Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
«29» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА В ТЕХНОСФЕРЕ И В ЭКОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМАХ

Направление подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) /
Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.02.01 «Математическое моделирование процессов переноса в техносфере и в экозащитных системах» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность (уровень магистратуры) утвержденным приказом Минобрнауки России от 06.03.2015 N 172.

Программу составили:

Профессор кафедры физической химии,
д-р хим.наук, профессор, Никоненко В.В. _____
Доцент кафедры физической химии,
канд.хим.наук Мареев С.А. _____

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры (выпускающей) физической химии протокол № 10 «15» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой физической химии
д-р хим. наук, профессор Заболоцкий В.И. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 10 «15» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой общей,
неорганической химии и ИВТ в химии
д-р хим. наук, профессор Буков Н.Н _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 5 «25» мая 2020 г.
Председатель УМК факультета, канд. хим. наук
Беспалов А.В. _____

Рецензенты:

М.Х. Уртенов, д-р физ-мат. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ»

Н.А. Мельник, заместитель руководителя Отраслевого учебно-методического центра охраны труда работников агропромышленного комплекса Краснодарского края КРИА ДПО ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ, канд.хим.наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, основной образовательной программой магистратуры по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность и потребностями рынка труда выпускник должен быть подготовлен к профессиональной деятельности при решении вопросов техносферной безопасности. В связи с этим целью дисциплины является формирование у студентов знаний о фундаментальных основах процессов переноса в физико-химических системах, об их связи с экологией, о современных методах их математического описания, изучения и практического освоение некоторых методов и алгоритмов математического описания процессов переноса в техносфере.

1.2 Задачи дисциплины

• изучить фундаментальные основы процессов переноса, их классификацию и математическое описание в физико-химических системах.

• получить представление о связи процессов переноса с проблемами загрязнения окружающей среды и ознакомиться с использованием физико-химических систем на примере мембранных аппаратов для защиты окружающей среды.

• ознакомиться с математическими методами, используемыми при моделировании явлений переноса и мембранных методов разделения.

• получить практические навыки работы с программными продуктами по моделированию мембранных процессов разделения.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Математическое моделирование процессов переноса в техносфере и в экозащитных системах» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. Изучение дисциплины предшествует изучению таких дисциплин, как «Экономика и менеджмент безопасности» и «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки промышленной безопасности». Изучение дисциплины «Математическое моделирование процессов переноса в техносфере и в экозащитных системах» опирается на знания, полученные в ходе освоения таких дисциплин, как «Физико-химия природных и производственных процессов» и «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК): ОК-3, ОК-5, ОПК-5, ПК-10, ПК-11.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОК-3	способностью к профессиональному росту	основные физические законы, а также алгоритмы работы программных продуктов мониторинга и контроля безопасности	структурировать знания, решать сложные и проблемные вопросы, самостоятельно обучаться	тенденциями развития соответствующих технологий и инструментальных средств

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
2	ОК-5	способностью к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений	методы построения математических моделей реальных объектов	обобщать и аргументированно отстаивать принятые решений	навыками создания и анализа математических моделей исследуемых процессов и объектов
3	ОПК-5	способностью моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать	принципы расчётов основных аппаратов и систем обеспечения техносферной безопасности	качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать	современными программными продуктами в области предупреждения риска
4	ПК-10	способностью анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач	современные программные продукты, позволяющие осуществлять численное моделирование процессов, протекающих в техносфере	генерировать новые идеи, их отстаивать и целенаправленно реализовывать	современными математическими и машинными методами моделирования, принципами системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования
5	ПК-11	способностью идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять	теоретические и практические основы математического моделирования физико-химических процессов в техносфере; численные методы; вычислительную технику; прикладные программы	анализировать изучаемый объект; проектировать математическую модель; использовать математический аппарат для решения задачи; оптимально использовать вычислительную технику	навыками создания математических моделей, решения математических задач, методами построения математических моделей типовых задач в области физико-химических

