

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Физико-химические методы анализа качества окружающей среды

Направление подготовки	20.04.01 Техносферная безопасность		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление комплексной техносферной безопасностью		
Специализация	Управление комплексной техносферной безопасностью		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры отделения контроля и диагностики		А.П. Суржиков
Руководитель ООП		Ю.В. Анищенко
Преподаватель		А.Н. Вторушина

2020 г.

1. Роль дисциплины «Физико-химические методы анализа качества окружающей среды» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код	Наименование
Физико-химические методы анализа качества окружающей среды	3	ОПК(У)-5	Способность моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать	ОПК(У)- 5. У2	Умеет проводить математическую обработку и оценку результатов измерений и обследований
		ПК(У)-12	Способность использовать современную измерительную технику, современные методы измерения	ПК(У)- 12. В3	Владеет навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований, рационального определения условий и диапазона экспериментов
				ПК(У)- 12. У3	Умеет выбирать оптимальные методики и оборудование для исследования качества объектов среды обитания с помощью физико-химических методов анализа
				ПК(У)- 12. 33	Знает физико-химические методы анализа для проведения контроля качества среды обитания

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД-1	Знать основные группы физико-химических методов анализа и их сущность.	ПК(У)- 5	Раздел 1. Химические методы анализа Раздел 2. Физические методы анализа	Защита отчета по лабораторной работе, опрос
РД-2	Применять знания основ физико-химических методов анализа при выборе оптимальных методов и схем анализа различных объектов окружающей среды.	ПК(У)- 5	Раздел 1. Химические методы анализа Раздел 2. Физические методы анализа	Комплексное ИДЗ, индивидуальные расчетные задания
РД-3	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.	ПК(У)- 5 ОПК(У)-5	Раздел 1. Химические методы анализа Раздел 2. Физические методы анализа	Защита отчета по лабораторной работе, комплексное ИДЗ

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий и зачета

Степень сформированности результатов обучения	Балл	Соответствие традиционной оценке		Определение оценки
90% ÷ 100%	90 ÷ 100	«Отлично»	«Зачтено»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% ÷ 89%	70 ÷ 89	«Хорошо»		Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 69%	55 ÷ 69	«Удовл.»		Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% ÷ 54%	0 ÷ 54	«Неудовл.»	«Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Опрос	Примеры вопросов: 1. Как классифицируют виды химического анализа по диапазону определяемых содержаний компонента? Какие содержания компонентов определяют в пробах вещества объектов анализа в охране окружающей среды? 2. Дайте определение понятию метод химического анализа вещества объекта анализа. 3. По какому признаку все методы химического анализа делятся на химические методы химического анализа и физические методы химического анализа? 4. Что представляет собой вещество сравнения в химическом анализе и для чего оно нужно? Какие вещества используют в качестве вещества сравнения? Что представляет собой стандартный образец состава вещества? 5. Как готовят стандартные образцы состава вещества почв, природных вод, растений, атмосферного воздуха? Как обеспечивают химическую однородность и стабильность аналитических характеристик таких стандартных образцов состава вещества? 6. Что такое концентрация компонента? Каковы основные наименования концентрации компонента приняты в Международной системе единиц физических величин, что они обозначают и каковы их единицы измерения?
2.	Защита отчета по лабораторной работе	Пример задания к лабораторной работе: «МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ КАЛЬЦИЯ В ВОДАХ ТИТРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ТРИЛОНОМ Б (РД 52.24.403-2007) (1,0 мг/л - 200,0 мг/л) Выполнение измерений основано на способности ионов кальция образовывать с Трилоном Б малодиссоциированное, устойчивое в щелочной среде соединение. Конечная точка титрования определяется по изменению окраски индикатора (мурексида) из розовой в красно-фиолетовую. МЕШАЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ: 1. Мутность – убирают пробы фильтрованием через мембранный фильтр 0,45 мкм или бумажный фильтр "синяя лента". Первую порцию фильтрата следует отбросить. 2. Ионы железа (больше 10 мг/л), кобальта, никеля (больше 0,1 мг/л), алюминия (больше 10 мг/л), меди (>0,05 мг/л)- вызывая нечеткое изменение окраски в точке эквивалентности, либо полностью исключая возможность индикации конечной точки титрования. 3. Свинец, кадмий, марганец (II), цинк, стронций, барий при высоких концентрациях- могут частично титроваться вместе с кальцием и магнием и повышать расход трилона Б. Для устранения или уменьшения мешающего влияния катионов металлов к пробе перед титрованием прибавляют 0,5 мл раствора сульфида или диэтилдитиокарбамата натрия и 0,5 мл раствора гидрохлорида гидроксиламина. 4. Присутствие анионов (HCO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, SiO_3^{2-}) - для уменьшения их влияния пробу следует титровать сразу после добавления гидроксида натрия и индикатора.

