

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

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.2.9 «Физические основы учета нефти и газа  
при технологических операциях»

направления подготовки  
21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

Формы обучения: очная, очно-заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 2 з.е.

в академических часах: 72 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине «Физические основы учета нефти и газа при технологических операциях» направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 21.03.01 «Нефтегазовое дело», утвержденным приказом Минобрнауки России Минобрнауки России от 9 февраля 2018 г. № 96.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

**одобрена** на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л./

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: формирование у студентов базовых знаний о методах и средствах количественного и качественного учета нефти и газа, что необходимо для обеспечения профессиональных компетенций в области транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки, так как это необходимо для оперативного управления технологическими процессами при транспортировке нефти и газа по магистральным трубопроводам.

Задачи изучения дисциплины:

ознакомление студентов с основными понятиями, раскрывающими сущность учета энергоносителей, изучении математического аппарата для решения вопросов определения массы товарных продуктов и расчета погрешностей различных методов, приведении классификации нефти в зависимости от ее физико-химических свойств и показателей качества, описании принципа действия, технических характеристик и особенностей эксплуатации средств количественного учета нефти, рассмотрении видов и технологии поверки средств измерений, используемых при учетных операциях.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Физические основы учета нефти и газа при технологических операциях» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен контролировать правильность эксплуатации технологического оборудования.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1 - Способен контролировать правильность эксплуатации технологического оборудования.	ИД-1пк-1 Контролировать правильность эксплуатации энергетического и энерготехнологического оборудования промышленных предприятий	<p><b>знать:</b> основные законы термодинамики; свойства различных рабочих тел и методы расчета параметров и процессов изменения их состояния; количественные и качественные методы термодинамического анализа процессов и циклов тепловых двигателей и аппаратов с целью повышения тепловой экономичности, уменьшения капитальных затрат, уменьшения или сведения к минимуму отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации этого оборудования.</p> <p><b>уметь:</b> проводить необходимые термодинамические расчеты; осуществлять выбор оптимальных вариантов при решении практических задач, связанных с совершенствованием и работой разнообразного теплотехнического оборудования.</p> <p><b>владеть:</b> методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования; методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров; навыками составления тепловых балансов топлива, используемого для оборудования пищевых, химических и нефтехимических производств.</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### *очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам 6 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	32	32
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	16	16
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	40	40
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет	зачет	зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	2	2
Объем дисциплины в акад. часах	72	72

##### *очно-заочная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам 9 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	14	14
• занятия лекционного типа,	6	6
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	8	8
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	58	58
– курсовая работа (проект)	-	-
– расчетно-графическая работа	-	-
3. Промежуточная аттестация	зачет	зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	2	2
Объем дисциплины в акад. часах	72	72

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Введение. Основные понятия. Виды и методы учета.**

Актуальность совершенствования методов и средств определения количества и качества товарных нефтепродуктов в современных условиях. Определение и основные задачи учета. Классификация видов и методов учета.

#### **Тема 2. Физико-химические свойства товарных нефтепродуктов**

Определение массы и расчет погрешностей. Классификация нефтей и нефтепродуктов. Характеристика их основных показателей качества и физико-химических свойств. Алгоритмы определения массы нефти и нефтепродуктов при учетных операциях. Расчет погрешностей различных методов.

#### **Тема 3. Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов**

Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов. Состав и характеристика систем измерения количества нефти (СИКН).

#### **Тема 4. Поверка средств измерений, используемых при учетных операциях**

Виды поверок. Поверка расходомеров. Описание и технические характеристики трубопоршневых поверочных установок. Методы поверки резервуаров. Составление градуировочной таблицы вертикальных стальных резервуаров. Учет неровностей дна, отклонений стенки корпуса от вертикали, оборудования, находящегося внутри резервуара. Оборудование и порядок поверки резервуаров типа РВС различными методами.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

### *очная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1	Введение. Основные понятия. Виды и методы учета	4	4	10	ИД-1ПК-1
2	Физико-химические свойства товарных нефтепродуктов	4	4	10	ИД-1ПК-1
3	Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов	4	4	10	ИД-1ПК-1
4	Проверка средств измерений, используемых при учетных операциях	4	4	10	ИД-1ПК-1
<b>Итого</b>		<b>16</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	

