

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Аналитическая химия Б1.В.ОД5
Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии»
Профиль подготовки: «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов»
Квалификация выпускника: бакалавры
Форма обучения очная
Факультет пищевых технологий
Кафедра-разработчик рабочей программы АХСМК
Квалификация: академ. бакалавриат 2013, 2015, 2016
Срок обучения: 4г
Год начала подготовки (по учебному плану) 2015, 2016
Образовательный стандарт 227
Виды профессиональной деятельности
- производственно-технологическая
- организационно-управленческая

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	27	1.0
Практические занятия	-	
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	27	1.0
Самостоятельная работа	54	1.0
Форма аттестации	Экзамен	
Всего	108	3.0

Казань, 2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин. В соответствии с учебным планом специальности дисциплина изучается в обязательном порядке.

Цели и задачи

Объект изучения дисциплины – Аналитическая химия.

Предмет изучения: Методы анализа, Химические методы, Теоретические основы анализа химического состава объектов. При организации учебного процесса по дисциплине устанавливается освоение методов анализа химического состава и химической структуры объектов.

В процессе преподавания дисциплины приобретаются навыки и умения обработки измерительной информации, её оценки; планирования и проведения количественного эксперимента с обеспечением метрологических, экономических, технологических требований; поверки, калибровки, стандартизации средств измерений.

В результате преподавания данной дисциплины решаются *следующие задачи*:

Получение представления о роли и месте аналитической химии в системе обеспечения качества продукции;

формирование умений по практическому использованию полученных теоретических знаний в процессе оценки и разработки методик и методов измерений, нормативных документов, регламентирующих деятельность служб различных уровней.

Результаты, достигаемые при обучении

Студент, изучивший дисциплину, согласно ГОС ВПО *должен знать*:

Системы единиц физических величин, эталоны физических величин;

Основы оценки результатов измерений

Качество измерений и способы его достижения;

Понятие метрологического обеспечения;

Студент, изучивший дисциплину Аналитическая химия, согласно ГОС ВПО *должен уметь*:

владеть терминологией дисциплины;

проводить оценку результатов одной и нескольких выборок данных прямого и косвенного эксперимента по статистическим и технологическим критериям

работать с нормативными документами Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ);

работать со справочной литературой.

использовать информационные технологии.

использовать критерии оценки при решении аналитических задач.

разрабатывать методики измерений и оценивать их метрологические характеристики.

проводить учет взаимосвязи характеристик с экономическими, уникальными характеристиками способов измерений.

планировать и оптимизировать измерительный эксперимент.

Предшествующие дисциплины

В таблице 1 представлены темы предшествующих дисциплин, которые необходимо изучить студенту для успешного освоения материалов дисциплины «Метрология – общая теория измерений».

Таблица 1 – Дисциплины и их темы, используемые при изучении дисциплины «Аналитическая химия»

Код и наименование дисциплины по учебному плану	Перечень тем
Химия; Математика; Физика; Информатика.	(общая и неорганическая химия, органическая химия, физическая химия) (высшая математика, теория вероятностей)

Последующие дисциплины

В таблице 2 представлены темы дисциплины «Аналитическая химия», знание которых необходимо студенту для освоения материалов других дисциплин, изучение которых предусмотрено образовательной программой, а также при подготовке отчетов по практике различных видов, выполнении выпускной квалификационной работы.

Таблица 2 – Использование материалов дисциплины «Аналитическая химия» при изучении последующих дисциплин и выполнении других видов учебной деятельности согласно учебному плану

Перечень тем дисциплины «Аналитическая химия»	Код и наименование последующей дисциплины или вида деятельности по учебному плану
Последующие дисциплины	
Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.	СД.03 Прикладная метрология
Нормативные документы государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).	СД.06 Экономика метрологического обеспечения
Эталоны и рабочие средства измерений. Поверочные схемы, принцип построения, виды поверочных схем, методы передачи размера единицы физической величины (методы поверки). Межповерочный (межкалибровочный) интервал. Организация и порядок проведения поверочных работ. Законодательные основы ремонта и юстировки средств измерений.	ДС.07 Поверка и калибровка средств измерений
ОПД.Ф.07 Метрология, стандартизация, сертификация. Ч.1 Стандартизация	Система ГСС. Документы в области стандартизации, используемые на территории Российской Федерации
Последующие виды деятельности	
Государственный метрологический контроль и надзор; метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц	Подготовка отчетов по практикам различных видов

СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Распределение учебного времени по видам занятий

Распределение времени, отведенного учебным планом на изучение дисциплины «Аналитическая химия» (по видам занятий и их темам), представлено в *таблице 3*.

