением (пакет офисных программ Р7-Офис).

Порядок подготовки к занятию:

1. Изучить соответствующий раздел лекционного материала.
2. Ознакомиться с планом занятия и теоретическим введением, представленным в настоящих указаниях.
3. Выполнить предварительные домашние задания (при наличии).
4. Иметь при себе калькулятор, тетрадь для практических работ, ручку и простой карандаш.

Структура практического занятия:

1. Проверка готовности студентов к занятию и краткий опрос по теории (собеседование).
2. Разбор типовых задач преподавателем.
3. Самостоятельное выполнение студентами индивидуальных заданий (по вариантам).
4. Проверка выполненных расчетов и их защита.
5. Подведение итогов занятия и выдача задания на следующее занятие.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ТЕМАМ

Тема 1. Общие сведения. Характеристика методов разделения и концентрирования

Компетенции: ПК-1

Цель занятия: Изучить основные термины и классификацию методов разделения и концентрирования, освоить критерии выбора метода для решения конкретной аналитической задачи.

Теоретическое введение:

Разделение — операция, в результате которой компоненты исходной смеси отделяются друг от друга.

Концентрирование — операция, в результате которой увеличивается отношение концентрации определяемого компонента к концентрациям макрокомпонентов (матрицы).

Выделение — полное отделение определяемого компонента от матрицы.

Основные методы разделения и концентрирования:

- **Осаждение и соосаждение** — основаны на различной растворимости соединений;
- **Экстракция** — основана на различной растворимости веществ в двух несмешивающихся фазах;
- **Сорбция** — основана на различной способности веществ к поглощению твердыми сорбентами;
- **Хроматография** — основана на многократном повторении актов сорбции-десорбции;
- **Мембранные методы** — основаны на различной проницаемости компонентов через мембраны;
- **Электрохимические методы** (электролиз, электрофорез).

Критерии выбора метода:

- природа анализируемого объекта (матрица);
- физико-химические свойства определяемого компонента;
- требуемая степень разделения и концентрирования;
- доступность оборудования и реактивов;
- экспрессность и экономичность.

Типовые задания:

1. Составьте классификационную схему методов разделения и концентрирования по агрегатному состоянию фаз.
2. Для заданных пар «определяемый компонент – матрица» (например, микропримеси тяжелых металлов в природной воде) предложите возможные методы разделения/концентрирования и обоснуйте выбор.
3. Сравните понятия «разделение», «концентрирование» и «выделение» на конкретных примерах.

Вопросы для собеседования:

- Что такое разделение, концентрирование и выделение?
- По каким признакам классифицируют методы разделения?
- Каковы критерии выбора метода разделения для конкретной аналитической задачи?

Тема 2. Типы осаждения. Осаждение микроэлементов. Соосаждение

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить механизмы осаждения и соосаждения, научиться рассчитывать условия количественного осаждения и оценивать эффективность соосаждения для концентрирования микропримесей.

Теоретическое введение:

Осаждение — процесс образования твердой фазы из раствора в результате химической реакции.

Типы осаждения:

- **Гомогенное осаждение** — осадитель образуется в растворе постепенно (например, гидролиз мочевины);
- **Гетерогенное осаждение** — осадитель добавляется извне.

Соосаждение — захват микрокомпонента осадком макрокомпонента при его образовании. Механизмы соосаждения:

- адсорбция на поверхности осадка;
- включение в кристаллическую решетку (изоморфное замещение);
- окклюзия (механический захват).

Факторы, влияющие на соосаждение:

- природа осадителя и осаждаемого вещества;
- скорость образования осадка;
- температура;
- наличие комплексообразователей.

Термодинамическое произведение растворимости (K°_{sp}): $K^{\circ}_{sp} = a(M^{n+}) \cdot a(A^{m-})$

Условие количественного осаждения: концентрация определяемого иона в растворе после осаждения должна быть менее 10^{-5} – 10^{-6} моль/л.

Типовые задания:

1. Рассчитайте растворимость $AgCl$ в воде и в 0.01 М растворе $NaCl$ ($K^{\circ}_{sp}(AgCl)=1.78 \times 10^{-10}$). Сделайте вывод о влиянии одноименного иона.

2. Оцените, будет ли количественно осаждаться Ba^{2+} сульфатом при добавлении эквивалентного количества $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, если исходная концентрация Ba^{2+} составляет 0.01 моль/л ($K^{\circ}_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)=1.1 \times 10^{-10}$). Рассчитайте остаточную концентрацию Ba^{2+} .
3. Предложите условия соосаждения микропримесей Pb^{2+} с гидроксидом Fe(III) при $\text{pH}=8-9$. Объясните механизм соосаждения.

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные механизмы соосаждения?
- Как влияет скорость образования осадка на чистоту осадка?
- Что такое «осаждение матрицы» и для каких целей оно применяется?

