

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качества образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.05.02 ФИЗИКО-ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль – Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки - академическая

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 «Физико-химия природных процессов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Программу составил(и):

Профессор кафедры физической химии,
д-р хим.наук, профессор, Никоненко В.В.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 «Физико-химия природных процессов» обсуждена и утверждена на заседании кафедры физической химии

протокол № 22 от «26» июня 2017г.

Заведующий кафедрой физической химии
д-р хим.наук, профессор, Заболоцкий В.И.



Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 «Физико-химия природных процессов» обсуждена и утверждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии

протокол № 7 от «22» июня 2017г

Заведующий кафедрой (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии
д-р хим.наук, профессор, Буков Н.Н.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 5 от «27» июня 2017г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.
Рецензенты:



М.Х. Уртенев, докт.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 освоения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Цель учебной дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 «Физико-химия природных процессов» состоит в формировании у студентов знаний о физико-химических основах природных процессов, изучении основных выражающих уравнений и получение навыков решения задач прогнозирования подобных процессов.

1.2 Задачи дисциплины

- Дать представление о методах исследования природных законов.
- Сформировать знания об основных законах и выражающих уравнениях в области моделирования явлений переноса, с целью прогнозирования различных природных процессов.
- Обучить некоторым основным подходам к моделированию и привить навыки решения задач по прогнозированию физико-химических процессов.
- Привить практические навыки работы с компьютерными программами для типичных физико-химических расчетов.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 «Физико-химия природных процессов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Предшествующие дисциплины: «Физика», «Теория горения и взрыва». Последующая дисциплина: «Технологии переработки отходов».

1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Физико-химия природных процессов» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций: ОК-11, ОК-12, ПК-22, ПК-23.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-11	Способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций	Концептуальные основы предмета, его место в общей системе знаний и ценностей	Интегрировать теоретические знания с практикой обучения.	Приёмами формирования универсальных учебных умений на основе межпредметной интеграции

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ОК-12	Способность использования основных программных средств, умением пользоваться глобальными информационными ресурсами, владением современными средствами телекоммуникаций, способностью использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач	Основные программные средства для описания физико-химических процессов в техносфере; различные источники информации для решения задач в области моделирования физико-химических процессов в техносфере	Применять результаты информатизации в профессиональной деятельности; производить постановку целей и задач исследования	Навыками работы с информацией из различных источников для решения профессиональных задач, ее анализа и систематизации
3.	ПК-22	Способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Основные законы и выражающие уравнения в области моделирования физико-химических процессов	Использовать основные выражающие уравнения для математического моделирования различных физико-химических процессов для решения профессиональных задач	Основными подходами к моделированию физико-химических процессов для решения практических задач в научно-исследовательской и профессиональной деятельности
4.	ПК-23	Способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	Теоретические и практические основы математического моделирования физико-химических процессов в техносфере; численные методы; вычислительную технику; при-	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 процессов в техносфере

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			кладные программы пользовательского назначения; специализированные программы		

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы) 5
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		54	54
Занятия лекционного типа		18	18
Лабораторные занятия		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		36	36
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:			
Самостоятельное изучение разделов		10	10
Расчетно-графическое задание		10	10
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)		20	20
Подготовка к текущему контролю		9,8	9,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	58,2	58,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в семестре 5 (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Биогеохимические циклы макроэлементов	15	2	6		7

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2.	Физико-химические процессы в атмосфере	15	2	6		7
3.	Физико-химические процессы в гидросфере	15	2	6		7
4.	Физико-химические процессы в литосфере	15	2	6		7
5.	Неравновесная термодинамика. Уравнения Онзагера и Кедем-Качальского	13	2	4		7
6.	Линейные законы переноса Ома, Фика, Дарси, Фурье	15	4	4		7
7.	Моделирование процессов переноса в наноматериалах	15,8	4	4		7,8
	Итого по дисциплине:		18	36		49,8

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Биогеохимические циклы макроэлементов	Биогеохимический круговорот атомов. Глобальный цикл углерода. Глобальный цикл азота. Глобальный цикл серы. Геохимический цикл фосфора. Роль биоты в поддержании глобальных циклов элементов.	КР
2	Физико-химические процессы в атмосфере	Газовый состав, строение и радиационный режим атмосферы. Циркуляция атмосферы и процессы рассеяния. Дисперсные системы в атмосфере. Атмосферный аэрозоль. Химия стратосферного озона. Изменение климата Земли. Кислотные осадения. Фотохимический смог.	БО
3	Физико-химические процессы в гидросфере	Кислотно-основное равновесие в природных водах. Антропогенное загрязнение природных вод.	БО
4	Физико-химические процессы в литосфере	Почвы. Химический состав, свойства. Формы почвенной кислотности. Химическое загрязнение почв.	УО
5	Неравновесная термодинамика. Уравнения Онзагера и Кедем-Качальского	Классическая термодинамика и термодинамика неравновесных процессов. Обоснование уравнений Онзагера. Сопряжение явлений переноса в мембранных системах.	БО
6	Линейные законы пере-	Расчет скоростей простейших неравно-	УО

	носа Ома, Фика, Дарси, Фурье	весных процессов, используя законы Ома, Фика, Дарси, Фурье.	КР
7	Моделирование процессов переноса в наноматериалах	Мембраны как сложные селективные системы, используемые при очистке промышленных и бытовых стоков, и их моделирование. Изучение принципов работы программного продукта: «Микрогетерогенная модель».	КР РЗ

Устный опрос (УО), «блиц-опрос» (БО), контрольная работа (КР), решение задач (РЗ)

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Биогеохимические циклы макроэлементов	Биогеохимические циклы макроэлементов, глобальный цикл углерода, азота, серы. Геохимический цикл фосфора.	КР
2	Физико-химические процессы в атмосфере	Расчет скорости распространения, превращения, взаимодействия веществ в атмосфере.	БО
3	Физико-химические процессы в гидросфере	Расчет скорости распространения, превращения, взаимодействия веществ в гидросфере.	БО
4	Физико-химические процессы в литосфере	Расчет скорости распространения, превращения, взаимодействия веществ в литосфере.	УО
5	Неравновесная термодинамика. Уравнения Онзагера и Кедем-Качальского	Сопряжение сил и потоков, уравнения Онзагера. Уравнения Кедем-Качальского и практические коэффициенты переноса.	БО
6	Линейные законы переноса Ома, Фика, Дарси, Фурье	Расчет скорости диффузии и электромиграционного переноса через мембраны. Расчет скорости электродиализа.	УО КР
7	Моделирование процессов переноса в наноматериалах	Освоение программного продукта «Микрогетерогенная модель». Проведение расчетов электропроводности, коэффициента диффузионной проницаемости и чисел переноса.	КР РЗ

Устный опрос (УО), «блиц-опрос» (БО), контрольная работа (КР), решение задач (РЗ)

2.3.3 Лабораторные занятия

Не предусмотрены учебным планом.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

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	Самостоятельное изучение разделов	Методические указания по организации самостоятельной работы.
2	Расчетно-графическое задание	Методические указания по написанию рефератов.
3	Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	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
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).

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии
5	<i>Л</i>	Лекция-беседа, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм
	<i>ПР</i>	Работа в малых группах, метод поиска быстрых решений в группе, работа с программным обеспечением, проведение аналитических расчетов
	<i>ЛР</i>	-

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррекции как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Вопросы для контрольной работы по теме «Биогеохимические циклы макроэлементов»

1. Что такое биогеохимический цикл?
2. Какие бывают биогеохимические циклы макроэлементов?
3. Что такое биогеохимический круговорот атомов?
4. Каковы основные этапы глобального цикла углерода?
5. Каковы основные этапы глобального цикла азота?
6. Каковы основные этапы глобального цикла серы?
7. Каковы основные этапы геохимического цикла фосфора?
8. Что такое биота?
9. Какова основная роль биоты в поддержании глобальных циклов элементов?

Вопросы для «блиц-опроса» по теме «Физико-химические процессы в атмосфере»

1. Что такое атмосфера? Каков газовый состав, строение и радиационный режим атмосферы?
2. Какие основные физико-химические процессы происходят в атмосфере?
3. Что представляют из себя циркуляция атмосферы и процессы рассеяния?
4. Что такое дисперсные системы в атмосфере? Что такое аэрозоли?
5. Что такое озон? Каковы основные свойства стратосферного озона?
6. Как изменяется климат Земли?
7. Что такое кислотные осадки? Когда и при каких условиях происходят кислотные осадки?
8. Что такое фотохимический смог? Какие бывают виды?

Вопросы для «блиц-опроса» опроса по теме «Физико-химические процессы в гидросфере»

1. Какие физико-химические процессы происходят в гидросфере?
2. Что такое кислотно-основное равновесие в природных водах?
3. Расскажите об антропогенном загрязнении природных вод.

Вопросы для устного опроса по теме «Физико-химические процессы в литосфере»

1. Какие физико-химические процессы происходят в литосфере?
2. Что такое почва?
3. Каков химический состав почв?
4. Какие бывают формы почвенной кислотности?
5. Какое бывает химическое загрязнение почв?

Вопросы для «блиц-опроса» по теме «Неравновесная термодинамика. Уравнения Онзагера и Кедем-Качальского»

1. Из каких уравнений и предположений вытекает уравнение Нернста-Планка?
2. Как выразить плотность потока ионов через градиент электрохимического потенциала?
3. В чем заключается условие равновесия?
4. Какие существуют основные элементы ТНП?
5. Что из себя представляет уравнения Онзагера?
6. Какова формулировка и физический смысл потоков, движущих сил и коэффициентов переноса в уравнении Кедем-Качальского?

Вопросы для устного опроса по теме «Линейные законы Ома, Фика, Дарси, Фурье»

1. Каким образом возможно осуществить вывод линейных законов переноса Фика, Ома и Дарси из уравнения Кедем-Качальского?
2. Как звучит закон Фика?
3. Как звучит закон Ома?
4. Как звучит закон Фурье?

Пример задач для контрольной работы по теме «Линейные законы Ома, Фика, Дарси, Фурье»

Задача 1. Теплообмен

Человек оказался за бортом судна $t(в)=14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найдите, на сколько градусов понизится t° его тела за 10 мин, если энергетика дыхания возрастёт в 3,5 раза, при этом в нормальном состоянии скорость превращения энергии 72 ккал/час. Принять коэффициент теплопроводности $\alpha=0,06\text{ кДж}/(\text{м}^2\cdot\text{К}\cdot\text{с})$; теплоемкость тела: $C=0,86\text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, площадь поверхности тела $1,8\text{ м}^2$. Масса тела 70 кг.

Задача 2. Выведение продуктов метаболизма

Работу почек оценивают по концентрации креатинина в крови. Нормальная концентрация креатинина в крови $C_{кр}=10\text{ мг/л}$. Гематокрит крови $H=0.4$ (объемная доля эритроцитов в крови). Концентрация креатинина в тканевой и внутриклеточной жидкости примерно такая же, как и в плазме крови. Креатинин выводится вместе с мочой, $V_m=2,4\text{ л/сут}$. Определить скорость производства креатинина G (мг/час), общую массу креатинина в организме M (мг).

Пример задач для контрольной работы по теме «Моделирование процессов переноса в наноматериалах»

1.1. В плоском канале электродиализатора скорость течения раствора 1.6 см/с , расстояние между мембранами 0.8 мм . Рассчитать падение давления и объемную скорость раствора в канале шириной 40 см . Построить концентрационный профиль и найти степень обессоливания раствора в сечении на расстоянии 40 см от входа в канал. Рассчитать расход электроэнергии, необходимой для получения 1 м^3 обессоленной воды; учесть вклады, приходящиеся собственно на электродиализ и на работу насоса. Принять, что основным компонентом раствора является NaCl ($D=1.6\cdot 10^{-5}\text{ см}^2/\text{с}$, $\square=10^{-2}\text{ см}^2/\text{с}$, $c^0=0.02\text{ моль/л}$); числа переноса противоионов через анионо- и катионообменную мембраны принять 0.95 , КПД насоса 0.6 . Расход электроэнергии в расчете на 1 час работы аппарата (в Вт×час) равен:

на ЭД: $A_{ED}=I U$, где I – сила тока в А, а U – напряжение на всем аппарате в В, на перекачку: $A_{pomp}=\square_p W/\square_p$, где $\square_p$ – падение давления в Н/м², W – объемная скорость в м³/час, а $\square_p$ – КПД насоса.

1.2. Определить минимальную длину канала обессоливания электродиализатора, на котором достигается степень обессоливания 50 %, если

- числа переноса = 0,98;
- межмембранное расстояние = 0,45 мм;
- скорость течения раствора 3,2 см/с;

Считать, что в растворе имеется только натрий-хлор.

1.3. Дан электродиализный аппарат, содержащий 100 парных камер. Межмембранное расстояние = 0,5 мм. Длина канала 60 см. Размер мембраны 60 на 40 см. Определить производительность аппарата, при которой степень обессоливания достигается равной 60 %. Нужно найти скорость работы аппарата.

1.4. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия. Размер мембран 60 на 40. Расстояние между мембранами = 0,4 мм. Аппарат должен иметь производительность 2 м³/час. Найти число парных камер в аппарате.

1.5. Требуется спроектировать электродиализный аппарат, который бы обеспечивал 80% обессоливания раствора хлорида натрия. Известно, что при скорости течения жидкости 2 см/с на каждые 10 см длины канала концентрация убывает на 20%. Ширина мембран 40 см. Расстояние между мембранами = 0,4 мм. Аппарат должен иметь производительность 2 м³/час.

Найти длину канала обессоливания и число парных камер в аппарате.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету:

1. Биогеохимические циклы макроэлементов. Биогеохимический круговорот атомов.
2. Основные этапы глобального цикла углерода, азота, серы.
3. Что такое геохимический цикл фосфора и из чего он состоит?
4. Основная роль биоты в поддержании глобальных циклов элементов.
5. Физико-химические процессы, происходящие в атмосфере.
6. Газовый состав, строение и радиационный режим атмосферы.
7. Циркуляция атмосферы и процессы рассеяния. Дисперсные системы в атмосфере.
8. Основные свойства стратосферного озона.
9. Как изменяется климат Земли?
10. Когда и при каких условиях происходят кислотные осадения?
11. Что такое фотохимический смог?
12. Физико-химические процессы, происходящие в гидросфере.
13. Кисотно-основное равновесие в природных водах.
14. Антропогенное загрязнение природных вод.
15. Физико-химические процессы, происходящие в литосфере.
16. Химический состав и свойства почв.
17. Формы почвенной кислотности.
18. Химическое загрязнение почв.
19. Особенности распространения, трансформации и накопления загрязняющих веществ в окружающей среде.
20. Распространение веществ в окружающей среде. Каким образом осуществляется перенос веществ между различными средами?
21. Какие бывают геохимические барьеры?
22. Диффузия в условиях наложенного электрического поля. Уравнение Нернста-Планка.
23. Выражение плотности потока ионов через градиент электрохимического потенциала. Условие равновесия.
24. Элементы ТНП. Уравнения Онзагера.

25. Уравнения Кедем-Качальского. Формулировка и физический смысл потоков, движущих сил и коэффициентов переноса.
26. Уравнения Кедем-Качальского. Вывод линейных законов переноса Фика, Ома и Дарси.
27. Баромембранные процессы. Классификация баромембранных процессов. Механизм разделения в обратном осмосе и в других баромембранных процессах.
28. Параметры, определяющие качество разделения в баромембранных процессах (фактор задержки, коэффициент экстракции). Уравнения баланса.
29. Математическое описание осмоса и обратного осмоса.
30. Электромембранные процессы. Схема электродиализа.
31. Одномерная модель ЭД. Концентрационная поляризация при электродиализе. Расчет скачка потенциала в мембранной системе.