### *очно-заочная форма обучения*

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1	Введение. Основные понятия. Виды и методы учета	1	2	14	ИД-1ПК-1
2	Физико-химические свойства товарных нефтепродуктов	1	2	14	ИД-1ПК-1
3	Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов	2	2	14	ИД-1ПК-1

4	Проверка средств измерений, используемых при учетных операциях	2	2	16	ИД-1ПК-1
<b>Итого</b>		<b>6</b>	<b>8</b>	<b>58</b>	

## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1	Введение. Основные понятия. Виды и методы учета	Определение и основные задачи учета. Классификация видов и методов учета	4	2
2	Физико-химические свойства товарных нефтепродуктов	Классификация нефтей и нефтепродуктов. Характеристика их основных показателей качества и физико-химических свойств.	4	2
3	Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов	Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов. Состав и характеристика систем измерения количества нефти (СИКН).	4	2
4	Проверка средств измерений, используемых при учетных операциях	Виды проверок. Проверка расходомеров Составление градуировочной таблицы.	4	2
<b>Итого</b>			<b>16</b>	<b>8</b>

## 5.3. Перечень лабораторных работ

*Лабораторные работы не предусмотрены*

## 5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах	
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения
1	Введение. Основные понятия. Виды и методы учета	Понятие об измерении. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Средства измерений и их основные элементы. Первичные измерительные преобразователи. Вторичные измерительные	10	14



		устройства. Статическая характеристика измерительного прибора. Чувствительность, цена деления, порог чувствительности прибора.		
2	Физико-химические свойства товарных нефтепродуктов	Окислительно-восстановительные реакции. Уравнения полуреакций. Уравнение Нернста, Потенциал полуэлемента. Электроды первого и второго рода. Поляризация. Перенапряжение. Уравнение Нернста-Айзенмана. Натриевая ошибка. Коэффициент селективности. Диффузионный ток электролиза. Капающий ртутный электрод. Закон Фика. Уравнение Ильковича. Зависимость тока от температуры. Основы диэлькометрических методов анализа.	10	14
3	Методы и средства количественного и качественного учета нефти и нефтепродуктов	Основные понятия и единицы измерения. Классификация расходомеров. Объемные счетчики для жидкостей. Скоростные счетчики для жидкостей. Счетчики количества газа. Расходомеры переменного перепада давления. Расчетные формулы для жидкости, влажного газа, сухого газа. Типовые задачи измерения расхода. Диафрагма. Сопло. Расходомеры динамического давления. Напорная трубка Пито. Расходомеры постоянного перепада давления. Расходомеры переменного уровня. Электромагнитные расходомеры. Ультразвуковые расходомеры. Калориметрические расходомеры.	10	14
4	Поверка средств измерений, используемых при учетных операциях	Определение погрешности измерения. Классификация погрешностей измерения. Абсолютная, относительная, приведенная, дополнительная погрешности, Аддитивная, мультипликативная, методическая, систематическая и случайная погрешности. Статистические характеристики погрешностей средств измерений. Нормальный закон распределения случайных погрешностей. Доверительные границы	10	16

		погрешности СИ. Оценка математического ожидания и дисперсии измеряемой величины. Оценка дисперсии выборочного среднего. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Методы уменьшения случайной составляющей погрешности. Методы уменьшения систематической составляющей погрешности. Структурные методы уменьшения погрешности. Понятие градуировки датчиков.		
	<b>Итого</b>		<b>40</b>	<b>58</b>

## **6. Расчетно-графическая работа**

*Расчетно-графическая работа не предусмотрена*

## **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена*

## **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен*

## **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа не предусмотрена.*

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

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.