Тема 3. Экстракция. Общие сведения

Компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-5

Цель занятия: Изучить основные понятия, классификацию экстракционных систем и механизмы экстракции различных классов соединений.

Теоретическое введение:

Экстракция — процесс перераспределения вещества между двумя несмешивающимися жидкими фазами.

- **Экстрагент** — органический растворитель, извлекающий вещество из водной фазы.
- **Экстракт** — органическая фаза, содержащая извлеченное вещество.
- **Реэкстракция** — обратный процесс перевода вещества из органической фазы в водную.
- **Реэкстрагент** — водный раствор, используемый для реэкстракции.

Классификация экстракционных систем:

- по агрегатному состоянию: жидкость-жидкость, твердая фаза-жидкость;
- по механизму: экстракция неполярных веществ, экстракция комплексных металлокислот, экстракция внутрикомплексных соединений (ВКС).

Факторы, влияющие на экстракцию:

- pH водной фазы;
- природа и концентрация экстрагента;
- присутствие маскирующих реагентов;
- ионная сила раствора;
- температура.

Типовые задания:

1. Приведите примеры экстракции неполярных веществ (например, I_2 в CCl_4) и объясните механизм.
2. Для экстракции комплексной металлокислоты $[FeCl_4]^-$ из HCl раствора диэтиловым эфиром определите: влияние кислотности раствора, природу экстрагируемой частицы.
3. Рассчитайте степень извлечения (R , %) вещества при экстракции, если известны коэффициенты распределения для трех последовательных экстракций.

Вопросы для собеседования:

- Что такое коэффициент распределения и степень извлечения?
- Каковы преимущества и недостатки жидкостной экстракции?
- Какие типы экстракционных систем вы знаете?

Тема 4. Жидкостная экстракция

Компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-5

Цель занятия: Освоить принципы жидкостной экстракции, научиться оценивать эффективность экстракции и подбирать экстрагенты.

Теоретическое введение:

Параметры оценивания эффективности экстракции:

- **Коэффициент распределения (D):** $D = C_{\text{орг}} / C_{\text{вод}}$ (при равновесии, с учетом всех форм вещества);
- **Степень извлечения (R, %):** $R = (C_{\text{орг}} \cdot V_{\text{орг}}) / (C_{\text{орг}} \cdot V_{\text{орг}} + C_{\text{вод}} \cdot V_{\text{вод}}) \times 100\%$;
- **Коэффициент разделения (β):** $\beta = D_1 / D_2$ (характеризует селективность разделения двух веществ).

Основные экстракционные реагенты:

- нейтральные (эфирь, кетонь, спирть);
- кислотные (карбоновые кислоты, фенолы);
- основные (амины, четвертичные аммониевые основания).

Способь проведения жидкостной экстракции:

- однократная;
- многократная (последовательная);
- непрерывная (с использованием экстрактора Сокслета).

Подбор экстрагента:

- по близости параметров растворимости;
- по диэлектрической проницаемости;
- по полярности (правило «подобное растворяется в подобном»).

Типовые задания:

1. Рассчитайте степень извлечения вещества при однократной и трехкратной экстракции, если $D = 10$, $V_{\text{орг}} = V_{\text{вод}}$.
2. Оцените, какой экстрагент (гексан, диэтиловый эфир, бензол) наиболее подходит для извлечения фенола из водного раствора. Обоснуйте выбор.
3. Сравните достоинства и недостатки однократной и многократной экстракции.

Вопросы для собеседования:

- В чем отличие коэффициента распределения от степени извлечения?
- Каким образом можно увеличить степень извлечения при экстракции?
- Что такое реэкстракция и для каких целей она применяется?

Тема 5. Твердофазная экстракция

Компетенции: ПК-3, ПК-5

Цель занятия: Изучить принципы твердофазной экстракции (ТФЭ), освоить методику проведения и оценки эффективности.

Теоретическое введение:

Твердофазная экстракция (ТФЭ) — метод концентрирования и очистки, основанный на распределении аналитов между жидкой пробой и твердым сорбентом.

Основные этапы ТФЭ:

1. Кондиционирование сорбента (активация).
2. Нанесение пробы (сорбция аналитов).

3. Промывка (удаление матричных компонентов).
4. Элюция (десорбция аналитов).

Параметры эффективности ТФЭ:

- коэффициент извлечения (аналогичен степени извлечения в жидкостной экстракции);
- коэффициент обогащения;
- степень очистки.

Типы сорбентов для ТФЭ:

- обращенно-фазовые (C_{18} , C_8);
- нормально-фазовые (силикагель, оксид алюминия);
- ионообменные;
- полимерные (полистирол-дивинилбензол, HLB).

Способы проведения ТФЭ:

- статический (встряхивание с сорбентом);
- динамический (пропускание пробы через картридж или диск).

