

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б.1.3.5.2 «Основы физико-химических процессов»
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины
и оборудование»

Профиль «Оборудование химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5
зачетных единиц – 4
часов в неделю – 3
всего часов – 144
в том числе:
лекции – 16
коллоквиумы – нет
практические занятия – 32
лабораторные занятия – нет
самостоятельная работа – 96
зачет – нет
экзамен – 5 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
19 июня 2023 г., протокол № 13
Зав. кафедрой Левкина Н.Л. Левкина

Рабочая программа утверждена на заседании
УМКН направления ТМОБ
26 июня 2023 г., протокол № 5
Председатель УМКН Левкина Н.Л. Левкина

Энгельс 2023

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний включающих: общие понятия, закономерности, основные уравнения физико-химических процессов и физико-химических свойств веществ, умение применять приобретённую совокупность знаний при выполнении расчётов химико-технологических процессов в нефтегазовой отрасли и выполнении проектных разработок технологических машин и оборудования.

Задача дисциплины в том, чтобы на основании полученных знаний будущий бакалавр мог участвовать в разработке конкурентоспособных технологий и осуществлять технологический процесс в соответствии с требованиями технологического регламента.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на практических и лабораторных занятиях. Самостоятельная работа предусматривает работу с учебниками и учебными пособиями, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий и контрольных работ.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

«Физико-химические свойства веществ» входят в перечень дисциплин вариативной части основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

Дисциплина базируется на предварительном изучении следующих курсов: математика, химия, физика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Физико-химические свойства веществ» студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-6);

В результате изучения дисциплины «Физико-химические свойства веществ» базовой части профессионального цикла образовательной программы бакалавриата студент должен

Знать:

- основы химической термодинамики;
- термодинамические функции (энтальпия, энтропия, свободная энергия Гиббса);
- общие закономерности химической кинетики;
- уравнения, описывающие влияние различных факторов на скорость химических реакций;
- основные уравнения адсорбционных процессов;
- механизм и кинетические закономерности процессов катализа;
- основы электрохимии;
- виды и механизм коррозионных процессов;
- методы защиты от коррозии технологического оборудования.

Уметь:

- определять основные характеристики физико-химических процессов,

- использовать математические модели процессов,
- определять параметры физико-химических процессов в промышленных аппаратах.

Владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Распределение трудоемкости дисциплины по темам и видам занятий

№ мод.	№ нед.	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1-10	1	Химическая термодинамика	48	5	-	-	11	32
		2	Химическая кинетика и катализ	48	5	-	-	11	32
2	11-16	3	Растворы	22	3	-	-	3	16
		4	Основы электрохимии	26	3	-	-	7	16
ИТОГО:				144	16	-	-	32	96

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	5	1-3	Химическая термодинамика Общие закономерности протекания химических процессов. Энергетика химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции. Энтальпия. Первый закон термодинамики. Закон Гесса и следствия из него. Тепловые эффекты химических реакций. Энтропия. Второй закон термодинамики. Свободная энергия Гиббса.	[1, 4, 5]
2	5	3-5	Химическая кинетика и катализ Основные понятия химической кинетики. Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости реакции. Реакции в открытых и закрытых системах. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации Активированный комплекс. Уравнение Аррениуса. Правило Вант-Гоффа. Понятие о катализе. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа. Адсорбция и её виды. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций. Кинетика гетерогенного катализа. Каталитический крекинг нефти.	[1, 3, 6, 7]

1	2	3	4	5
3	3	6-7	Растворы Жидкое состояние вещества. Растворимость. Концентрация растворов. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов. Вязкое течение жидкостей.	[1, 4, 5]
4	3	7-8	Основы электрохимии Электродные потенциалы. Водородный электрод. Уравнение Нернста. Химические источники тока. Электролиз. Законы Фарадея.	[2, 5, 6, 7]

6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы программой и учебным планом не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	11	1-6	Химическая термодинамика Энергетика химических реакций. Энтальпия. Термохимические уравнения. Закон Гесса и следствия из него. Энтропия. Свободная энергия Гиббса.	[1, 4]
2	11	6-11	Химическая кинетика и катализ Закон действующих масс. Порядок реакции. Константа скорости реакции. Реакции в открытых и закрытых системах. Зависимость скорости реакции от температуры. Кинетика адсорбции. Кинетика гетерогенного катализа.	[1 – 3]
3	3	11-12	Растворы Концентрация растворов. Теория электролитической диссоциации. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов электролитов.	[1, 2]
4	7	12-16	Основы электрохимии Химические источники тока (ХИТ). Электролиз. Законы электролиза.	[2]

8. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы программой и учебным планом не предусмотрены.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	32	Химическая термодинамика Третий закон термодинамики. Термодинамическая теория фазовых равновесий.	[1, 2]
2	32	Химическая кинетика и катализ Кинетика химических реакций в закрытых системах. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса. Макрокинетика гетерогенно-каталитических процессов.	[1]
3	16	Растворы Числа переноса ионов. Методы определения чисел переноса. Электропроводность неводных растворов.	[1, 2]
4	16	Основы электрохимии Строение двойного электрического слоя на границе металл/раствор. Концентрационные электрохимические цепи.	[2]

10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа программой и учебным планом не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Курсовая работа программой и учебным планом не предусмотрена.

12. Курсовой проект

Курсовой проект программой и учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Изучение дисциплины Б.1.2.5 «Физико-химические свойства веществ» направлено на формирование профессиональных компетенций ПК-6. Перечень показателей для профессиональных компетенций составлен с учетом имеющихся в программе профессионального модуля умений и знаний. Для оценки текущего уровня формирования компетенций проводятся письменные опросы по теории (модули) и практике (контрольные работы). В конце семестра предусмотрено компьютерное тестирование как допуск к экзамену.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для компетенции ПК-6:

Пороговый уровень освоения компетенции: знает специфику того как применять методы стандартных испытаний по определению физико-химических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;

Продвинутый уровень освоения компетенции: владеет приемами, методами анализа стандартных испытаний по определению физико-химических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий;

Высокий уровень освоения компетенции: способен применять современные технологии для того, чтобы использовать методы стандартных испытаний по определению физико-химических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

При достаточном качестве освоения приведенных знаний, умений и навыков (оценка «отлично» на экзамене и модулях, выполнении лабораторных работ и практических занятий) преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на **высоком** уровне, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «хорошо» на экзамене и модулях, выполнении лабораторных работ и практических занятий) – на **продвинутом**, при освоении приведенных знаний, умений и навыков (оценка «удовлетворительно» на экзамене и модулях, выполнении лабораторных работ и практических занятий) - на **пороговом** уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Под компетенцией ПК-6 понимается способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК-6	5 семестр	Знать: - сущность физических явлений, происходящих в процессах переработки; влияние различных факторов на физико-химические свойства сырья и готовой продукции. Уметь: - проводить экспериментальные исследования с использованием современных	Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
			Промежуточные отчеты о выполнении лабораторных работ, и практических занятий.	Вопросы к модулям и экзамену.	«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

		методов и средств. Владеть: - методами разработки научных основ, создания и внедрения энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в химических производствах.	Оценки по модулям.		
--	--	--	--------------------	--	--

Критерии оценки для контрольного тестирования (допуск к экзамену):

- Контрольное тестирование зачтено, если студент дал правильные ответы на контрольные вопросы от 60 и более процентов.
- Контрольное тестирование не зачтено, если студент дал правильные ответы в промежутке от 0 до 59%.

Критерии оценки для экзамена:

- Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.
- Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.
- Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

Рекомендуемая балльно-рейтинговая система оценки

Степень успешности освоения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов, исходя из 10 максимально возможных, и включает две составляющие:

Первая составляющая – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению каждого модуля дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка (в сумме не более, чем 8 баллов). Структура баллов, составляющих балльную оценку преподавателя, включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за успешность рубежных контролей по каждому учебно-образовательному модулю.

Вторая составляющая - за посещаемость аудиторных лекционных и практических занятий (пропорционально числу посещенных занятий).

Фонд оценочных средств текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Физико-химические свойства веществ» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Экспрессные опросы. Представляют собой набор коротких вопросов по определенной теме, требующих быстрого и короткого ответа. Проверяются знания текущего материала.

- Экзаменационные билеты состоят из трех теоретических вопросов по всем разделам, изучаемых в семестре.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом, и способствуют формированию общекультурных и профессиональных компетенций студентов.

Перечень вопросов к экзамену

1. Общие закономерности протекания химических процессов.
2. Закон Гесса и следствия из него. Экзотермические и эндотермические реакции.
3. Первый закон термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций.
4. Второй закон термодинамики. Энтропия.
5. Свободная энергия Гиббса.
6. Скорость химической реакции. Гомогенные и гетерогенные реакции. Гомофазные и гетерофазные реакции.
7. Простые и сложные реакции. Молекулярность реакции. Кинетическая классификация химических реакций.
8. Закон действующих масс. Порядок реакции.
9. Принцип независимого протекания реакций и следствие из него.
10. Общий и частный порядок реакции. Кинетические уравнения.
11. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса.
12. Энергия активации химических реакций.
13. Реактор идеального смешения.
14. Реактор идеального вытеснения.
15. Катализ. Механизм гомогенного и гетерогенного катализа.
16. Адсорбция. Виды адсорбции. Кинетика адсорбции.
17. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитических реакций.
18. Кинетика гетерогенного катализа.
19. Приготовление катализаторов.
20. Гетерогенно-каталитические процессы в нефтепереработке.
21. Жидкое состояние вещества.
22. Растворимость. Способы выражения состава растворов.
23. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации.

24. Константа диссоциации и степень диссоциации. Закон разбавления Оствальда.
25. Удельная электропроводность растворов электролитов.
26. Эквивалентная электропроводность растворов электролитов.
27. Вязкое течение жидкостей.
28. Понятие об электродном потенциале. Стандартные электродные потенциалы.
29. Водородный электрод. Уравнение Нернста.
30. Химические источники тока (ХИТ). Классификация ХИТ. Электродвижущая сила (ЭДС).
31. Электрохимические цепи.
32. Электролиз. Катодные и анодные процессы при электролизе. Законы Фарадея.

14. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Физико-химические свойства веществ» используются различные образовательные технологии, в том числе:

– информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

– лично-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Лично-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при экспресс-опросе, при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

При организации учебных занятий используются активные и интерактивные методы обучения: диалог, беседа, работа в команде. Предусмотрено чтение лекций с применением мультимедийных технологий. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится с использованием библиотечных ресурсов института, ресурсов сети Интернет и локальных сетевых ресурсов института.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия / В.В. Белик, К.И. Киенская – М.: Academia, 2008. – 288 с.
Экземпляры всего: 20
2. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2008 г. – 424 с.
Экземпляры всего: 3
3. Основы физической химии. Часть 1. Теория [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Еремин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 320 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321063.html>
4. Березовчук А.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие / Березовчук А.В. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Научная книга, 2012. – 159 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8191>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
5. Физическая химия в 2 кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика / Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001. – 512 с.
6. Физическая химия в 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика / Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001. – 319 с.

7. Стромберг А.Г., Семченко Г.П. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Г.П. Семченко. – М.: Высшая школа, 2001. – 528 с.
8. Основы физической химии. Часть 2. Задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Еремин [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 263 с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321070.html>
9. <http://techn.sstu.ru/>

Программное обеспечение и интернет-ресурсы

Институт имеет операционные системы Windows, стандартные офисные программы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе. Кроме того, студенту рекомендуется пользоваться базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами.

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Автор(ы)  (В.Н. Целуйкин)

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
«___»_____ 20__ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ /В.Н. Целуйкин/

Внесенные изменения утверждены на заседании
УМКС/УМКН

«___»_____ 20__ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / В.Н. Целуйкин /