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий									
		РЕАКТИВЫ: Раствор Трилона Б (срок хранения 6 мес.): 0,1н (0,05М), 0,1 моль/л КВЭ - раствор готовится из стандарт-титра (фиксана) трилона Б с молярной концентрацией эквивалента вещества 0,1 моль/л (0,1 н) и фактором эквивалентности 1/2. Содержимое фиксана разводят в 1 л дистиллированной воды и тщательно перемешивают. 0,05н (0,025М), 0,05 моль/л КВЭ - концентрированный раствор Трилона Б (0,1н (0,05М), 0,1 моль/л КВЭ) разбавляют в два раза. Рекомендуется не реже одного раза в месяц проверять значение поправочного коэффициента. Установление поправочного коэффициента к нормальности Трилона Б см. методику на жесткость. Раствор гидроксида натрия, 8%-ный – растворяют 40 г гидроксида натрия в 460 мл дистиллированной воды. Индикатор мурексид – в ступке 100 г хлорида натрия тщательно растирают с 0,2 г мурексида. <i>Хранят в склянке из темного стекла не более 6 мес.</i> Сульфид натрия – в 50 мл дистиллированной воды растворяют 2 г сульфида натрия. Хранят в плотно закрытой полиэтиленовой посуде в холодильнике не более недели. Диэтилдитиокарбамат натрия – в 50 мл дистиллированной воды растворяют 5 г диэтилдитиокарбамата натрия. <i>Хранят не более 2 недель в холодильнике.</i> Гидрохлоридгидроксиламина (гидроксиламин солянокислый) – в 100 мл дистиллированной воды растворяют 5 г гидрохлорида гидроксиламина. <i>Хранят в плотно закрытой темной склянке в холодильнике в течение месяца.</i> ХОД АНАЛИЗА: В коническую колбу вместимостью 250 мл отмеривают пипеткой 100 мл анализируемой пробы или меньшее количество (аликвоту), доведенное до 100 мл дистиллированной водой (см. табл. 1). Добавляют 2 мл 8%-го NaOH, 1 мерную ложечку (0,2-0,3 г) индикатора мурексида и титруют раствором трилона Б до перехода окраски из розовой в красно-фиолетовую. В зависимости от концентрации кальция титрование следует проводить из бюретки подходящей вместимости (см. табл. 1). Повторяют титрование, (в табл. 2 приведены допустимые расхождения между параллельными титрованиями в зависимости от объема раствора трилона Б). Если расхождение объемов трилона Б между параллельными титрованиями не превышает приведенных в таблице 3, за результат принимают среднее значение результатов 2-х параллельных определений. В противном случае повторяют титрование до получения допустимого расхождения результатов. Таблица 1. Объем пробы воды и вместимость бюретки, рекомендуемый для выполнения измерений массовой концентрации кальция <table border="1"> <thead> <tr> <th>Величина жесткости °Ж</th><th>Рекомендуемый объем аликвоты пробы воды,</th><th>Вместимость бюретки, которую следует использовать для титрования</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Менее 1</td><td>100</td><td>5</td></tr> <tr> <td>От 1 до 2</td><td></td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Величина жесткости °Ж	Рекомендуемый объем аликвоты пробы воды,	Вместимость бюретки, которую следует использовать для титрования	Менее 1	100	5	От 1 до 2		10
Величина жесткости °Ж	Рекомендуемый объем аликвоты пробы воды,	Вместимость бюретки, которую следует использовать для титрования									
Менее 1	100	5									
От 1 до 2		10									

