

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Эксплуатация насосных и компрессорных станций

Направление подготовки/ специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело»		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Нефтегазовое дело		
Специализация	«Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

И. о. заведующего кафедрой - руководителя Отделения нефтегазового дела на правах кафедры		И.А .Мельник
Руководитель ООП		О.В. Брусник
Преподаватель		А.Л. Саруев

2020 г.

1. Роль дисциплины в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Код результата освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
					Код	Наименование
Эксплуатация насосных и компрессорных станций	9	ПК(У)-3	Способность эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Р3	ПК(У)-3.В3	Владеет навыками эксплуатации и обслуживания технологического оборудования насосных и компрессорных станций.
					ПК(У)-3.У3	Умеет: эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование насосных и компрессорных станций
					ПК(У)-3.33	Знает основное технологическое оборудование насосных и компрессорных станций.
		ПК(У)-14	Способность проводить диагностику, текущий и капитальный ремонт технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	Р4 Р7	ПК(У)-14.В1	Навыками расчета некоторых технических характеристик нефтегазоперекачивающих агрегатов
					ПК(У)-14.У1	Выбирать оптимальные способы управления насосно-компрессорного оборудования в зависимости от требуемых объемов поставки продукции по магистральным нефтегазопроводам с соблюдением принципов энерго- и ресурсосбережения
					ПК(У)-14.31	Компоновку и принцип работы оборудования насосных и компрессорных станций

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Работу перекачивающих станций на трубопровод. Эксплуатацию насосов. Эксплуатацию перекачивающих	ПК(У)-3	Раздел (модуль) 1. Введение. Назначение и классификация насосов. Основные параметры насосов	Защита практических работ Защита лабораторных работ Тестирование 1

	станций и их систем. Эксплуатацию центробежных газоперекачивающих агрегатов. Эксплуатацию компрессорных станций и их систем		Раздел (модуль) 6. Эксплуатация технологических объектов, вспомогательных систем и технологических трубопроводов НС магистральных трубопроводов	Экзамен
РД2	Умеет выбирать насосы для подпорных насосных станций ГНПС. Выполнять расчет оптимального количества работающих вентиляторов АВО газа	ПК(У)-3	Раздел (модуль) 2. Центробежные насосы	Защита практических работ Защита лабораторных работ Контрольная работа 1 Экзамен
			Раздел (модуль) 7. Центробежные компрессорные машины (ЦКМ)	
РД3	Владеет основными положениями по эксплуатации магистральных и подпорных насосов и объектов, входящих в их комплексы	ПК(У)-14	Раздел (модуль) 3. Поршневые насосы	Защита практических работ Защита лабораторных работ
			Раздел (модуль) 5. Нефтеперекачивающие станции	
			Раздел (модуль) 4. Область применения насосов различного типа	
РД4	Владеет нормативно – технической базой систем проектирования компрессорных агрегатов и задачами прогнозирования технического состояния компрессорных агрегатов	ПК(У)-3	Раздел (модуль) 8. Общие сведения о роторных компрессорах	Защита практических работ Защита лабораторных работ
			Раздел (модуль) 9. Поршневые компрессоры	
РД5	Владеет типовыми техническими решениями по проектированию нефтеперекачивающих и компрессорных станций	ПК(У)-3	Раздел (модуль) 10. Компрессорные станции	Защита практических работ Защита лабораторных работ Контрольная работа 2 Реферат Экзамен
			Раздел (модуль) 11. Эксплуатация КС магистральных трубопроводов	
			Раздел (модуль) 12. Техническое обслуживание и ремонт магистральных подпорных и вспомогательных насосов	

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтингом-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Зачет, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Опрос	