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов	пользовательского назначения; специализированные программы		процессов в техносфере

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			2
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**28**	**28**
Занятия лекционного типа		8	8
Лабораторные занятия		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		20	20
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала (конспекта лекций, учебной литературы)		20	20
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка рефератов)		30	30
Подготовка к устным опросам и контрольным работам		20	20
Подготовка к практическим заданиям, выполнение домашнего задания		19	19
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**
	в том числе контактная работа	**28,3**	**28,3**
	зач. ед	**4**	**4**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия. Законы сохранения.	36	2	4		30
2.	Уравнения переноса	36	2	4		30

3.	Конвективно-диффузионная модель электродиализа	45	4	12		29
	Итого по дисциплине:		8	20		89

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия. Законы сохранения	Классификация физико-химических систем и процессов переноса. Связь с процессами загрязнения и очистки окружающей среды. Макроскопический и микроскопический механизмы переноса. Уравнения баланса: баланс массы; баланс вещества; баланс количества движения. Уравнение динамики сплошной среды в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса. Закон сохранения тепловой энергии.	Устный опрос
2.	Уравнения переноса	Микроскопический перенос: законы Фика, Ома, Фурье. Их обобщения в рамках неравновесной термодинамики. Электро-диффузионный перенос: уравнение Нернста-Планка.	«Блиц-опрос»
3.	Конвективно-диффузионная модель электродиализа	Схема электродиализной (ЭД) ячейки и суть процесса обессоливания и концентрирования. Конвективно-диффузионная модель электродиализа: формулировка задачи и схема численного решения задачи. Анализ решения задачи. Распределение концентраций и плотности тока. Толщина диффузионного слоя и степень обессоливания раствора. Вольтамперная характеристика и предельный ток.	Контрольная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные понятия. Законы сохранения	Решение уравнений баланса в простейших случаях. Распределение скоростей течения жидкости вблизи пластины и в трубах/мембранных каналах при ламинарном течении жидкости. Уравнение Пуазейля.	Устный опрос Реферат
2.	Уравнения переноса	Решение задач диффузии, электрического переноса и теплопроводности. Макроскопический перенос: Конвективный перенос. Уравнения конвективной электро-	«Блиц-опрос», Реферат

		диффузии и конвективного теплопереноса	
3.	Конвективно-диффузионная модель электродиализа	Расчет параметров ЭД аппарата по заданным характеристикам процесса обессоливания. Решение задачи оптимизации: поиск параметров процесса ЭД, обеспечивающих минимальную себестоимость очищенной воды	Контрольная работа Реферат

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия - не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Степаненко, Евгений Антонович (КубГУ). Математические методы оценивания надежности технических систем и техногенного риска [Текст]: учебное пособие. Ч. 1 / Е. А. Степаненко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2010. - 200 с. 2. Коваленко, А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Коваленко, А.М. Узденова, М.Х. Уртенов, В.В. Никоненко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 228 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93695 Методические указания по организации самостоятельной работы. Методические указания по написанию рефератов. Утверждены кафедрой физической химии, протокол № 17 от 11.05.2017 г Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В., Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с
2	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка рефератов)	
3	Подготовка к устным опросам и контрольным работам	
4	Подготовка к текущему контролю	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий).

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Вопросы для устного опроса по теме «Основные понятия. Законы сохранения»

1. Как классифицируются физико-химические системы и процессы переноса?
2. Какова связь процессов переноса с процессами загрязнения и очистки окружающей среды?
3. Чем отличаются макроскопический и микроскопический механизмы переноса?
4. Какие основные законы сохранения существуют?
5. Какие уравнения относятся к уравнениям баланса?
6. Что описывают уравнения баланса массы и баланса количества вещества?
7. В чем особенность уравнения баланса количества движения?
8. Как звучит закон Фика?
9. Как звучит закон Ома?
10. Как звучит закон Фурье?