Критерии оценки по промежуточной аттестации в форме зачёта

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет 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.

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

Оценки **«зачтено»** 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 **«не зачтено»** 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 зачете;
- 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. Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере : учебник для студентов вузов / К. И. Трифонов, В. А. Девисилов. - М. : ИНФРА-М : ФОРУМ, 2007. - 239 с.
2. Сотникова, Е.В. Теоретические основы процессов защиты среды обитания [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.В. Сотникова, В.П. Дмитренко, В.С. Сотников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 576 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53691>

5.2. Дополнительная литература

1. Голицын, Г.С. Природные процессы и явления: волны, планеты, конвекция, климат, статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.С. Голицын. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 344 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59380>.
2. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; под ред. Г. М. Кобелькова ; пер. И. О. Арушаняна. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 323 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94110>.
3. Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 64 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44842>.
4. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 292 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74673>.

5.3. Периодические издания

1. Журнал «Мембраны и мембранные технологии».
2. Журнал «Физическая химия».

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 электронной 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. Электронная библиотечная система издательства "Лань" <https://e.lanbook.com/>
9. Scopus - мультидисциплинарная реферативная база данных <https://www.scopus.com/>
10. Коллекция журналов издательства Elsevier на портале ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
11. Российская мембранная сеть Russian membrane network http://www.rusmembrane.net/rmn_rus.html
12. Электронные учебники кафедры Мембранной Технологии Российского Химико-Технологического Университета им. Д.И. Менделеева, <http://membrane.msk.ru/index.php?pageID=77>
13. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.пф>
14. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
17. Единая база гостей РФ - <http://gostexpert.ru/>
18. Ресурсы по термодинамике (Martindale's calculators chemistry on-line center) - <http://www.martindalecenter.com/Calculators3B.html>
19. Информационно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://garant.ru/>
20. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» www.studmedlib.ru
21. Учебные базы физико-химических данных (МГУ) - http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/edu_bases.html.
22. Раздел "электронные ресурсы" на сайте ИЮПАК - <http://media.iupac.org/publications/epub/index.html>.
23. Ресурсы по термодинамике (Martindale's calculators chemistry on-line center) - <http://www.martindalecenter.com/Calculators3B.html>.

7. Методические указания и материалы по видам занятий

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

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 «Физико-химия природных процессов» состоит из следующих этапов:

1. Проработка теоретического материала по рекомендованному учебнику и конспектам лекций, предоставленных преподавателем в электронном виде. В случае недоступности данного пособия необходимо обратиться к списку литературы,

приведенного в рабочей программе дисциплины «Физико-химия природных процессов».

2. Выполнение самостоятельных работ и решение задач.

3. Сдача зачета в устной или письменной форме (по усмотрению преподавателя).

Самостоятельные работы выполняются каждым студентом на отдельных листках. Не допускается использование любых средств коммуникации (ноутбуки, мобильные телефоны с выходом в интернет и пр.).

Допускается использование рабочих тетрадей, в которых законспектированы наиболее важные с точки зрения каждого из студентов моменты, выделенные при самостоятельной проработке каждой из тем.

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 (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты).

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

Программный пакет Microsoft Office 2007 или более новая версия

Программный пакет Comsol Multiphysics

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной и специализированной мебели, универсальной доской-экраном, подвесным проектором и ноутбуком. (ауд. 101а, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2.	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная комплектом учебной и специализированной мебели, универсальной доской-экраном, подвесным проектором и ноутбуком. (ауд. 101а, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной и специализированной мебели, универсальной доской-экраном, подвесным проектором и ноутбуком. (ауд. 101а, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной и специализированной мебели, универсальной доской-экраном, подвесным проектором и ноутбуком. (ауд. 101а, 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)
----	------------------------	---