## Уровни освоения компетенций

Ступени уровней освоения компетенции	Отличительные признаки
Пороговый (удовлетворительный)	Знает: знает и понимает теоретический материал с незначительными пробелами
	Умеет: несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях
	Владеет: низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения; несформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Продвинутый (хорошо)	Знает: знает и понимает теоретический материал достаточно полно, без пробелов
	Умеет: недостаточная сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях
	Владеет: достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения; недостаточная сформированность некоторых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях
Высокий (отлично)	Знает: знает и понимает теоретический материал в полном объеме, без пробелов
	Умеет: сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях
	Владеет: высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения; сформированность необходимых практических навыков при применении знаний в конкретных ситуациях

### *Перечень вопросов к зачету*

1. Понятие об измерении. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения.
2. Средства измерений и их основные элементы.
3. Первичные измерительные преобразователи. Вторичные измерительные устройства.
4. Статическая характеристика измерительного прибора.
5. Чувствительность, цена деления, порог чувствительности прибора.
6. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнения полуреакций. Уравнение Нернста, Потенциал полуэлемента.
7. Электроды первого и второго рода. Поляризация. Перенапряжение.
8. Уравнение Нернста-Айзенмана. Натриевая ошибка. Коэффициент селективности.

9. Классификация расходомеров.
10. Объемные счетчики для жидкостей.
11. Скоростные счетчики для жидкостей.
12. Счетчики количества газа.
13. Расходомеры переменного перепада давления.
14. Расчетные формулы для жидкости, влажного газа, сухого газа.
15. Типовые задачи измерения расхода.
16. Диафрагма. Сопло.
17. Расходомеры динамического давления.
18. Напорная трубка Пито.
19. Расходомеры постоянного перепада давления.
20. Расходомеры переменного уровня.
21. Электромагнитные расходомеры.
22. Ультразвуковые расходомеры.
23. Калориметрические расходомеры.
24. Определение погрешности измерения. Классификация погрешностей измерения.
25. Абсолютная, относительная, приведенная, дополнительная погрешности,
26. Аддитивная, мультипликативная, методическая, систематическая и случайная погрешности.
27. Статистические характеристики погрешностей средств измерений.
28. Нормальный закон распределения случайных погрешностей.
29. Доверительные границы погрешности СИ.
30. Оценка математического ожидания и дисперсии измеряемой величины.
31. Оценка дисперсии выборочного среднего.
32. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
33. Методы уменьшения случайной составляющей погрешности.
34. Методы уменьшения систематической составляющей погрешности.
35. Структурные методы уменьшения погрешности.
36. Понятие градуировки датчиков

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1 Рекомендуемая литература**

1. Латышенко К.П. Автоматизация измерений, испытаний и контроля [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 307 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20390>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Шебалкова Л.В. Микроволновые и ультразвуковые сенсоры [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шебалкова Л.В., Легкий В.Н., Ромодин В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015.— 172 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45108>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Богуш М.В. Проектирование пьезоэлектрических датчиков на основе пространственных электротермоупругих моделей [Электронный ресурс]/ Богуш М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2014.— 324 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31872>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

4. Калиниченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике [Электронный ресурс]/ Калиниченко А.В., Уваров Н.В., Дойников В.В.— Электрон. текстовые данные.— Вологда: Инфра-Инженерия, 2015.— 575 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5075>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Федоров Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— Вологда: Инфра-Инженерия, 2016.— 928 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5060>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Белик В.В., Киенская К.И. Физическая и коллоидная химия / В.В. Белик, К.И. Киенская – М.: Academia, 2008. – 288 с.  
Экземпляры всего: 20

## **11.2. Периодические издания**

*Не используются*

## **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

*Не используются*

## **11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов**

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства» (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.

<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=605>

2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

## **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

## **11.6 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. <http://elibrary.ru> / Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru> / Электронная библиотечная система IPRbooks

3. <http://lib.sstu.ru/> / Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А.

4. <https://www.edu.ru/> / «Российское образование» - федеральный портал

5. <http://www.runnet.ru/> / Федеральная университетская компьютерная сеть России

### **11.7 Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

1. Справочная правовая система «Консультант Плюс»

### **12.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

1) Лицензионное программное обеспечение:

2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

## **13. 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

*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 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.

Рабочую программу составил



/ С.П. Апостолов

#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКС/УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /