

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»  
(РХТУ им. Д.И. Менделеева)**

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом РХТУ им. Д.И. Менделеева  
(протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_)  
И.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева

\_\_\_\_\_ И.В. Воротынцев  
подпись, печать

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА –  
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ  
«Базовый курс моделирования в Aspen HYSYS»**

**Москва, 2022 г.**

## **1. Основные характеристики программы**

### **1.1. Тип программы**

Программа повышения квалификации.

### **1.2. Цель программы**

Совершенствование или получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, или повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации в соответствии с разделом 2.

### **1.3. Объем программы**

24 академических часа.

### **1.4. Форма обучения**

Очная.

### **1.5. Сроки освоения программы**

3 дня.

Срок освоения программы может быть изменен в соответствии с договором об образовании и при этом должен обеспечивать возможность достижения планируемых результатов и получение новой компетенции (квалификации), заявленных в программе.

### **1.6. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий**

Программа реализуется без применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

### **1.7. Форма и язык реализации программы**

Программа реализуется РХТУ им. Д.И. Менделеева самостоятельно, без использования сетевой формы.

Программа реализуется на государственном языке Российской Федерации – русском языке.

### **1.8. Требования к лицам, поступающим на программу**

- **уровень образования лиц, поступающих на программу:** не ниже среднего профессионального образования без предъявления требований к области подготовки. Также на программе возможно обучение лиц, получающих высшее образование независимо от его уровня<sup>1</sup>.

### **1.9. Документ, выдаваемый по итогам обучения**

Лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации на бланке, образец которого самостоятельно установлен РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из РХТУ им. Д.И. Менделеева, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому РХТУ им. Д.И. Менделеева.

## **2. Планируемые результаты обучения**

### **2.1. Связь программы с профессиональными стандартами (квалификационными требованиями, указанные в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям)**

Программа разработана на основании установленных квалификационных требований, профессиональных стандартов, приведенных в таблице 1.

*Таблица 1*

---

<sup>1</sup> В соответствии с выбранными согласно выбранными трудовыми функциями уровнями квалификации, применяемыми в целях разработки проектов профессиональных стандартов и утвержденными приказом Минтруда России от 12.04.2013 № 148н.

<b>Наименование выбранного профессионального(-ых) стандарта(-ов) (квалификационные требования, указанные в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям)</b>	<b>Уровень квалификации<sup>2</sup></b>
19.002 Специалист по химической переработке нефти и газа, утвержденный приказом Минтруда России от 21.11.2014 № 926н (А/01.5, А/02.5, А/05.5, В/05.6, В/06.6, В/10.6)	7

## 2.2. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения, и новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности

### 2.2.1. Область, сфера(-ы) и вид(-ы) профессиональной деятельности, в рамках которых осуществляется повышение квалификации

<b>Область и сфера(-ы)<sup>3</sup></b>	<b>Вид(-ы)<sup>4</sup></b>
Добыча, переработка, транспортировка нефти и газа	Переработка нефти и газа

### 2.2.2. Перечень компетенций

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения по программе в рамках компетенции</b>	<b>Основа для формулировки</b>
Способен осуществлять анализ работы технологического оборудования, вносить изменения в технологические схемы установок, использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для расчета типового оборудования химико-технологических процессов, используя программное обеспечение Aspen HYSYS.	<b>знать:</b> технологические схемы переработки нефти и газа, основные технологические процессы и режимы производства, виды применяемого оборудования и принципы его работы, методы автоматизированного расчета технологических систем в среде HYSYS. <b>уметь:</b> использовать программное обеспечение Aspen HYSYS для построения моделей химико-технологических процессов, анализировать работу технологического оборудования, проводить работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов. <b>владеть:</b> методами расчета типового оборудования химико-технологических процессов, приемами моделирования и проектирования стационарных режимов в среде HYSYS.	19.002 Специалист по химической переработке нефти и газа

## 3. Учебный план

<b>№ п/п</b>	<b>Трудоемкость контактной и</b>	<b>Формы аттестации</b>
--------------	----------------------------------	-------------------------

<sup>2</sup> В соответствии с выбранными обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями и применяемыми в целях разработки проектов профессиональных стандартов, утвержденными приказом Минтруда России от 12.04.2013 № 148н.

<sup>3</sup> В соответствии с перечнем областей профессиональной деятельности, применяемым для классификации видом профессиональной деятельности согласно приказу Минтруда России от 29 сентября 2014 года № 667н, и выбранным профессиональным стандартом.

<sup>4</sup> В соответствии с выбранным профессиональным стандартом и (или) ФГОС ВО.

	Перечень учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся	самостоятельной работы по видам учебных занятий и учебных работ (в ак. часах)			
		всего	Л	ПЗ	
1.	Введение в Aspen HYSYS	1	1	-	Устный ответ
2.	Начало работы в Aspen HYSYS	2	1	1	Устный ответ
3.	Аппаратурные блоки технологической схемы	7	4	3	Устный ответ
4.	Введение в раздел «Результаты и отчетность»	2	2	-	Устный ответ
5.	Анализ и характеристика нефти	3	1	2	Устный ответ
6.	Моделирование химико-технологических схем производственных процессов	7	-	7	Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)
7.	Итоговая аттестация (2 часа)				Устный ответ

**Примечание:** Л – лекции, ПЗ – практические занятия.

Последовательность проведения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся определяется расписанием программы.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией обучающихся.

#### 4. Календарный учебный график

Учебный процесс планируется в рамках срока освоения программы (п. 1.5) с учетом шести учебных дней в неделю и исключением воскресений и нерабочих праздничных дней. Объем учебной нагрузки не должен превышать предельного объема, установленного локальными нормативными актами РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Учебные предметы, курсы, дисциплины (модули), иные виды учебной деятельности обучающихся реализуются в течение всего срока освоения программы до итоговой аттестации, которая проводится на последней неделе обучения.

Во время реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся включается проведение всех видов учебных занятий и учебных работ, форм аттестации, предусмотренных по ним учебным планом.

Конкретный календарный учебный график по проведению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся определяется расписанием программы.

Договором об образовании для слушателя может быть предусмотрен индивидуальный график прохождения программы при обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе ускоренному.

#### 5. Рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов

##### Содержание программы, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание темы (раздела)
1.	Введение в Aspen HYSYS	Преимущества моделирования технологических процессов с помощью Aspen HYSYS. Возможности Aspen HYSYS.
2.	Начало работы в Aspen HYSYS	Знакомство с пользовательским интерфейсом Aspen HYSYS и его структурой. Создание новой задачи. Среда Properties: создание списка компонентов, выбор термодинамического пакета свойств (Fluid Package). Среда Simulation: добавление, расчет и анализ свойств материального потока. Единицы измерения. Модификация или добавление требуемой системы единиц измерения. Практическое занятие: Добавление, расчет и анализ свойств материального потока.
3.	Аппаратурные блоки технологической схемы	Добавление аппаратурных блоков на схему, установка связи между ними. Смесители и разделители. Теплообменники. Модели и спецификации теплообменников. Сепараторы. Колонны. Расчет минимального числа теоретических тарелок. Расчет минимального флегмового числа. Определение: к.п.д. контактных устройств,

		оптимального числа тарелок и флегмового числа, расчет диаметра и высоты ректификационной колонны. Расчет и выбор контактных устройств. Основы расчета насадочной ректификационной колонны. Расчет режима полного орошения сложной насадочной колонны. Расчет диаметра насадочной колонны по скорости паров в свободном сечении колонны. Расчет высоты насадки. Насосы. Модели насосов. Компрессоры. Реакторы. Модели реакторов. Типы реакций. Практические занятия: Смешение и разделение потоков (бензол-толуол-ксилол; циклогексан-гексан), нагревание и охлаждение потока вода-этанол, разделение потока этан-пропан-бутан, ректификация двухкомпонентной смеси, расчет рабочей нагрузки насоса, расчет рабочей нагрузки компрессора, расчет конверсионного реактора.
4.	Введение в раздел «Результаты и отчетность»	Базовая отчетность. Рабочая тетрадь Workbook. Экспорт данных в Excel. Создание отчетов. Конвертация файла в шаблон.
5.	Анализ и характеристика нефти	Инструменты характеристики нефти: Aspen HYSYS Oil Manager и Assay Management. Расчет многокомпонентной ректификации в тарельчатых колоннах. Псевдокомпоненты, методы расчета свойств псевдокомпонентов. Практические занятия: Моделирование свойств нефти в компонентном режиме и расчет промышленной сети сбора и установки подготовки нефти к транспортировке, атмосферная перегонка нефти с двухкратным испарением.
6.	Моделирование химико-технологических схем производственных процессов	Практические занятия: Технологическая схема сжатия, охлаждения и разделения потока этан – пропан – бутан, технологическая схема двухкомпонентной ректификации, технологическая схема сжатия газа, технологическая схема разделения смеси аммиак-сероводород-вода.

## 6. Организационно-педагогические условия

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение программы и организация учебного процесса

#### 6.1.1. Печатные и (или) электронные учебные издания

1. Кузнецов О.А. Основы работы в программе Aspen HYSYS. - М.- Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 153 с. – Текст: непосредственный.
2. Кузнецов О.А. Основы работы в программе Aspen HYSYS V8. - М.- Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 68 с. – Текст: непосредственный.
3. Сборник задач по теории химических процессов и реакторов органического синтеза: учебное пособие / Козловский И.А., Козловский Р.А., Макаров М.Г., Староверов Д.В., Швец В.Ф. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. – 124 с. – Текст: непосредственный.
4. Федоров В.И., Смирнова Д.А., Лисицын Н.В. Анализ функционирования блока стабилизации и перегонки бензина на установке первичной переработки нефти: учеб. пособие. СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. – 13 с. – Текст: непосредственный.

#### 6.1.2. Электронные образовательные ресурсы, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронно-библиотечная система ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева (на базе АИБС «Ирбис») [Электронный ресурс]. – URL: <http://lib.muctr.ru/>. – Режим доступа: для пользователей РХТУ с любого компьютера.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ЛАНЬ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей РХТУ.
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]. – URL: <https://biblio-online.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей РХТУ.
4. Информационно-справочная система «ТЕХЭКСПЕРТ» «Нормы, правила, стандарты России». [Электронный ресурс]. – URL: <http://reforma.kodeks.ru/reforma/>. – Режим доступа: локальный доступ с компьютеров ИБЦ РХТУ им. Д.И. Менделеева.

5. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

### **6.1.3. Организация занятий по программе**

При организации обучения по программе преподаватель должен обратить особое внимание на организацию лекций и практических занятий, поскольку курс предполагает использование такого интерактивного метода обучения как презентации с возможностью использования различных вспомогательных средств.

**Презентации** – документ или комплект документов, предназначенный для представления чего-либо (организации, проекта, продукта и т. п.). Цель презентации – донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной форме.

Презентация может представлять собой сочетание текста, компьютерной анимации, графики, видео, музыки и звукового ряда (но не обязательно все вместе), которые организованы в единую среду. Кроме того, презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является ее интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

В зависимости от места использования презентации различаются определенными особенностями:

*Презентация, созданная для самостоятельного изучения*, может содержать все присущие ей элементы, иметь разветвленную структуру и рассматривать объект презентации со всех сторон.

Презентация, созданная для поддержки какого-либо мероприятия или события, отличается большей минималистичностью и простотой в плане наличия мультимедиа и элементов дистанционного управления, обычно не содержит текста, так как текст проговаривается ведущим, и служит для наглядной визуализации его слов.

*Презентация, созданная для видеодемонстрации*, не содержит интерактивных элементов, включает в себя видеоролик об объекте презентации, может содержать также текст и аудиодорожку.

*Основная цель* презентации помочь донести требуемую информацию об объекте презентации.

В качестве оценочных средств на протяжении реализации программы используются комплект оценочных материалов, предназначенных для оценивания на определенных этапах обучения.

### **6.1.4. Используемые образовательные технологии**

При реализации аудиторных занятий программы проводятся в форме лекций и практических занятий.

Лекции проводятся с использованием презентаций по теме изложения.

При реализации программы используются такие интерактивные формы проведения занятий как решение кейс-задач (кейс-стади).

## **6.2. Кадровые условия реализации программы. Требования к квалификации педагогических кадров, обеспечивающих реализацию учебного процесса**

Реализация программы должно обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими базовое высшее образование, соответствующее профилю программы или преподаваемой дисциплины, и (или) опыт работы в профессиональной деятельности, соответствующей профилю программы.

Кадровое обеспечение программы должно соответствовать требованиям Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования».

### **6.3. Материально-техническое обеспечение программы. Требования к материально-техническим условиям**

#### **6.3.1. Учебные аудитории для проведения учебных занятий и помещения для самостоятельной работы. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации программы используются аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения с возможностью подключения к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).

\* Номер конкретной аудитории указан в расписании программы.

#### **6.3.2. Информационные технологии, используемые при осуществлении учебного процесса по программе**

При осуществлении учебного процесса применяются информационные технологии, необходимые для подготовки презентационных материалов и материалов к занятиям (компьютеры с программным обеспечением для создания и показа презентаций, с доступом в информационно-коммуникационную сеть «Интернет», поисковые системы, справочные и профессиональные ресурсы в информационно-коммуникационной сети «Интернет»).

#### **6.3.3. Перечень программного обеспечения (при необходимости)**

Для подготовки презентаций и их демонстрации необходима программа Impress из свободного пакета офисных приложений OpenOffice (или иной аналог с коммерческой или свободной лицензией), а также программное обеспечение Aspen HYSYS V11 для осуществления обучения по программе повышения квалификации «Базовый курс моделирования в Aspen HYSYS»

### **7. Формы аттестации и оценочные материалы**

Программа предусматривает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся осуществляется в форме решения практических заданий.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета.

Итоговая аттестация осуществляется в форме итогового зачета.

#### **7.1. Текущий контроль успеваемости**

##### **7.1.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости**

**Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями):**

1. Добавление, расчет и анализ свойств материального потока.

Дан материальный поток состава:

Компонент	Массовые доли

И-бутан	0,375
Н-бутан	0,625

Мольный расход потока составляет 1 кгмоль/ч,  $T = 20\text{ C}$ ,  $P = 1\text{ бар}$ . При какой температуре доля пара равна 0,4? Определите критическую температуру и давление в потоке.

2. Смешение и разделение потоков (бензол-толуол-ксилол; циклогексан-гексан).

Материальные потоки 1 и 2 с различных скважин поступают в смеситель, после чего общий поток 3 поступает в разделитель. Определите такие характеристики потоков 3, 4, 5 как температура, давление, состав и расход. Выведите таблицу свойств материальных потоков.

Характеристики потока 1:  $P = 101\text{ кПа}$ ,  $T = 25\text{ C}$ , состав: 25% бензол, 50% толуол, 25% ксилол, массовый расход потока составляет 100 кг/ч.

Характеристики потока 2:  $P = 101\text{ кПа}$ ,  $T = 25\text{ C}$ , состав: 50% циклогексан, 50% н-гексан, массовый расход потока составляет 150 кг/ч. Коэффициент расхода потока 4 составляет 0,33.

3. Нагревание и охлаждение потока вода-этанол.

Материальный поток 1 состава 50% вода, 50% этанол, температура, давление и массовых расход которого составляют  $T = 25\text{ C}$ ,  $P = 1\text{ атм}$ , масс. расход. 10 кг/мин, направляется в нагреватель. Определите  $Q$  и  $dP$  нагревателя. Определите состав и расход потока 2 на выходе из нагревателя, если его  $T = 50\text{ C}$ , а  $P = 0,93\text{ атм}$ .

Материальный поток 2 направляется в охладитель ( $Q = 20000\text{ кВт}$ ,  $dP = 0.03$ ). Определите температуру, давление, состав и расход потока 2 на выходе из охладителя.

4. Разделение потока этан-пропан-бутан.

Материальный поток 1 состава 15% этан, 20% пропан, 60% и-бутан, 5% н-бутан температура, давление и массовых расход которого составляют  $T = 32\text{ F}$ ,  $P = \text{psia}$ , масс. расход. 100 lb/h, направляется в сепаратор. Определите расход и состав паровой и жидкой фракций на выходе из сепаратора.

5. Ректификация двухкомпонентной смеси.

Входные данные: Материальный поток 1 (40% бензол, 60% толуол),  $T = 60\text{ C}$ ,  $P = 106\text{ кПа}$ , мольный расход 100 кмоль/час. Число ступеней дистилляционной колонны  $N = 10$ , поток подается на 5 ступень. Condenser: Total. Reboiler: Default HYSYS,  $P = 111\text{ кПа}$ . Distillate Rate = 40 kmol/h.

Рассчитайте колонну. Выведите таблицу свойств материальных потоков. Рассчитайте колонну, изменив число тарелок на  $N = 20$ .

6. Расчет рабочей нагрузки насоса.

Поток воды с  $T = 25\text{ C}$  и  $P = 1\text{ атм}$  поступает в насос. Требуемое конечное давление  $P = 10\text{ атм}$ . Определите температуру потока на выходе и рабочую нагрузку насоса (KW, HP).

7. Расчет рабочей нагрузки компрессора.

Обогащенный кислородом воздух (34% азота) с  $T = 30\text{ C}$  и  $P = 14,7\text{ psia}$  поступает в компрессор. Требуемое конечное давление  $P = 3000\text{ psig}$ . Эффективность 65%. Определите температуру потока на выходе и рабочую нагрузку компрессора (KW, HP).

8. Расчет конверсионного реактора.

В конверсионном реакторе (конверсия 95%, адиабатический режим  $Q = 0$ ) осуществляется реакция горения метана с 15% избытком окислителя:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Горение осуществляется в присутствии чистого кислорода (100 моль  $\text{CH}_4$ , 230 моль  $\text{O}_2$ ) и в присутствии воздуха: 21%  $\text{O}_2$ , 79%  $\text{N}_2$  (100 моль  $\text{CH}_4$ , 1095 моль воздуха: 230 моль  $\text{O}_2$ , 865 моль  $\text{N}_2$ ). Определите для каждого случая конечную температуру, расход и состав.

9. Технологическая схема сжатия, охлаждения и разделения потока этан – пропан – бутан.

Материальный поток состава 15% этан, 20% пропан, 60% и-бутан, 5% н-бутан, температура, давление и массовых расход которого составляют  $T = 50\text{ F}$ ,  $P = 1\text{ атм}$ , масс.



расход. 100 кг/час, направляется в компрессор, где сжимается до  $P = 50 \text{ psia}$ , а затем в охладитель, где охлаждается до  $T = 32 \text{ F}$ . Потеря давления в охладителе составляет 10 кПа. Полученную смесь необходимо разделить на жидкость (продукт) и газ (необходимо сжечь воздухом). Сколько массы теряется при вспышке? Сколько продукта извлекается? Определите технические характеристики жидкого продукта, рабочую нагрузку компрессора, требования к тепловой нагрузке охладителя.

10. Технологическая схема сжатия газа.

Поток газа необходимо испарить, чтобы получить жидкий продукт. Жидкий продукт необходимо откачать до  $P = 2,5 \text{ атм}$  для другого процесса. Газ будет сжат до  $P = 11 \text{ атм}$  и нагрет до  $600 \text{ C}$  для достижения функции турбины. Давление нагнетания продукта будет равно атмосферному давлению. Нагреватель имеет перепад давления 10%. Начальный поток содержит 10% метана, 25% аммиака, 1% CO, 1% CO<sub>2</sub>, 50% H<sub>2</sub>O и 13% газообразного водорода. Его получают при температуре 35 C и давлении окружающей среды. Расход газа составляет 1000 кг/ч. КПД всего оборудования составляет 75%. Необходимо рассчитать тепловые нагрузки и рабочие нагрузки. Определить расход и состав потока жидкого продукта. Получить состав выхлопного газа, используемого турбиной.

11. Технологическая схема разделения смеси аммиак-сероводород-вода.

Набор потоков, содержащих аммиак, сероводород и воду смешиваются при давлении  $P = 1,96 \text{ атм (g)}$ . Клапан сбрасывает давление до  $P = 1,77 \text{ атм}$ . После чего поток поступает в трехфазный сепаратор, где разделяется на пар, легкую жидкость и тяжелую жидкость. Сепаратор работает в адиабатическом режиме. Определите расход и состав паровой фазы, легкой и тяжелой жидкостей. Определите рабочую температуру трехфазного сепаратора. Куда уходит больше всего сероводорода? Куда уходит больше всего аммиака? Где осталась вода/пар?

№ потока	Мольные доли, %			Температура, C	Мольный расход, кмоль/ч
	NH <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> O		
1	0,01	0,01	99,98	60	1262
2	5,42	1,88	92,70	50	1207
3	0,31	0,77	99,16	54	670
4	0,77	0,79	98,43	54	558

### 7.1.2. Оценивание знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

#### Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

*Критерии оценивания* – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

## 7.2. Промежуточная аттестация

### 7.2.1. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов:

1. Назовите основные аспекты химико-технологического моделирования.
2. Перечислите преимущества моделирования в Aspen Hysys.
3. Перечислите основные вкладки пользовательского интерфейса Aspen Hysys. Перечислите опции Среды свойств (Properties Environment) и Среды моделирования (Simulation Environment)
4. Назовите виды основных методов расчета термодинамических свойств систем.
5. Перечислите пакеты расчета свойств потока для процессов добычи нефти и газа.
6. Перечислите пакеты расчета свойств потока процессов переработки нефти и газа.
7. Назовите способы добавления материальных потоков.
8. Перечислите необходимые параметры для расчета потока.
9. Какими способами осуществляется добавление аппаратурных блоков на схему?
10. Каким образом устанавливается связь между аппаратурными блоками?
11. Перечислите модели теплообменников в Aspen HYSYS и их применение.
12. Перечислите спецификации теплообменников в Aspen HYSYS.
13. Перечислите модели колонн в Aspen HYSYS и их применение.
14. Что включает в себя экспорт ввода данных колонны?
15. Какие боковые операции включает в себя модель колонны?
16. Перечислите модели реакторов в Aspen HYSYS.
17. Какая информация результатов моделирования представлена в рабочей книге Workbook?
18. Какие дополнительные функции рабочей книги доступны через вкладку Workbook?
19. Перечислите преимущества конвертации файла в шаблон.
20. Каким образом осуществляется генерация отчетов в Excel?
21. Перечислите методы вывода результатов в Aspen HYSYS.
22. Что включает в себя алгоритм характеристики нефти?
23. Какие инструменты характеристики нефти представлены в Aspen HYSYS?
24. Перечислите преимущества инструмента характеристики нефти Assay Management.
25. Как осуществляется характеристика нефти в Assay Management?
26. Как осуществляется характеристика нефти в Oil Manager?

### 7.2.2. Процедура оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

#### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

### 7.2.3. Критерии оценки результатов обучения в ходе промежуточной аттестации

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО (зачтено)	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО (зачтено)	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (зачтено)	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы; - слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,

		- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (не зачтено)	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

### 7.3. Итоговая аттестация

#### 7.3.1. Формы итоговой аттестации

Итоговая аттестация по программе включает в себя итоговый зачет.

#### 7.3.2. Контрольные задания и/или материалы для проведения итогового зачета

1. Понятие моделирования. Классификация моделей. Преимущества моделирования в Aspen HYSYS.
2. Методы расчета термодинамических свойств систем. Их применение для различных химико-технологических процессов.
3. Алгоритм расчета материального потока.
4. Основные аппаратурные блоки в Aspen HYSYS.
5. Добавление аппаратурных блоков на схему, установка связи между ними.
6. Модели и спецификации теплообменников в Aspen HYSYS.
7. Модели и спецификации насосов в Aspen HYSYS.
8. Модели и спецификации компрессоров в Aspen HYSYS.
9. Модели и шаблоны колонн, эксперт ввода данных колонны.
10. Определение минимального числа теоретических тарелок колонны.
11. Боковые операции модели колонны.
12. Модели и спецификации реакторов в Aspen HYSYS.
13. Типы реакций в Aspen HYSYS.
14. Виды отчетности и способы вывода результатов моделирования.
15. Алгоритм характеристики нефти.
16. Инструменты характеристики нефти в Aspen HYSYS.
17. Характеризация нефти в Assay Management.
18. Характеризация нефти в Oil Manager.

#### 7.3.3. Критерии выставления оценок на итоговом зачете

Результаты сдачи итогового зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» означают успешное прохождение аттестационного испытания.

При выставлении оценок на итоговом зачете используют следующие критерии, представленные в таблице 1.

Таблица 1

**Критерии выставления оценок на итоговом зачете**

Оценка	Критерий
<b>«ЗАЧТЕНО»</b>	Слушатель продемонстрировал фактологическое усвоение материала и умение аргументировано обосновать теоретические постулаты и методические решения, но и умеет решать задачи в рамках формируемых программой компетенций. При ответе (решении заданий) демонстрирует содержание программы, владеет основными ее понятиями, знает особенности ее предмета, имеет представление об его особенностях и специфике. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
<b>«НЕ ЗАЧТЕНО»</b>	Слушатель на фоне базовых (элементарных) знаний продемонстрировал лишь базовое умение решать стандартные

	(элементарные) задачи или НЕ имеет базовых (элементарных) знаний и не умеет решать стандартные (элементарные) задачи. При ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала программы. Не информирован или слабо разбирается в проблемах и / или не в состоянии наметить пути их решения.
--	---

## **8. Методические материалы**

### **Методические рекомендации слушателям по прохождению обучения по программе**

Обучение по программе предполагает изучение курса на аудиторных занятиях (лекции, практические занятия). Практические занятия предполагают их проведение в различных формах с целью выявления полученных знаний, умений, навыков и компетенций с проведением контрольных мероприятий, описанных в учебном плане программы.

С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

- знакомит с новым учебным материалом,
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания,
- систематизирует учебный материал,
- ориентирует в учебном процессе.

#### Подготовка к лекции:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции,
- узнайте тему предстоящей лекции (по программе, по информации лектора),
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке,
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

#### Подготовка к практическим занятиям:

- внимательно прочитайте материал лекций, относящихся к данному практическому занятию, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям,
- выпишите основные термины,
- уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до практического занятия) во время текущих консультаций преподавателя.

Учтите, что:

- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- настоящая программа в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована вами в качестве ориентира в организации обучения.

#### Подготовка к промежуточной и итоговой аттестации

К промежуточной и итоговой аттестации необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить материал программы в период непосредственно перед сдачей зачета (экзамена), как правило, показывают не слишком удовлетворительные результаты.

В самом начале освоения программы обучающийся должен познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- данной программой;
- перечнем знаний и умений, которыми должен владеть слушатель;
- планами занятий лекционного и семинарского типа;
- рекомендуемыми учебными изданиями и электронными ресурсами.

После этого у обучающегося должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по программе. Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционного и семинарского

типа позволит успешно освоить материал программы и создать хорошую базу для получения удовлетворительного результата на аттестации.