Типовые задания:

1. Разработайте схему ТФЭ для концентрирования пестицидов из природной воды с использованием картриджа C_{18} (укажите стадии, растворители).
2. Рассчитайте коэффициент обогащения, если исходный объем пробы составлял 500 мл, а объем элюата — 2 мл.
3. Выберите тип сорбента для извлечения катионов металлов из водного раствора. Обоснуйте выбор.

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные преимущества ТФЭ перед жидкостной экстракцией?

- Что такое кондиционирование сорбента и для чего оно нужно?
- Какие сорбционные материалы чаще всего используются в ТФЭ?

Тема 6. Зеленая пробоподготовка

Компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-5

Цель занятия: Изучить принципы «зеленой» аналитической химии, освоить методы оценки экологичности пробоподготовки.

Теоретическое введение:

Зеленая аналитическая химия — направление, ориентированное на разработку экологически безопасных методов анализа.

Принципы зеленой пробоподготовки:

- минимизация использования токсичных растворителей;
- использование возобновляемых материалов;
- снижение энергозатрат;
- сокращение количества отходов;
- использование регенерации сорбентов.

Способы оценки вариантов экстракции:

- **NEMI** (National Environmental Methods Index) — оценка по четырем критериям: токсичность, коррозионность, пожароопасность, состояние (PBT — персистентность, биоаккумуляция, токсичность).
- **EcoScale** — количественная оценка с учетом выхода реакции, безопасности, стоимости, энергозатрат.

Примеры «зеленых» методов:

- использование воды в качестве подвижной фазы (ГХ с водной подвижной фазой);
- использование возобновляемых сорбентов (хитозан, целлюлоза);
- методы микроэкстракции (SDME, SPME), требующие микролитров растворителей.

Типовые задания:

1. Сравните две методики пробоподготовки (жидкостная экстракция с использованием 500 мл дихлорметана и ТФЭ с элюцией 10 мл метанола) по критериям «зеленой» химии.
2. Рассчитайте энергозатраты для нагрева экстракционной пробы в муфельной печи и в микроволновой системе. Сделайте выводы.
3. Предложите «зеленую» альтернативу классической экстракции хлороформом.

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные принципы «зеленой» аналитической химии?
- Что такое EcoScale и для чего он используется?
- Приведите примеры «зеленых» сорбентов.

Тема 7. Современные варианты микроэкстракции

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить современные варианты жидкостной и твердофазной микроэкстракции, их преимущества и области применения.

Теоретическое введение:

Жидкостная микроэкстракция (LPME) — варианты:

- SDME (single drop microextraction) — экстракция в каплю экстрагента;
- HF-LPME (hollow fiber LPME) — экстракция в полость мембраны;
- SUPRA (supramolecular solvent) — экстракция супрамолекулярными растворителями;
- DLLME (dispersive liquid-liquid microextraction) — дисперсионная жидкость-жидкостная микроэкстракция;
- гомогенная жидкостная микроэкстракция.

Твердофазная микроэкстракция (SPME) — варианты:

- SPME (solid phase microextraction) — с использованием специализированного устройства (волокна);
- MEPS (microextraction in packed syringe) — микроэкстракция в игле;
- MSPE (magnetic solid phase extraction) — с использованием магнитных наночастиц;
- MIP (molecularly imprinted polymers) — молекулярно-импринтированные полимеры;
- MOF (metal-organic frameworks) — металлоорганические каркасы.

Комбинированные варианты: сочетание LPME и SPME (например, нанесение экстрагента на волокно).

Типовые задания:

1. Сравните SDME и DLLME по основным параметрам (объем экстрагента, время, степень извлечения, возможность автоматизации).
2. Предложите вариант микроэкстракции для определения бензола в воде, обоснуйте выбор.
3. Подготовьте мини-проект применения MEPS для анализа биологических жидкостей.

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные преимущества микроэкстракционных методов?

- В чем отличие SPME от классической ТФЭ?
- Каковы перспективы использования MOF в экстракции?

Тема 8. Хроматография как метод разделения и концентрирования

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить историю хроматографии, классификацию методов, познакомиться с хроматограммой и ее характеристиками.

Теоретическое введение:

Хроматография — метод разделения смесей веществ, основанный на различии в скоростях движения компонентов в потоке подвижной фазы при многократном взаимодействии с неподвижной фазой.

Классификация хроматографических методов:

- по агрегатному состоянию фаз: ГЖХ, ГАХ, ЖЖХ, ЖАХ;
- по механизму разделения: адсорбционная, распределительная, ионообменная, эксклюзионная, аффинная;
- по форме слоя сорбента: колоночная, планарная (ТСХ, бумажная);
- по цели: аналитическая, препаративная.

Хроматограмма — график зависимости концентрации (или детектируемого сигнала) от времени или объема элюента.

Основные характеристики хроматограммы:

- время удерживания (t_R);
- ширина пика (w , $w_{1/2}$);
- площадь пика (S);
- высота пика (h).

Типовые задания:

1. Нарисуйте хроматограмму двухкомпонентной смеси, идентифицируйте пики, укажите параметры удерживания.
2. Классифицируйте заданный метод хроматографии (например, ВЭЖХ с обращенной фазой) по всем признакам классификации.
3. Рассчитайте разрешение двух пиков по формуле $R_s = 2(t_{R2} - t_{R1}) / (w_1 + w_2)$ и сделайте вывод о качестве разделения.

Вопросы для собеседования:

- Кто и когда открыл хроматографию?
- По каким признакам классифицируют хроматографические методы?
- Что такое хроматограмма и какие параметры на ней определяют?

Тема 9. Физико-химические основы хроматографического процесса

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить теории хроматографии, научиться рассчитывать параметры эффективности колонки.

Теоретическое введение:

Теория теоретических тарелок Мартина и Синджа: разделяющая колонка рассматривается как последовательность теоретических тарелок, на каждой из которых устанавливается равновесие.

Число теоретических тарелок (N): $N = 16 (t_R / w)^2 = 5.54 (t_R / w_{1/2})^2$

Высота, эквивалентная теоретической тарелке (НЭТТ): $H = L / N$

Уравнение Ван-Деемтера: $H = A + B/u + C \cdot u$

где:

- A — вихревая диффузия (зависит от неоднородности набивки колонки);
- B/u — молекулярная (продольная) диффузия (обратно пропорциональна скорости потока);
- $C \cdot u$ — сопротивление массопереносу (прямо пропорционально скорости).

Кинетическая теория объясняет размывание хроматографической полосы и позволяет оптимизировать условия разделения.

Типовые задания:

1. Рассчитайте число теоретических тарелок и ВЭТТ для колонки длиной 25 см, если $t_R = 15$ мин, $w = 0.5$ мин.
2. Постройте график зависимости N от скорости потока (u) согласно уравнению Ван-Деемтера и определите оптимальную скорость.
3. Оцените вклад каждого члена уравнения Ван-Деемтера для капиллярной и насадочной колонок.

Вопросы для собеседования:

- Что такое теоретическая тарелка и ВЭТТ?
- Какие процессы описывает уравнение Ван-Деемтера?
- Как скорость потока газа-носителя влияет на эффективность колонки?

Тема 10. Газовая хроматография

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить принципы газовой хроматографии, освоить выбор условий разделения, детекторов и колонок.

Теоретическое введение:

Газовая хроматография (ГХ) — метод разделения летучих веществ, в котором подвижной фазой является газ-носитель (N_2 , He, H_2).

Типы ГХ:

- **ГЖХ** (газ-жидкостная) — неподвижная фаза — жидкость, нанесенная на носитель.
- **ГАХ** (газ-адсорбционная) — неподвижная фаза — твердый адсорбент.

Детекторы ГХ:

- ПИД (пламенно-ионизационный) — органические соединения;
- ТД (термический) — универсальный, для постоянных газов;
- ЭЗД (электронно-захватный) — галогенсодержащие;
- ПФД (пламенно-фотометрический) — серо- и фосфорсодержащие;
- МС (масс-спектрометрический) — идентификация.

Метод парогазовой фазы (Head-space): анализ летучих компонентов над пробой без экстракции.

Типовые задания:

1. Выберите тип детектора для анализа смеси углеводородов, хлорированных пестицидов, сернистых соединений. Обоснуйте выбор.
2. Предложите условия ГХ-анализа для разделения смеси из 5 органических соединений (укажите колонку, температуру, детектор).
3. Оцените применимость метода «head-space» для анализа бензола в питьевой воде.

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные преимущества и ограничения ГХ?
- Что определяет выбор газа-носителя?
- Как работает ПИД и для каких соединений он применяется?

Тема 11. Жидкостная хроматография

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить принципы жидкостной хроматографии, ее основные варианты и детекторы.

Теоретическое введение:

Жидкостная хроматография (ЖХ) — метод разделения, в котором подвижной фазой является жидкость (элюент).

Варианты ЖХ:

- **ВЭЖХ** (высокоэффективная жидкостная хроматография) — высокое давление, малый диаметр частиц сорбента.
- **Ионообменная ЖХ** — разделение ионов с использованием ионообменных сорбентов.
- **Эксклюзионная ЖХ** — разделение по размеру молекул (гель-проникающая).
- **Аффинная ЖХ** — биоспецифическое взаимодействие.

Детекторы ВЭЖХ:

- УФ-Видимый (спектрофотометрический);
- флуоресцентный;
- амперометрический;
- масс-спектрометрический;

- рефрактометрический.

Типовые задания:

1. Выберите тип ЖХ для разделения: а) смеси аминокислот; б) полимеров; в) ионов металлов.
2. Сравните ВЭЖХ с обращенной фазой и нормально-фазовой ВЭЖХ (подвижная фаза, сорбент, область применения).
3. Предложите детектор для определения веществ без хромофорных групп.

Вопросы для собеседования:

- В чем отличие ВЭЖХ от классической жидкостной хроматографии?
- Что такое обращенная фаза в ВЭЖХ?
- Для каких целей применяется градиентное элюирование?

Тема 12. Анализ и методы расчета хроматограмм

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Научиться расшифровывать хроматограммы, проводить качественную и количественную идентификацию компонентов.

Теоретическое введение:

Качественный анализ:

- сравнение абсолютных времен удерживания с эталонами;
- метод добавок;
- индексы Ковача: $I = 100 \cdot [n + (\log t'_{R(x)} - \log t'_{R(n)}) / (\log t'_{R(n+1)} - \log t'_{R(n)})]$.

Количественный анализ:

- **Метод абсолютной калибровки:** $S = f(C)$.
- **Метод внутреннего стандарта:** $S_{\text{аналит}} / S_{\text{BC}} = k \cdot (C_{\text{аналит}} / C_{\text{BC}})$.
- **Метод нормализации:** $C_i = (S_i / \Sigma S) \times 100\%$ (только с одинаковыми калибровочными коэффициентами).

Интегрирование пиков:

- площадь пика используется для количественного определения (менее чувствительна к форме пика, чем высота).

Типовые задания:

1. По данным хроматограммы смеси н-алканов и неизвестного вещества рассчитайте индекс Ковача для неизвестного и идентифицируйте его по справочным данным.
2. Приготовьте градуировочный график для определения этанола методом ГЖХ (исходные данные: концентрации стандартов и площади пиков). Рассчитайте неизвестную концентрацию.
3. Оцените возможные источники ошибок при количественном хроматографическом анализе.

Вопросы для собеседования:

- Каковы преимущества и недостатки метода внутреннего стандарта?
- Что такое индекс Ковача и для чего он используется?
- Как выбрать метод количественного анализа в зависимости от задачи?

Тема 13. Современные варианты хроматографии

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить современные направления развития хроматографических методов.

Теоретическое введение:

Двумерная хроматография (2-D): разделение на двух колонках с разной селективностью (ГХ×ГХ, ЖХ×ЖХ). Повышает разделительную способность.

Сверхкритическая флюидная хроматография (СФХ): подвижная фаза — сверхкритический CO₂ (сочетает свойства ГХ и ВЭЖХ).

Нетипичные колонки: колонки с монолитными сорбентами, колонки с хиральными фазами.

3-D печать блоков хроматографа: быстрое прототипирование микрофлюидных устройств, создание миниатюрных хроматографов.

Препаративная хроматография: разделение с целью получения чистых веществ в больших количествах.

Типовые задания:

1. Сравните ГХ, ВЭЖХ и СФХ по областям применения, преимуществам и ограничениям.
2. Опишите принцип 2-D хроматографии и приведите примеры ее применения.
3. Предложите вариант использования 3-D печати для создания компонентов хроматографа.

Вопросы для собеседования:

- В чем суть 2-D хроматографии?

- Каковы преимущества сверхкритической флюидной хроматографии?
- Как современные технологии влияют на развитие хроматографии?

Тема 14. Капиллярный электрофорез

Компетенции: ПК-1, ПК-3

Цель занятия: Изучить принципы капиллярного электрофореза, его преимущества и области применения.

Теоретическое введение:

Капиллярный электрофорез (КЭ) — метод разделения заряженных частиц в капилляре под действием электрического поля.

Движение частиц:

- электрофоретическая подвижность (зависит от заряда и размера частицы);
- электроосмотический поток (движение жидкости под действием поля) — движет все частицы в одном направлении.

Способы определения незаряженных частиц: использование ПАВ (мицеллярная электрокинетическая хроматография — МЭКХ).

Эффективность разделения: до 10^5 – 10^6 теоретических тарелок.

Современные варианты: капиллярный зонный электрофорез, изотахофорез, изоэлектрическое фокусирование.

Типовые задания:

1. Сравните капиллярный электрофорез и ВЭЖХ по основным параметрам (эффективность, время анализа, расход реактивов).

2. Объясните, почему нейтральные молекулы не разделяются в классическом КЭ и как эту проблему решают.
3. Предложите применение КЭ для анализа состава лекарственного препарата.

Вопросы для собеседования:

- Каков физический смысл электрофоретической подвижности?
- Что такое электроосмос и как он влияет на разделение?
- Каковы основные преимущества КЭ перед хроматографией?

Тема 15. Гибридные методы анализа

Компетенции: ПК-1, ПК-3, ПК-5

Цель занятия: Изучить принципы сочетания методов разделения с методами детектирования, ознакомиться с основными гибридными методами.

Теоретическое введение:

Гибридные методы — сочетание метода разделения (хроматография, экстракция) с высокочувствительным методом детектирования.

Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС, ЖХ-МС):

- ГХ-МС — разделение и идентификация летучих веществ;
- ЖХ-МС — для нелетучих, высокополярных и термолабильных соединений;
- ионизация: EI, CI, ESI, APCI.

Экстракционно-спектрофотометрические методы: концентрирование аналита экстракцией, затем фотометрическое определение.

Экстракционно-электрохимические

методы: экстракционное

концентрирование с последующим электрохимическим определением.

Типовые задания:

Типовые задания:

1. Опишите схему работы ГХ-МС и поясните роль каждого компонента.
2. Предложите гибридный метод для анализа микропримесей фенолов в природной воде.
3. Сравните ГХ-МС и ЖХ-МС: в каких случаях используется каждый метод?

Вопросы для собеседования:

- Что такое гибридный метод анализа?
- Каковы преимущества хромато-масс-спектрометрии перед классической хроматографией?
- Какие способы ионизации используются в ЖХ-МС?

1. Общая характеристика методов разделения и концентрирования

Методы разделения и концентрирования занимают важное место среди приемов современной аналитической химии. В наиболее общем виде процесс химического анализа включает отбор пробы и ее подготовку к определению, собственно определение и обработку результатов. Современное развитие аналитического приборостроения и компьютерной техники обеспечивает надежное проведение второй и третьей стадий анализа, которое достаточно часто осуществляется в автоматическом режиме. Напротив стадия пробоподготовки, составной и неотъемлемой частью которой являются операции разделения и концентрирования, по-прежнему остается наиболее трудоемкой и наименее точной операции химического анализа. Если длительность измерения и обработки результатов имеет порядок минут и

реже секунд, то продолжительность пробоподготовки – порядок часов и реже минут. По мнению специалистов, работающих в области экоаналитического контроля, только 10% суммарной погрешности анализа приходится на стадию измерения сигнала, 30% – на пробоподготовку и 60% – на проботбор. Ошибки, допущенные при отборе проб и их подготовке, могут полностью исказить результаты химического анализа.

Интерес к методам разделения и концентрирования не ослабевает по ряду причин, из которых можно выделить несколько: возрастающие требования к чувствительности анализа и его правильности, зависящей от возможности устранения матричного эффекта, а также требование обеспечения приемлемой стоимости анализа. Многие современные приборы позволяют проводить анализ без предварительного разделения и концентрирования, но они сами и их эксплуатация очень дороги. Поэтому часто более выгодно использовать так называемые комбинированные и гибридные методы, обеспечивающие оптимальное сочетание предварительное разделение и концентрирование компонентов с их последующим определением с помощью сравнительно недорогих аналитических приборов.

1.1. Основные понятия и термины. Виды концентрирования

Уточним смысловое понятие основных терминов, которые используют при описании методов разделения и концентрирования

Под разделением подразумевают операцию (процесс), в результате которой из исходной смеси веществ получается несколько фракций ее компонентов, то есть компоненты, составляющие исходную смесь, отделяются один от другого. При разделении концентрации компонентов могут быть близки друг к другу, но могут и отличаться.

Концентрирование — операция (процесс), в результате которой повышается отношение концентрации или количества микрокомпонентов по отношению к матрице или матричным компонентам. Под микрокомпонентами подразумевают компоненты, содержащиеся в

промышленных, геологических, биологических и других материалах, а также в объектах окружающей среды, в концентрациях менее 100 мкг/г. Под матрицей в данном случае подразумевается среда, в которой находятся микрокомпоненты. Часто в качестве матрицы выступает вода или водный раствор кислот или солей. В случае твердых образцов концентрирование проводят после перевода образца в раствор, в этом случае в растворе наряду с микрокомпонентами присутствуют матричные компоненты.

К концентрированию микрокомпонентов при их определении прибегают, прежде всего, в тех случаях, когда чувствительность методов прямого определения этих компонентов недостаточна. Главное достоинство концентрирования – снижение относительных, а иногда и абсолютных пределов обнаружения микрокомпонентов благодаря устранению или резкому уменьшению влияния макрокомпонентов на результаты определения. Концентрирование также необходимо, если компонент распределен в анализируемом образце негомогенно, оно позволяет работать с представительными пробами. Кроме того, концентрирование дает возможность обойтись без большого числа образцов сравнения, в том числе стандартных образцов, поскольку в результате концентрирования можно получать концентраты на единой основе, например на угольном порошке в случае атомно-эмиссионного анализа. В процессе концентрирования удобно также вводить так называемые внутренние стандарты, если они нужны. Однако концентрированию свойственны и недостатки: оно удлиняет и усложняет анализ, в ряде случаев возрастают потери и загрязнения, иногда уменьшается число определяемых компонентов.

Разделение и концентрирование имеют много общего, как в теоретическом аспекте, так и в технике исполнения. Очевидно, что концентрирование является частным случаем разделения. Выделение "концентрирования" в разряд самостоятельных понятий аналитической химии оправдано благодаря практической важности этой операции в химическом анализе и различиям в его назначении по сравнению с

разделением. Благодаря применению разделения удастся упростить анализ и устранить влияние мешающих компонентов, тогда как основная цель концентрирования – повышение чувствительности определения.

1.3. Классификация методов

Для решения задач используют почти все химические и физические свойства веществ и процессы, происходящие с ними. Для того чтобы можно было ориентироваться в многообразии методов разделения и концентрирования, предложены различные классификации.

Ю.А. Золотов предложил классифицировать методы концентрирования по фазовому состоянию системы в процессе концентрирования и конечному состоянию концентрата. В рамках этой классификации наибольшее значение имеют методы, основанные на *различиях в распределении веществ между двумя фазами* такими, как жидкость – жидкость, жидкость – твердое тело, жидкость – газ и твердое тело – газ. При этом однофазная система может превращаться в двухфазную путем какой-либо вспомогательной операции (осаждение и соосаждение, испарение, дистилляция, кристаллизация и др.), либо введением вспомогательной фазы – жидкой, твердой, газообразной (таковы методы экстракции, сорбции, хроматографии). В табл. 1 приведена классификация наиболее распространенных методов концентрирования, построенная по принципу распределения вещества между фазами.

Степень использования указанных методов концентрирования различна. Выбор метода концентрирования применительно к конкретному объекту анализа зависит от многих факторов. При выборе метода концентрирования учитывают следующие факторы: природу анализируемого объекта; перечень микрокомпонентов, которые необходимо выделить и определить в этом объекте и их содержание.

Таблица – 1. Классификация методов по фазовому состоянию системы в процессе концентрирования и конечному состоянию концентрата

Фазовое состояние системы в процессе концентрирования	Конечное фазовое состояние концентрата	Метод концентрирования
Жидкость – жидкость	Жидкость	Жидкость – жидкостная экстракция
	Твердое тело	Экстракция расплавами Пробирная плавка
Жидкость – твердое тело	Жидкость	Жидкостная экстракция из твердых матриц Мокрая минерализация
	Твердое тело	Осаждение и соосаждение Сорбция Электролитическое выделение Направленная кристаллизация и зонная плавка
Жидкость – газ	Жидкость или газ	Экстракция газовая Испарение, отгонка с водяным паром, испарение в результате химических превращений Криогенное концентрирование
Твердое тело – газ	Твердое тело или газ	Сорбция Сублимация
Твердое тело (жидкость) – вещество в сверхкритическом	Вещество в сверхкритическом состоянии	Сверхкритическая флюидная экстракция

состоянии		
-----------	--	--

сочетаемость выбранного метода концентрирования и метода последующего определения компонентов в концентрате; количественные и метрологические характеристики методики концентрирования (степень извлечения, коэффициент концентрирования, воспроизводимость и др.); приборную и кадровую оснащенность лаборатории, которая будет использовать выбранную методику; экономические затраты на стадию концентрирования; необходимость обеспечения безопасных условий работы. Кроме того, при выборе метода концентрирования необходимо учитывать взаимное влияние матрицы и микрокомпонентов. Например, экстракции нередко сопутствует соэкстракция, осаждению – соосаждение, испарение осложняется образованием азеотропных смесей.

В методах разделения и концентрирования веществ, основанных на различиях в межфазном распределении, всегда существуют ограничения по массопереносу. Из одной фазы в другую не может перейти вещества больше, чем это следует из коэффициента распределения. Для решения задач, требующих увеличения массопереноса без возрастания объема разделяющей фазы, более перспективными оказались две группы методов, основанные: 1) на индуцируемом межфазном переносе вещества из одной фазы в другую, через разделяющую их третью фазу, являющуюся мембраной, или 2) на разделении компонентов в пределах одной гомогенной фазы под воздействием электрического, магнитного, гравитационного или теплового полей. Л.Н. Москвин предложил классифицировать мембранные методы разделения по принципу системы фаз и движущей силы процесса (табл. 2), а методы внутрифазного разделения – по природе сил, вызывающих различное пространственное перемещение ионов, атомов или молекул в пределах одной фазы (табл. 3). Различия в скорости пространственного перемещения ионов, атомов или молекул в методах внутрифазового разделения проявляются в зависимости от их массы, размера, заряда, энергии взаимодействия частиц с ионами и молекулами, находящимися в среде, в которой происходит разделение.

Список основных вопросов по способам экстракции и сорбции

1. Значение малых концентраций элементов в современных областях естествознания. Важнейшие объекты анализа на микрокомпоненты.
2. Понятие «следы вещества (элемента)». Способы выражения чистоты вещества.
3. Дайте определение понятиям «разделение», «концентрирование», «выделение».
4. Понятие о методах концентрирования и разделения. Абсолютное и относительное, групповое и избирательное концентрирование.
5. Экстракция. Общая характеристика метода.
6. Терминология и количественные характеристики процесса экстракции.
7. Методы исследования механизма экстракции. Анионообменная, катионообменная и бинарная экстракция.
8. Экстрагенты. Требования к экстрагенту и к экстрагируемому соединению.
9. Классификация экстракции по технике проведения эксперимента.
10. Экстракция простых соединений с ковалентной связью.
11. Экстракция внутрикомплексных соединений и хелатов.
12. Экстракция минеральных кислот и комплексных соединений.
13. Экстракция комплексных металлсодержащих кислот
14. Какие вещества используют в качестве разбавителей для приготовления экстрагентов.
15. От каких факторов зависит коэффициент распределения.
16. Укажите различия между константой и коэффициентом распределения.
17. Дайте определение понятию степень извлечения. Каким образом степень извлечения связана с коэффициентом распределения?

18. Хлорид никеля из водного раствора объёмом 100 мл экстрагируют в виде диметилглиоксимата 10 мл хлороформа и разбавляют хлороформом до 25 мл. Из полученного раствора аликвотные части объёмом 5 мл фотометрируют методом добавок. Рассчитать неизвестное содержание никеля в растворе с учётом его неполного извлечения, если известно, что оптические плотности хлороформных экстрактов с добавкой 20 мкг никеля и без нее равны соответственно 0,45 и 0,20. Коэффициент распределения диметилглиоксимата никеля в системе хлороформ – вода равен 410.

19. Принципы определения металлов в твердых органических экстрактах на основе алифатических монокарбоновых кислот.

20. Сорбция элементов ионообменниками.

21. Синтетические неорганические ионообменники.

22. Сорбция элементов хелатообразующими сорбентами.

23. Синтез ионообменных смол.

24. Подготовка ионообменников к работе.

25. Ионообменные равновесия.

26. Определение физико-химических характеристик ионообменников.

Основные вопросы по хроматографии

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию фаз, механизму удержания, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Параметры удерживания. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная

хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Схема газового хроматографа. Колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Область применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии. Схема жидкостного хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность.

Адсорбционно-жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционно-жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы, определяющие его. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лиганд-обменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Планарная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерной). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизм разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и

неподвижные фазы. Области применения.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы студентов
по дисциплине
Методы разделения и концентрирования

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Неорганическая и аналитическая химия

Ставрополь, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи СРС
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация СРС
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Самостоятельная работа студента – необходимое звено становления исследователя и специалиста
7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
8. Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой

активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";
- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью

обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других

условий.

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.
2. Наличие умений, навыков умственного труда:
 - а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;
 - б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.
3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.
4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.
5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным

способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;

- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана,

складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр.

Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует

закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает

работоспособность человека.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И СПЕЦИАЛИСТА

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этом пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только

знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его

значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда

большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это

чение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочесть более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить

наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).
- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...
- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).
- Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею... Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько

осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены

автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в

логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;

2. Выделите главное, составьте план;

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению,

углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.
- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной

темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 5 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 10 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа

белой односортной бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу студентов, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет делать выводы, причем не затрудняется с

ответом при прогнозировании важнейших реакций с участием химических соединений, показывает высокий уровень владения основными физико-химическими методами анализа в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы качественного и количественного анализа, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками установления качественного и количественного соединения на основе современных физико-химических методов.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он показывает достаточно небольшое количество ошибок, не препятствующих общему установлению качественного и количественного состава соединения, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные аналитические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учебник / Ю. Я. Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 688 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учебник / Ю. Я.

Харитонов. - 6-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

3. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа. Учебное пособие для вузов по химическим специальностям. М.: Инфра, 2013. – 205 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64909

4. Методы и достижения современной аналитической химии : учебник для вузов / Г. К. Будников, В. И. Вершинин, Г. А. Евтюгин [и др.] ; под редакцией В. И. Вершинина. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 588 с. <https://e.lanbook.com/book/152586>

5. Егоров, В. В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия : учебник / В. В. Егоров, Н. И. Воробьева, И. Г. Сильвестрова. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 144 с.

Дополнительная литература

1. Москвин Л. Н., Царицина Л. Г. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991 (3 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663913&theme=FEFU>.

2. Инцеди Л. Применение комплексов в аналитической химии. М. Мир, 1979 (1 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:66852&theme=FEFU>

3. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учебник для вузов/Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. Под ред. Ю. А. Золотова, М.: Высш. шк., 2004. 361 с. (3 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:101744&theme=FEFU>

4. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для вузов /Ю. А. Барбалат, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. □М. Высшая школа. 2002. 463 с. (1 экз.)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:16982&theme=FEFU>

5. Кузьмин Н. М., Золотов Ю. А. Концентрирование микроэлементов.
М. Наука, 1982. (1 экз.)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:45964&theme=FEFU>

6. Кузьмин Н. М., Золотов Ю. А. Экстракционное концентрирование.
М. Химия, 1971. (1 экз.)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:81932&theme=FEFU>