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
2.	Защита практических работ	Вопросы: 1. Понятие относительной плотности газа по воздуху. 2. Как определяется расчетное расстояние между КС? 3. Как определить среднюю температуру газа? 4. Среднее давление в линейном участке трубопровода. 5. Выбор типа ГПА. 6. Как определить внутреннюю мощность, потребляемую ЦН? 7. Опишите явление кавитации? 8. Объясните природу возникновения кавитации в насосе? 9. Что называется кавитационным запасом? 10. Что такое первый и второй критические кавитационные запасы? 11. Что называют допустимым кавитационным запасом? 12. От чего зависит кавитационный запас насоса? 13. Что называют геометрической высотой всасывания насоса? 14. Для чего определяется вакуумметрическая высота всасывания насоса? 15. Каким прибором контролируется вакуумметрическая высота всасывания на насосной установке? 16. Что показывает характеристика центробежного насоса? 17. Главная задача подпорного насоса. 18. Кинематическая вязкость. 19. Что такое коэффициент быстроходности насоса? 20. Что необходимо для нормальной (безкавитационной) работы основного насоса? 21. Какую характеристику будет иметь система из двух насосов, соединенных соответственно последовательно или параллельно? 22. В чём состоит метод регулирования перепуском? 23. Регулирование режима работы НПС дросселированием. 24. Регулирование режима работы НПС изменением числа оборотов ротора. 25. Методы ступенчатого регулирования. 26. Метод регулирования изменением диаметра рабочего колеса. 27. Мощность, потребляемая НПС в целом.
3.	Защита лабораторных работ	Вопросы: 1. Для каких целей проводят технологические испытания насоса? 2. Что называется характеристикой насоса? 3. Какие функции изображены на характеристике насоса?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий			
		4. Какие способы и приборы применяются для измерения подачи насоса? 5. Что называется напором насоса и как определяется напор насоса? 6. Что такое гидравлическая мощность и ее отличие от мощности на валу насоса? 7. Как проверяется работоспособность манометра и вакуумметра? 8. По какому принципу работают мотор-весы при определении крутящего момента на валу? 9. Как определяется мощность на валу насоса? 10. Что такое угловая скорость, и в каких единицах измерения она выражается? 11. Как находится рабочий объем поршневого насоса? 12. Как определить теоретическую (идеальную) подачу кривошипно-шатунного поршневого двухцилиндрового насоса двухстороннего действия? 13. Как определяется коэффициент подачи поршневого насоса? 14. Как определить теоретическую подачу трехцилиндрового насоса одностороннего действия? 15. Как будут изменяться показатели поршневого насоса, если начать постепенно перекрывать нагнетательную задвижку? 16. Изобразите и опишите индикаторную диаграмму поршневого насоса? 17. Какие параметры насоса можно определить по индикаторной диаграмме? 18. Что произойдет, если в поршневом насосе удалить всасывающий клапан? 19. Какими способами можно регулировать подачу кривошипно-шатунных поршневых насосов? 20. Чем отличается теоретическая подача насоса от действительной? 21. Почему гидравлическая мощность насоса меньше мощности на валу? 22. Как увеличить коэффициент подачи насоса? 23. Какой параметр находится по площади индикаторной диаграммы насоса? 24. Какие функции приводятся на графике характеристики поршневого насоса? 25. Какие КПД определяют потери мощности в насосе? 26. Для чего необходимо знать технические данные установки? 27. Какие приборы используются при испытаниях поршневого насоса? 28. Какие параметры измеряются при испытаниях насоса? 29. Какие параметры рассчитываются по результатам опытов? 30. Где могут применяться поршневые насосы? 31. Почему поршневые насосы не применяются на нефтепроводах?			
4	Тестирование №1	№ задания	Вопрос	Вариант ответа	
		1		1	Показывающие.