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: **ОК-5**

Критерии оценивания устного опроса

Оценка «отлично» ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, нот излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Вопросы для быстрого письменного опроса («блиц-опроса») на практическом занятии (семинаре) по теме «Уравнения переноса»

1. В чем основное отличие процесса диффузии в условиях наложенного электрического поля и без?
2. Из каких уравнений и предположений вытекает уравнение Нернста-Планка?
3. Как выразить плотность потока ионов через градиент электрохимического потенциала?
4. В чем заключается условие равновесия?
5. Какие существуют основные элементы ТНП?
6. Что из себя представляет уравнения Онзагера?
7. Какова формулировка и физический смысл потоков, движущих сил и коэффициентов переноса в уравнении Кедем-Качальского?
8. Каким образом возможно осуществить вывод линейных законов переноса Фика, Ома и Дарси из уравнения Кедем-Качальского?
9. В чем основная идея баромембранных процессов?
10. Какие уравнения переноса вытекают из уравнений Кедем-Качальского?
11. Как классифицируются баромембранные процессы? Какие механизмы разделения используются в обратном осмосе и в других баромембранных процессах?
12. Какие параметры определяют качество разделения в баромембранных процессах?
13. Какие процессы протекают в гемодиализаторе?
14. Как осуществить расчет площади мембраны, необходимой для одного сеанса очистки крови?
15. Каким образом осуществляется расчет обратноосмотического процесса обессоливания морской воды?

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: **ОК-3**

Критерии оценивания быстрого письменного опроса («блиц-опроса») на практическом занятии (семинаре)

Шкала оценивания:

«Отлично» - вопрос раскрыт полностью, точно обозначены основные понятия и характеристики по теме.

«Хорошо» - вопрос раскрыт, однако нет полного описания всех необходимых элементов.

«Удовлетворительно» - вопрос раскрыт не полно, присутствуют грубые ошибки, однако есть некоторое понимание раскрываемых понятий.

«Неудовлетворительно» - ответ на вопрос отсутствует или в целом не верен.

Контрольная работа по теме «Конвективно-диффузионная модель электродиализа»

Вариант №1

1. Электромембранные процессы. Схема электродиализа.
2. Одномерная модель ЭД. Концентрационная поляризация при электродиализе.
3. Расчет скачка потенциала в мембранной системе.
4. Конвективная диффузия при электродиализе. Двумерная модель. Формулировка задачи.

Задача. Найти оптимальное напряжение и себестоимость воды, получаемой при ЭД раствора NaCl с концентрацией 0.01 моль/л. Принять, что скорость течения раствора 1.6 см/с, коэффициент диффузии соли D NaCl=1.6×10-5 см2/с. Стоимость мембран 1000 руб./м2. Стоимость эл. энергии равна 2 руб. за кВт×час. Затратами электроэнергии на перекачку раствора пренебречь. Число рабочих часов в году 5840, стоимость оборудования без стоимости мембран 200 000 рублей. Производительность установки 1 м3/ч по дилюату и 0.2 м3/ч по концентрату. Ширина рабочей части мембраны (=ширина камеры обессоливания) 40 см, расстояние между соседними мембранами h=0.5 мм. Степень обессоливания 0,8. Максимальное число лет эксплуатации 12 лет. Предусмотреть замену мембраны каждые 4 года.

Вариант №2

1. Двумерная конвективно-диффузионная модель ЭД. Решение краевой задачи.
2. Распределение концентрации и плотности тока в ЭД. Вольтамперная характеристика.
3. Конвективно-диффузионная модель ЭД.
4. Предельный ток и диффузионный слой

Задача. Найти оптимальное напряжение и себестоимость воды, получаемой при ЭД раствора NaCl с концентрацией 0.01 моль/л. Принять, что скорость течения раствора 1.6 см/с, коэффициент диффузии соли DNaCl=1.6×10-5 см2/с. Стоимость мембран 1000 руб./м2. Стоимость эл. энергии равна 2 руб. за кВт×час. Затратами электроэнергии на перекачку раствора пренебречь. Число рабочих часов в году 5840, стоимость оборудования без стоимости мембран 200 000 рублей. Производительность установки 1 м3/ч по дилюату и 0.2 м3/ч по концентрату. Ширина рабочей части мембраны (=ширина камеры обессоливания) 40 см, расстояние между соседними мембранами h=0.5 мм. Степень обессоливания 0,8. Максимальное число лет эксплуатации 12 лет. Предусмотреть замену мембраны каждые 4 года.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: **ПК-10, ПК-11**

Критерии оценивания контрольных работ

Оценка «отлично» выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка «хорошо», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка «удовлетворительно», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка «неудовлетворительно», если студент допустил число ошибок и недочетов, превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

Темы рефератов

1. Вывод законов Фика, Ома, Фурье, уравнения Нернста-Планка.
2. Вывод уравнений конвективной электродиффузии и конвективного теплопереноса.

3. Решение задач переноса. Задача растворения плоской пластины.
4. Решение задач по диффузии в физико-химических системах. Задачи диализа.
5. Уравнения переноса в баромембранных процессах.
6. Анализ и решение конвективно-диффузионной модели электродиализа. Использование разработанных ранее программных продуктов.
7. Расчет распределения концентраций и плотности тока в каналах обессоливания и концентрирования электродиализного аппарата.
8. Изучение свойств мембранных систем методами хронопотенциометрии, вольтамперометрии и импедансометрии.
9. Одномерное моделирование пятислойных мембранных систем.

Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством: **ОК-5, ОК-3, ОПК-5, ПК-10, ПК-11**

Критерии оценивания рефератов

Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии дифференцированной оценки реферата

Критерии оценки	Максимальная оценка в баллах
Логичность изложения	3
Раскрытие темы	3
Использование широкой информационной базы	3
Наличие собственных выводов, обобщений, критического анализа	3
Соблюдение правил цитирования	2
Правильность оформления	1
Итого:	15

13-15 баллов – отлично
10-12 баллов – хорошо
8-9 баллов - удовлетворительно
0 баллов – неудовлетворительно

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену:

1. Как классифицируются физико-химические системы и процессы переноса?
2. Какова связь процессов переноса с процессами загрязнения и очистки окружающей среды?
3. Чем отличаются макроскопический и микроскопический механизмы переноса?
4. Какие основные законы сохранения существуют?
5. Какие уравнения относятся к уравнениям баланса?
6. Что описывают уравнения баланса массы и баланса количества вещества?
7. В чем особенность уравнения баланса количества движения?
8. Как звучит закон Фика?
9. Как звучит закон Ома?
10. Как звучит закон Фурье?
11. В чем основное отличие процесса диффузии в условиях наложенного электрического поля и без?
12. Из каких уравнений и предположений вытекает уравнение Нернста-Планка?
13. Как выразить плотность потока ионов через градиент электрохимического потенциала?
14. В чем заключается условие равновесия?
15. Какие существуют основные элементы ТНП?
16. Что из себя представляет уравнения Онзагера?
17. Какова формулировка и физический смысл потоков, движущих сил и коэффициентов переноса в уравнении Кедем-Качальского?
18. Каким образом возможно осуществить вывод линейных законов переноса Фика, Ома и Дарси из уравнения Кедем-Качальского?
19. В чем основная идея баромембранных процессов?
20. Какие уравнения переноса вытекают из уравнений Кедем-Качальского?
21. Как классифицируются баромембранные процессы? Какие механизмы разделения используются в обратном осмосе и в других баромембранных процессах?
22. Какие параметры определяют качество разделения в баромембранных процессах?
23. Какие процессы протекают в гемодиализаторе?
24. Как осуществить расчет площади мембраны, необходимой для одного сеанса очистки крови?
25. Каким образом осуществляется расчет обратноосмотического процесса обессоливания морской воды?
26. Что относится к электромембранным процессам?
27. Какова принципиальная схема электродиализа?
28. Как выглядит одномерная физическая модель ЭД?
29. Что такое концентрационная поляризация?
30. Как осуществляется расчет скачка потенциала в мембранной системе?
31. Что такое конвективная диффузия в электродиализе?
32. Что из себя представляет двумерная модель электродиализа?
33. Что из себя представляет двумерная конвективно-диффузионная модель ЭД. Как осуществляется решение краевой задачи?
34. Что такое вольтамперная характеристика? Какие процессы она описывает?
35. Что такое предельный ток и диффузионный слой?