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий		
		От 2 до 5		25
		От 5 до 10 включ.	50	
		От 10 до 20 включ.	25	
		Более 20	10	
		Таблица 2. Допустимые расхождения между параллельными титрованиями в зависимости от объема раствора трилона Б		
		Объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл	Допустимое расхождение объемов трилона Б, мл	
		До 3 включ.	0,05	
		Св. 3 до 8 включ.	0,01	
		Св. 8 до 12 включ.	0,15	
		Св. 12	0,20	
		РАСЧЕТ:		
		$C_1 = \frac{20,04 \cdot K \cdot M \cdot V_{Tr.Б} \cdot 1000}{V_{пр.}}, \text{ мг/л или } C_2 = \frac{K \cdot M \cdot V_{Tr.Б}}{V_{пр.}}, \text{ моль/л КВЭ}$		
		20,04 – масса моля количества вещества эквивалента кальция (1/2 Ca ²⁺), г/моль; M – молярная концентрация раствора трилона Б, моль/л КВЭ; V_{Tr.Б} –объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование пробы, мл; V_{пр.} –объем пробы воды, взятый для титрования, мл.		
		Пересчет концентрации кальция из мг/л в моль/л КВЭ:		
		$C_2 = \frac{C_1}{20,04}, \text{ моль/л КВЭ}$		
		Примеры вопросов к защите лабораторной работы:		
		1. В чем заключается сущность метода титриметрии?		
		2. Контроль кислотности среды?		
		3. Понятие титранта и титруемого раствора?		
		4. Фиксирование конечной точки титрования?		
3.	Индивидуальные расчетные задания	Вариант 1 1. Натрий хлористый NaCl, реактив, х.ч., с содержанием основного компонента 99,8 %, используется как вещество сравнения в титриметрии. Из него готовят стандартные растворы для стандартизации растворов AgNO ₃ , используемых в качестве титрантов в аргентометрии и Hg ₂ (NO ₃) ₂ – в меркуриметрии. Рассчитайте массу навески реактива хлористого натрия, х.ч.,		

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий												
		необходимой для приготовления 100 см^3 стандартного раствора с молярной концентрацией NaCl, равной $0,0500\text{ моль/дм}^3$. Чему равны титр и молярная концентрация эквивалентов NaCl этого раствора, если учесть, что хлористый натрий участвует в химической реакции, где $f(\text{NaCl}) = 1$? Рассчитайте $T(\text{Cl}^-)$ и $C_M(\text{Cl}^-)$ в этом растворе. 2. Концентрацию NO_3^- – ионов в природной минеральной воде определили методом ионометрии по градуировочному графику. Для этого был приготовлен стандартный молярный раствор NO_3^- – ионов растворением в 1 дм^3 дистиллированной воды навески вещества сравнения – реактива нитрата калия квалификации <i>х.ч.</i>, равной $1,0115\text{ г}$, с содержанием основного компонента $99,95\%$. Для построения градуировочного графика были приготовлены градуировочные растворы путём последовательного разбавления стандартного раствора. В данном химическом анализе они используются при измерении потенциала индикаторного нитрат-селективного электрода относительно хлорид-серебряного электрода сравнения, как совокупность растворов сравнения (рабочих эталонов) с точно известной молярной концентрацией NO_3^- – ионов в растворе для охвата возможного диапазона содержаний этих ионов в пробах природной минеральной воды. Градуировочные растворы приготовлены путём последовательного разбавления. Для этого в первую мерную колбу вместимостью 50 см^3 перенесли 5 см^3 приготовленного стандартного раствора KNO_3. Раствор в мерной колбе довели до метки дистиллированной водой и тщательно перемешали. Далее из первого градуировочного раствора KNO_3 разбавлением приготовили во второй мерной колбе вместимостью 50 см^3, второй раствор с концентрацией в 10 раз меньшей первой; из второго градуировочного раствора приготовили в третьей мерной колбе вместимостью 50 см^3, третий градуировочный раствор с концентрацией в 10 раз меньшей второй и т.д. до пятого градуировочного раствора. Какие объёмы отмеряли для приготовления градуировочных растворов? Рассчитайте молярную концентрацию NO_3^- – ионов в приготовленных градуировочных растворах. <table><tr><td>$V_{\text{а}},\text{ см}^3$</td><td>5,00</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>$C_M(\text{NO}_3^-),\text{ моль/дм}^3$.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	$V_{\text{а}},\text{ см}^3$	5,00					$C_M(\text{NO}_3^-),\text{ моль/дм}^3$.					
$V_{\text{а}},\text{ см}^3$	5,00													
$C_M(\text{NO}_3^-),\text{ моль/дм}^3$.														
		Вариант 2 1. Йод кристаллический – J_2, реактив, <i>ч.д.а.</i>, используется как вещество сравнения в титриметрии. Из него готовят стандартные растворы титрантов в иодометрии. Стандартные растворы J_2												

Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий															
	используют также для установки точной концентрации (стандартизации) растворов тиосульфата натрия, применяемого в качестве титранта в иодометрии и других методах редоксометрии. Массовая концентрация йода в приготовленном стандартном растворе, используемого в качестве титранта в иодометрии составляет $0,006350 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалентов йода в растворе, если J_2 участвует в химической реакции, в которой $f(\text{J}_2) = 1/2$. Какое количество <i>ммоль</i> эквивалентов йода содержится в $0,1 \text{ дм}^3$ такого раствора? 2. Массовую долю (%) натрия в пробе силиката определили методом пламенной фотометрии по градуировочному графику. Для этого был приготовлен стандартный раствор в пересчете на элемент Na растворением в 250 см^3 $0,1 \text{ M}$ хлороводородной кислоты с расчетными добавками серной и фтороводородной кислоты навески вещества сравнения – реактива хлористого натрия квалификации <i>х.ч.</i>, равной $0,2061 \text{ г}$, с содержанием основного компонента $99,98\%$. Далее из стандартного раствора хлористого натрия были приготовлены четыре градуировочных раствора в мерных колбах вместимостью 50 см^3. В данном химическом анализе они используются при измерении интенсивности излучения света атомами натрия как совокупность растворов сравнения (рабочих эталонов) с точно известной массовой концентрацией элемента натрия для перекрытия возможного диапазона содержаний натрия в пробах силикатов. Рассчитайте массовую концентрацию элемента натрия в приготовленных градуировочных растворах <table><tr><td></td><td colspan="4">Градуировочные растворы</td></tr><tr><td>$V_a, \text{ см}^3$</td><td>0,25</td><td>0,50</td><td>0,70</td><td>1,00</td></tr><tr><td>$C_m(\text{Na}), \text{ мг/дм}^3$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Вариант 3 1. Для построения градуировочного графика приготовлено четыре стандартных раствора, содержащих $1,00$; $1,05$; $1,10$; $1,15 \text{ мг}$ железа (II) в виде комплекса с о-фенантролином. Оптическая плотность этих растворов равна, соответственно, $0,12$; $0,36$; $0,60$; $0,84$, Оптическая плотность исследуемого раствора, измеренная в тех же условиях, оказалась равной $0,38$. Определить содержание железа в этом растворе (мг), если перед проведением измерения он был разбавлен в 5 раз. 2. Рассчитать молярный коэффициент светопоглощения комплексного соединения меди (II), если		Градуировочные растворы				$V_a, \text{ см}^3$	0,25	0,50	0,70	1,00	$C_m(\text{Na}), \text{ мг/дм}^3$				
	Градуировочные растворы															
$V_a, \text{ см}^3$	0,25	0,50	0,70	1,00												
$C_m(\text{Na}), \text{ мг/дм}^3$																