Таблица 3 – Распределение по видам занятий учебного времени дисциплины «Аналитическая химия» (в часах)

Тема *	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС
1	3		3	6
2	3		3	6
3	3		3	6
4	3		3	6
5	3		3	6
6	3		3	6
7	3		3	6
8	3		3	6
9	3		3	6
ИТОГО:	27		27	54

ЛЕКЦИИ

Общая продолжительность лекционных занятий и распределение учебного времени по отдельным темам представлены в *таблице 3*.

ТЕМА 1-3. Использование законов термодинамики и кинетики для описания и управление реальными гомогенными и гетерогенными системами.

Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов. Буферные системы.

Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителей; их классификация. Константы кислотности и основности. Функция Гаммета. Буферные растворы.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования комплексов.

Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Смешанный потенциал. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции. Примеры аналитического использования.

Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость -твердая фаза. Константы равновесия; растворимость. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков.

Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с ионами металлов.

ТЕМА 4 - 5. Гравиметрические методы

Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители. Аналитические весы.

Титриметрические методы

Сущность и классификация. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное). Кривые титрования. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Первичные стандартные растворы. Кривые титрования для одно- и многоосновных систем. Индикаторы.

Окислительно-восстановительное титрование. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кривые 4титрования. Индикаторы. Предварительное окисление и восстановление определяемых соединений. Краткая характеристика различных методов.

Комплексометрическое титрование. Сущность. Использование аминокислот в комплексометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Практическое использование.

Осадительное титрование. Сущность. Кривые титрования. Методы индикации конечной точки титрования. Индикаторы.

Кинетические методы

Сущность методов. Дифференциальный и интегральный варианты. Каталитический и некаталитический варианты. Методы определения концентрации индикаторных веществ. Чувствительность, избирательность и точность, области применения.

ТЕМА 6. Биохимические методы

Сущность методов. Ферментативные индикаторные реакции. Химическая природа и структура ферментов. Иммунизированные ферменты. Биосенсоры и ферментные электроды. Сущность иммунных методов. Методы регистрации аналитического сигнала в биохимических и иммунных методах. Чувствительность, избирательность и точность методов. Области применения.

ТЕМА 7. Метрология и хемотрифика

Метрологические основы химического анализа

Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей.

Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей. Релятивизация, контрольный опыт. Рандомизация.

Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка. Распределение Пуассона. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал. Сравнение двух (критерий Фишера) и нескольких (критерии Бартлера, Кокрена) дисперсий. Сравнение двух (критерий Стьюдента) и нескольких (критерий Фишера) средних результатов химического анализа.

Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа. Проверка значимости выборочного коэффициента корреляции. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик.

Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

ТЕМА 8. Компьютерные методы в аналитической химии

Пути использования ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе. Первичная обработка данных. Коррелированные данные; понятие об анализе главных компонент (факторном анализе). Многомерная регрессия и градуировка. Понятие о методах классификации и распознавания образов, кластерном анализе. Построение и использование нелинейных градуировочных зависимостей. Фурье-преобразование, его использование для фильтрации шумов и снижения пределов обнаружения. Расчеты химических равновесий.

Автоматизация анализа

Автоматизация лабораторного анализа и производственного контроля; периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматизированные анализаторы для лабораторного и производственного анализа, роботы. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов. Проточно-инжекционный анализ.

Анализ конкретных объектов

Аналитический цикл и стадии анализа

Выбор метода и схемы анализа, отбор пробы, подготовка пробы (разложение, разделение, концентрирование и другие операции), получение аналитической формы, измерение аналитического сигнала, обработка результатов измерений.

ТЕМА 9. Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава; средних проб твердых, жидких и газообразных веществ; токсичных и радиоактивных проб. Основные операции перевода пробы в форму, удобную для анализа.

Основные объекты

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных и полиметаллических руд. Металлы, сплавы и продукты металлургической промышленности (анализ черных, цветных, редких, благородных металлов и их сплавов). Материалы атомной промышленности (определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и осколков деления). Неорганические соединения. Анализ

минеральных удобрений, неорганических веществ высокой чистоты. Органические вещества (природные и синтетические, элементоорганические, полимеры, продукты нефтепереработки, белки, жиры, углеводы; пестициды). Элементный анализ органических веществ.

Химические и физические методы функционального анализа. Молекулярный анализ органических объектов. Анализ высокомолекулярных веществ, органических материалов.

Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Клинический анализ. Пищевые продукты. Определение основных компонентов и примесей.

Объекты окружающей среды. Основные источники загрязнений и основные загрязнители; методы их определения. Определение суммарных показателей (ХПК, БПК и др.). Тест-методы.

Специальные объекты: токсичные и радиоактивные, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические и археологические объекты.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Цель проведения занятий – освоение лекционного материала и выработка умений, связанных с работой на ЭВМ и оценок результатов измерений

Режим проведения занятий – один раз в неделю по 6 часов.

Общая продолжительность занятий и их распределение по отдельным темам согласно тематике лекционного курса представлены в таблице 3.

Конкретное содержание занятий представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание лабораторных занятий по дисциплине «Аналитическая химия»

<i>Содержание занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Тема *</i>
Раздел 1. <u>Использование законов термодинамики и кинетики для описания и управление реальными гомогенными и гетерогенными системами.</u>		
Работа 1. Представление результата анализа. Алгоритм оценки результата измерения по двухбалльной шкале. Алгоритм оценки результата измерения по четырехбалльной шкале с использованием 3S критерия и учетом эффектов маскировки и асимметрии	9	1-3
Работа 2. Кислотно-основное титрование.		
Работа 3. Окислительно-восстановительное титрование.		
Работа 4. Окислительно-восстановительное титрование.		
Работа 5. .Комплексонометрия	9	3
Работа 6. .Комплексонометрия		
Раздел 2. <u>Анализ данных эксперимента</u>	3	8
Работа 7. Метрология и хемотетрика		
Раздел 3. <u>Математическое моделирование</u>	3	7
Работа 8. Компьютерные методы в аналитической химии		
Раздел 4. <u>Проботбор и пробоподготовка</u>	3	6
Работа 9. Объекты анализа		
ИТОГО	27	

В процессе проведения занятий применяются следующие технологии обучения: *традиционные технологии, доклады, мозговой штурм, деловая игра*

Занятия проводятся на кафедре АХСМК

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Характеристика самостоятельной работы

Общая продолжительность СРС, предусмотренная учебным планом для дневной формы обучения, а также распределение учебного времени по отдельным темам представлены в таблице 3.

СРС включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка и усвоение теоретического материала;
- самостоятельную подготовку к практическим (семинарским) занятиям;
- работа над допущенными ошибками;
- подготовка к итоговому тестированию и сдаче экзамена.

По результатам осуществления СРС применяются следующие виды контроля: текущий контроль (опрос, проверка контрольных работ и тестовых заданий);

корректирующий контроль (собеседование, консультации, просмотр и коррекция конспектов студентов);

констатирующий контроль (контрольные работы, тестирование, экзамен).

Развернутая схема внеаудиторной работы студентов с указанием форм деятельности и соответствующих им форм контроля результатов, а также примерного времени, затрачиваемого студентом на выполнение различных видов работ (включая подготовку к занятиям), и ссылок на рекомендуемые источники информации представлены в таблице А.1 (приложение А).

Характеристика работы преподавателя

Согласно учебному плану и установленным в КНИТУ нормативам расчета нагрузки, продолжительность работы преподавателя по организации и контролю СРС в рамках изучения дисциплины «Аналитическая химия» составляет:

9,6 час. на дисциплину для очной формы обучения;

0,5 час. на одного студента в рамках норматива приема экзамена по дисциплине;

2,0 час. на учебную группу в рамках норматива проведения консультаций к экзамену.

Деятельность преподавателя по организации и контролю СРС осуществляется в рамках выполнения следующих видов работ (с учетом нормативов нагрузки по видам согласно пункту 3.2.1):

- *общий норматив нагрузки – 100%, в том числе:*

подготовка заданий для СРС (40 %);

выдача вопросов для самостоятельного контроля знаний по дисциплине (10 %);

проведение текущего контроля усвоения теоретического материала (30 %);

проведение консультаций по вопросам, вызывающим затруднения (20 %).

- *норматив приема экзамена по дисциплине – 100%, в том числе:*

прием экзамена (100 %);

- *норматив проведения консультаций – 100%, в том числе:*

подготовка вопросов к экзамену для выдачи студентам (30 %);

проведение консультации к экзамену (70 %).

Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Аналитическая химия» используется рейтинговая система оценки знаний. Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положению о рейтинговой системе знаний студентов в Казанском государственном технологическом университете».

Максимальный рейтинг студента по дисциплине «Аналитическая химия» равен 100 баллам и определяется по формуле

$R_{\text{дис}} = R_{\text{тек}} + R_{\text{экз}}$, где $R_{\text{тек}}$ – балл за текущую работу студента в течении семестра; $R_{\text{экз}}$ – балл, полученный студентом при сдаче экзамена. Максимальный рейтинг студента равен 100 баллам.

Максимальное значение $R_{\text{тек}}$ составляет 60 баллов и имеет следующие составляющие:

- контрольный опрос (3 контрольных точки) - 10 баллов за каждый опрос;

- фронтальный опрос (7 контрольных точек) – 2 балла за каждый опрос;

- тестовое задание - 16 баллов.

Значение текущего рейтинга $R_{\text{тек}} \geq 36$ баллов служит основанием для допуска студента к экзамену.

Таблица 5 – Пересчет рейтинга текущей работы студента в 4-бальную шкалу

Интервал баллов рейтинга	Оценка
0-35	неудовлетворительно
36-42	удовлетворительно
43-52	хорошо
53-60	отлично

Максимальное значение экзаменационного рейтинга $R_{\text{экз}}$ – 40 баллов. Экзамен считается сданным, если студент получил за него не менее 24 балла.

Таблица 6 – Пересчет рейтинга студента по дисциплине «Общая теория измерений» в 4-бальную шкалу

Интервал баллов рейтинга	Оценка
0-60	неудовлетворительно
60-73	удовлетворительно
73-87	хорошо
87-100	отлично

Приложение А
Планируемое содержание самостоятельной работы студента при изучении дисциплины
«Аналитическая химия»

Таблица А.1

Задания и темы, выносимые на самостоятельную проработку	Форма СРС	Форма контроля	Время на подготовку, час	Литература
Решение домашних задач по работам 1- 9	Расчеты	Проверка работ	9	Электронное методическое пособие
Контрольные вопросы к работам 1-9	Подготовка к семинарским занятиям и лабораторным работам	Опрос	8	Лекции и практические работы
Термины и определения,	Подготовка к итоговому тесту	Тест	13	/1-5/
Подготовка к экзамену	Проработка и усвоение теоретического материала и практических работ	Экзамен	24	/1-5/
Итого			54	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 Основная литература

При изучении дисциплины «Аналитическая химия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Мовчан, Н.И. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа [учебники]: учеб. пособие/ Казан. нац. исслед. технол. ун-т; Н.И. Мовчан [и др.]. – Казань, 2013. – 233, [3] с.: ил., табл. – Библиогр.: с.232 (9 назв.). – ISBN 978-5-7882-1454-2.	70 экземпляров в УНИЦ КНИТУ
2. Мовчан Н.И. Аналитическая химия: Учебник. – 1. – Москва: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2016. – 394 с. - ISBN 978-5-16-009311-6.	ЭБС «ZNANIUM.COM» http://znanium.com/go.php?id=431581 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учебное пособие. – 2. – Москва; Минск: ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»: ООО «Новое знание», 2014. – 542 с. – Для студентов высших учебных заведений. - ISBN 978-5-16-004685-3.	ЭБС «ZNANIUM.COM» http://znanium.com/go.php?id=419626 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.1: Общие вопросы. Методы разделения [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2000. – 352 с.: ил., табл. – Авт. указ. на обороте тит. л. – Библиогр.: с.342-344. - ISBN 5-06-003558-1. - ISBN 5-06-003560-3.	1471 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.1: Общие вопросы. Методы разделения [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2002. – 352 с.: ил., табл. – Авт. указ. на обороте тит. л. – Библиогр.: с.342-344. Предм. указ.: с.345-348. - ISBN 5-06-003558-1.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Основы аналитической химии: В 2 кн. /под ред. Ю.А.Золотова. Кн.2: Методы химического анализа [Учебники]. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2000. – 494 с.: ил., табл. – Библиогр.: с.482-485. Предм. указ.: с.486-491. - ISBN 5-06-003559-X – ISBN 5-06-003560-3.	1479 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии – М.: Мир, 2001. – 267 с.	

Программное и техническое обеспечение дисциплины. 1. Программы обработки экспериментальных данных «СТ-5», «СТАТИСТИКА 6.0», «METROLOGY» и др. стандартные пакеты программ по математической обработке данных.

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Аналитическая химия» использование электронных источников информации:

1. Научная электронная библиотека (НЭБ) - Режим доступа: <http://elibrary.ru>
2. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ - Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru>
3. Российская государственная библиотека – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
5. ЭБС «ZNANIUM.COM» - Режим доступа: <http://znanium.com>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине « Б1. В. 025 Аналитическая химия »
(шифр и название дисциплины)

Пересмотрена на заседании кафедры АХСМК
(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ____ от ____ 20 ____ г.	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика	Подпись заведующего кафедрой	Подпись заведующего учебно-производственной практикой
1	№ 1 от 7.09.18	нет	нет			

* Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующего сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр предоставить ЦУП