Пример экзаменационных билетов

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Техносферная безопасность

Безопасность технологических процессов и производств

Кафедра физической химии

Дисциплина «Математическое моделирование процессов переноса в техносфере и в экозащитных системах»

Экзаменационный билет № 12

1. Как осуществляется расчет скачка потенциала в мембранной системе?
2. Какие параметры определяют качество разделения в баромембранных процессах?

Заведующий кафедрой _____ В.И. Заболоцкий

Критерии оценки по промежуточной аттестации в форме экзамена.

- **Оценки «отлично»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные РПД, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала;

– **Оценки «хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– **Оценки «удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий;

– **Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Степаненко, Евгений Антонович (КубГУ). Математические методы оценивания надежности технических систем и техногенного риска [Текст] : учебное пособие. Ч. 1 / Е. А. Степаненко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2010. - 200 с.
2. Коваленко, А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Коваленко, А.М. Узденова, М.Х. Уртенов, В.В. Никоненко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 228 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93695

5.2 Дополнительная литература:

1. Повышение пожарной и экологической безопасности эксплуатации котельных при использовании электроозонных установок [Текст] : монография / Д. А. Нормов, Е. А. Федоренко, В. А. Драгин, В. Н. Загнитко ; Негос. частное образоват. учреждение высшего проф. образования "Кубанский соц.-эконом. ин-т", Каф. пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях. - Краснодар : [КСЭИ], 2012. - 117 с.
2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Гумеров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/41014
3. Свитцов, Алексей Александрович. Введение в мембранную технологию [Текст] : [пособие] / А. А. Свитцов. - М. : ДеЛи принт, 2007. - 207 с.

5.3. Периодические издания:

1. А.Б. Ярославцев, В.В. Никоненко, Ионообменные мембранные материалы: свойства, модификация и практическое применение, обзор. Российские нано-технологии, 2009, Т.4, №3-4, С. 33-53
2. V.V. Nikonenko, N.D. Pismenskaya, E.I. Belova, P. Sistat, P. Huguet, G. Pourcelly, C. Larchet, Intensive current transfer in membrane systems: modelling, mechanisms and application in electrodialysis, Advances Colloid Interface Sci. 160 (2010) 101–123.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля).

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» http://www.consultant.ru
2. Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata
4. База данных Научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН http://www2.viniti.ru/
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com

7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru/
8. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф
9. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/
10. Базы данных Министерства экономического развития РФ http://www.economy.gov.ru
11. Единая база гостов РФ - http://gostexpert.ru/
12. Ресурсы по термодинамике (Martindale's calculators chemisty on-line center) - http://www.martindalecenter.com/Calculators3B.html
13. Информационно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://garant.ru/
14. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studmedlib.ru
15. Scopus - мультидисциплинарная реферативная база данных https://www.scopus.com/
16. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале ScienceDirect https://www.sciencedirect.com/
17. Российская мембранная сеть Russian membrane network www.rusmembrane.net
18. Электронные учебники кафедры Мембранной Технологии Российского Химико-Технологического Университета им. Д.И. Менделеева, http://membrane.msk.ru/index.php?pageID=77

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Текущий контроль знаний осуществляется на каждом лекционном и практическом занятии (семинаре). Итоговая форма контроля – экзамен.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Имеется электронная версия лекций по данной дисциплине.

Основной формой обучения студентов является самостоятельная работа над учебным материалом. Процесс изучения дисциплины состоит из следующих этапов:

1 Проработка теоретического материала по рекомендованным учебникам и конспектам лекций, предоставленных преподавателем в электронном виде.

2 Выполнение самостоятельных работ.

3 Сдачи экзамена в устной или письменной форме (по усмотрению преподавателя).

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия (семинары)

Подготовка к практическим занятиям (семинарам) состоит из нескольких этапов:

- повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

- углубление знаний по теме.

На практических занятиях (семинарах) приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий.

Лекции. Методика чтения.

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

– изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;

– развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Практические занятия (семинары). Методика проведения практических занятий (семинаров)

В процессе подготовки к практическим занятиям (семинарам) рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для решения практических задач.

Критерии оценивания работы на практических занятиях (семинарах):

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Методические рекомендации для написания рефератов

Написание реферата является одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов; одной из форм

научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Основные задачи студента при написании реферата: с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции; верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе; уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Структура реферата

1. Титульный лист

2. Оглавление

Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. Текст реферата.

Он делится на три части: введение, основная часть и заключение.

а) Введение - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) Основная часть - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.

в) Заключение - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключение можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.

4. Список источников и литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников. Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов. Объем и технические требования, предъявляемые к выполнению реферата.

Презентации к реферату выполняются в программе Power Point. Она должна состоять из 5-8 слайдов и содержать основные определения, фактический иллюстрированный материал, выводы и список использованных источников. Материал для сообщения необходимо искать в книгах, журналах и интернет-источниках, опубликованных в последние 3 года.

Доклад, сопровождающий презентации, должен занимать 7-10 минут. И доклад, и презентации предварительно присылаются преподавателю по электронной почте на проверку.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным работам и написания контрольных работ

При подготовке к контрольной работе и итоговому тестированию необходимо внимательно прочитать составленные ранее конспекты лекций, просмотреть порядок выполнения лабораторных работ и основные полученные в ходе лабораторных работ выводы. Ответить на контрольные вопросы. Сверить список вопросов с имеющейся информацией. Недостающую информацию необходимо найти в учебниках (учебных пособиях) или в других источниках информации.

Контрольная работа проводится в письменной форме.

Контрольные работы обычно содержат несколько вопросов и имеют несколько вариантов. Студент либо сам выбирает один из предложенных вариантов, либо преподаватель закрепляет за каждым студентом определенный вариант.

Методические рекомендации определяющие процедуры оценивания устного опроса

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Развернутый ответ студента должен представлять собой связанное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Методические рекомендации для подготовки к быстрому письменному опросу «блиц-опросу» и проведения быстрого письменного опроса «блиц-опроса»

Быстрый письменный опрос «блиц-опрос» способствует развитию мыслительного процесса, развитию способности к системному мышлению и анализу, а также закреплению знаний у всех студентов одновременно.

При подготовке к «блиц-опросу» преподаватель должен заранее приготовить список студентов и написать самые важные, но при этом узкие и логически связанные вопросы по соответствующей теме.

Каждому студенту выдается свой собственный, узко сформулированный вопрос. Ответ должен быть четким и кратким, содержащим все основные характеристики описываемого понятия.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Методические рекомендации для проведения экзамена

При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям); широта;
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);
- полнота (соответствие объёму программы);
- число и характер ошибок.

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно или письменно устанавливается решением кафедры. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Использование слайд-презентаций при проведении лекционных занятий.
2. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения.

1. Microsoft Windows;
2. Программный пакет Microsoft Office;
3. Программный пакет Comsol Multiphysics;
4. Программное обеспечение для слабовидящих.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций.

		(ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 332с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные учебной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 329с, 401с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)