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		оптическая плотность раствора, приготовленного растворением 0,1 мг навески в объеме 50 мл, измеренная при толщине слоя кюветы 1 см, равна 0,27.
4.	Комплексное ИДЗ «Контроль качества объекта окружающей среды»	Вопросы, которые должны быть решены: 1. Выбор объекта анализа (описание производственного объекта и объекта исследования, важность контроля качества данного объекта). 2. Перечень контролируемых параметров, позволяющих оценить качество объекта исследования, в соответствии с утвержденной нормативной документацией. 3. Перечень методов и методик, позволяющих оценивать контролируемые параметры для данного объекта. 4. Выбор контролируемого параметра и методики его определения. 5. Отбор проб исследуемого объекта, консервирование проб при необходимости, в соответствии с действующей нормативной документацией. 6. Проведение пробоподготовки в соответствии с требованиями выбранной методики количественного химического анализа. 7. Постановка эксперимента: проведение лабораторных исследований в необходимом количестве для получения достоверных результатов. 8. Представление результатов количественного анализа в соответствии с НД. 9. Выводы по проделанной работе. <i>Защита комплексного ИДЗ:</i> Вопросы: 1. Актуальность выбора объекта исследования? 2. Нормативная документация, в соответствии с которой был выбран контролируемый параметр? 3. Нормативы, регламентирующие качество объекта исследования, в соответствии с утвержденной нормативной документацией. 4. Обоснование выбора контролируемого параметра и методики его определения. 5. Суть метода и методики по определению контролируемого параметра объекта исследования. 6. В соответствии с какими НД проводился отбор проб исследуемого объекта. Вывод о качестве объекта исследования.

5. Методические указания по процедуре оценивания

Оценочные мероприятия		Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос	Студенты отвечают на вопросы по теме практического занятия. Преподаватель при необходимости делает замечания и задает уточняющие вопросы. Оценивание проводится согласно рейтингу дисциплины по следующим критериям: полнота знаний, их соответствие материалам лекций, рекомендованных литературных источников и электронных образовательных ресурсов, активность, умение делать обобщения и выводы. Критерии оценивания: полный ответ – 100% баллов, частичный 25-75% баллов, неправильный ответ или его отсутствие – 0 баллов. Методические материалы: лекции, учебно-методическая литература к курсу.
2.	Защита отчета по лабораторной работе	Студенты оформляют отчет в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам, отвечают на вопросы. Студенты изучают методические указания к лабораторной работе и выполняют задание по лабораторной работе, готовят отчет по лабораторной работе в соответствии с требованиями. Преподаватель проверяет отчет и при необходимости делает замечания по качеству выполнения работы и оформлению отчета, студенту предоставляется возможность исправить замечания. Оценивание проводится согласно рейтингу дисциплины по следующим критериям: качество и полнота выполнения задания по лабораторной работе, степень самостоятельности студента и соблюдение сроков сдачи отчета, соответствие отчета требованиям по оформлению. Критерии оценивания: полный ответ – 100%, частичный 25-75%, неправильный ответ или его отсутствие – 0 баллов. Методические материалы: методические указания к лабораторным работам.
3.	Индивидуальные расчетные задания	Студенты изучают методические указания к расчетным заданиям, выполняют расчетные задания на практических занятиях и самостоятельно, готовят отчет в соответствии с требованиями. Оценивание проводится согласно рейтингу дисциплины по следующим критериям: соответствие продемонстрированного умения требованиям методических указаний к расчетным заданиям, умение продемонстрировать верный ход решения задачи. Критерии оценивания: полный ответ – 100% баллов, частичный 25-75% баллов, неправильный ответ или его отсутствие – 0 баллов. Методические материалы: методические указания к расчетным заданиям.
4.	Комплексное ИДЗ «Контроль качества объекта окружающей среды»	Студенты изучают методические указания к комплексному ИДЗ, выполняют задание на лабораторных занятиях и самостоятельно, готовят отчет в соответствии с требованиями. Оценивание проводится согласно рейтингу дисциплины по следующим критериям: соответствие продемонстрированного умения требованиям методических указаний к комплексному ИДЗ,

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		умение демонстрировать самостоятельность решения комплексной задачи. Критерии оценивания: полный ответ – 100% баллов, частичный 25-75% баллов, неправильный ответ или его отсутствие – 0 баллов. Методические материалы: методические указания к Комплексному ИДЗ. Защита ИДЗ проходит в форме презентации и доклада.