			Виды контрольно измерительных приборов, применяемых на компрессорах	2	Самопишущие.				
				3	Дифференциальные.				
		2	Основное назначение абсорберов на компрессорных станциях?	1	Очистка воды.	2	Осушка газа.	3	Очистка газа.
		3	Помещение компрессорной станции должно иметь:	1	Постоянно действующую систему приточной вентиляции.				
				2	Постоянно действующую систему вытяжной вентиляции.				
				3	Постоянно действующую систему приточно-вытяжной вентиляции.				
		4	К динамическим насосам относятся:	1	Лопастные, струйные, электромагнитные.				
				2	Возвратно-поступательные, поршневые и плунжерные, крыльчатые.				
				3	Возвратно-поступательные, поршневые, плунжерные и диафрагменные.				
		5	При параллельном включении насосов увеличивается	1	Подача.				
				2	Давление.				
				3	Напор.				
		6	От чего зависит давление, развиваемое центробежным насосом?	1	от температуры				
				2	от скорости вращения рабочего колеса				
				3	от плотности жидкости				
5	Контрольная работа 1	Теоретическая часть		Практическая часть					
		1. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций. 2. Организация эксплуатации оборудования нефтеперекачивающих станций. 3. Организация и планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и сооружений нефтеперекачивающих станций. 4. Эксплуатация компрессорного агрегата. 5. Автоматизация компрессорных станций. 6. Монтаж основного и вспомогательного оборудования на КС.		Задача 1. Найти потерю напора на трение $h_{тр}$ при транспорте нефти по трубопроводу с наружным диаметром $d=720$ мм, толщиной стенки – 10 мм, с абсолютной шероховатостью $\Delta=0,11$ мм, протяженностью $L=50$ км. расход нефти $Q=380$ м ³ /ч, вязкость нефти $\nu = 1,1$ сСт. Задача 2. (Q-H) - характеристика центробежного насоса НМ 1250-260 с диаметром рабочего колеса 440 мм имеет вид: $H = 331 - 0,451 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$, а другого насоса той же марки, но с диаметром рабочего колеса 465 мм – вид: $H = 347 - 0,451 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2$. Какую характеристику будет иметь система этих насосов, соединенных последовательно (и параллельно)? Задача 3. Определите гидравлический уклон участка нефтепровода ($D=820$ мм, $\delta=10$ мм, $\Delta=0,2$ мм), перекачивающего нефть ($\nu=5,5$ сСт), с расходом 2500 м ³ /ч. Как изменится гидравлический уклон, если с тем же расходом по участку будут перекачивать более вязкую нефть ($\nu=15$ сСт)? Задача 4. Выполнить расчет магистрального газопровода для перекачки $Q_T=30,7$ млрд.м ³ /год протяженностью $L=1210$ км. Средняя температура грунта на глубине заложения оси газопровода составляет $T_0=278K$, средняя температура воздуха $T_{возд}=283K$. Газопровод прокладывается в смешанных грунтах ($K_{ср}=1$ Вт/ (м ² ·К)).					

			Выбрать рабочее давление, определить количество компрессорных станций и расстояние между ними. Выполнить уточненный тепловой и гидравлический расчет участка газопровода между двумя компрессорными станциями. Выбрать тип ГПА и произвести расчет режима работы КС. Задача 5. Выполнить расчет магистрального нефтепровода, предназначенного для работы в системе трубопроводов ($k_{нп} = 1,05$) с годовой производительностью $G_r = 15$ млн. т/год. Протяженность нефтепровода (перевальные точки отсутствуют) равна $L = 918$ км, разность геодезических отметок составляет $\Delta z = z_K - z_H = 208 - 136 = 72$ м. По нефтепроводу транспортируется нефть со свойствами: $\rho_{293} = 860,0$ кг/м³, $\nu_{273} = 33,4$ мм²/с, $\nu_{293} = 7,5$ мм²/с; расчетная температура перекачки составляет $T_p = 275$ К. Допустимое рабочее давление принять равным $P_{доп} = 6,4$ МПа. Подобрать стандартный диаметр трубопровода и насосное оборудование. Рассчитать толщину стенки трубы. Определить потери напора при заданном объеме перекачки. Построить совмещенную характеристику нефтепровода и перекачивающих станций. Определить число перекачивающих станций и выполнить их расстановку на сжатом профиле трассы.
6	Контрольная работа №2	Теоретический раздел 1. Техническое обслуживание и ремонт магистральных подпорных и вспомогательных насосов. 2. Техническое обслуживание и ремонт запорной арматуры объектов магистральных нефтепроводов. 3. Техническое обслуживание и ремонт вспомогательной системы. 4. Техническое обслуживание и ремонт газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. 5. Диагностирование ГПА в процессе работы и при выполнении ремонта 6. Обвязка ГПА технологическими трубопроводами.	Практический раздел Задача 1. Подобрать основные и подпорные насосы для ГНПС нефтепровода производительностью G, предназначенные для подачи нефти от пункта ее добычи до системы трубопроводов. Характеристика линейной части нефтепровода: диаметр $D \times \delta$, протяженность - L, разность геодезических отметок - Δz, гидросопротивление - H_n. Характеристика площадки ГНПС: геодезическая отметка резервуарного парка - Z_p, геодезическая отметка подпорной НС - Z_n, геодезическая отметка основной НС - Z_o. Характеристика перекачиваемой нефти при температуре перекачки: Плотность - ρ, вязкость - ν, давление насыщенных паров P_s. Задача 2. НПС короткого нефтепровода оснащена одним подпорным насосом и 3-мя основными насосами, работающими в режиме последовательного соединения. Требуется выбрать наиболее экономичный режим работы станции при снижении объемов перекачки на короткий период на X %. Основные насосы – НМ 3600-230; подпорные насосы – НПВ 3600-90; плотность перекачиваемой нефти $\rho = 850$ кг/м³; величина снижения объемов перекачки $X = 12$ %. Задача 3. При проектировании насосной станции внешней перекачки для подачи нефти из резервуарных парка нефтепромыслов на ГНПС нефтепровода предварительно выбран насос.

			Требуется проверить выполнение условия бескавитационной работы насоса, пользуясь справочными данными. При невыполнении указанного условия предложить возможные решения, обеспечивающие его выполнение. По одному из предложенных решений выполнить расчеты с определением требуемого значения параметра, изменение которого позволит добиться бескавитационной работы насоса. Задача 4. Подобрать ГПА для КС магистрального газопровода производительностью $Q_{год}$. Характеристика линейной части газопровода: диаметр D; протяженность L. Вблизи КС имеется n независимых источников электроэнергии, каждый из которых удален от КС на расстояние l_i. Задача 5. Произвести расчет режима работы КС с одноступенчатым сжатием. Станция оснащена ГПА, тип и рабочее количество которых приведены в исходных данных. Производительность КС составляет Q. Характеристика газа на входе КС: относительная плотность по воздуху - Δ, температура - T_1, давление P_1. Характеристика атмосферного воздуха: давление - P_a, температура - T_a.
28	Реферат	Темы: 1. Вспомогательные системы перекачивающих станций. 2. Трубопроводная арматура, применяемая на насосных и компрессорных станциях. 3. Учёт нефти и нефтепродуктов на НПС.	
29	Экзамен по дисциплине	Экзаменационный билет № X1 1. Генеральный план НПС. 2. Оборудование, устанавливаемое на резервуарах различного типа. 3. Задвижки клиновые (конструкция, достоинства и недостатки).	
		Экзаменационный билет № X2 1. Компоновка компрессорных цехов. 2. Системы очистки технологического газа, эксплуатация пылеуловителей. 3. Система разгрузки и охлаждения торцевых уплотнений магистрального насоса.	
		Экзаменационный билет № X3 1. Технологическая схема газотурбинного компрессорного цеха с неполнонапорными центробежными нагнетателям. 2. Система откачки утечек от торцевых уплотнений насосных агрегатов НПС. 3. Система сглаживания волн давления (система сглаживания ударной волны типа АРКРОН).	

5. Методические указания по процедуре оценивания

№	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Опрос на лекциях	Опрос студентов проводится для оценки общего уровня компетенций, сформированных ранее в 1-5 семестрах ООП по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» в рамках понимания первичных вопросов об объектах трубопроводного транспорта нефти, газа и продуктов переработки

№	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		Общее количество лекций – 12, за активное участие в которых студент получает 1 баллу (итого 12 баллов)
2.	Защита практических работ	Защита практических работ проводится с использованием данных заданий и теоретического материала во время аудиторной и самостоятельной работы студентов. Студенты выполняют задание, оформляют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетным работам в НИ ТПУ и отвечают на вопросы преподавателя. Всего 12 ПР. При выполнении задания ПР и полном ответе на вопросы преподавателя за одно ИДЗ студент получает 2 балла (итого 24 баллов).
3.	Защита лабораторных работ	Защита лабораторных работ проводится во время аудиторной и самостоятельной работы студентов. Студенты выполняют задание, оформляют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетным работам в НИ ТПУ и отвечают на вопросы преподавателя. Всего 6 ЛБ. При выполнении ЛБ и полном ответе на вопросы преподавателя за 1 ЛБ студент получает 3 балла (итого 18 баллов)
4.	Контрольные работы	Контрольные работы проводятся на практических занятиях в течение 15 минут. Всего 2 контрольные работы. При полном ответе студентов на все вопросы и решение задачи студент получает 8 баллов (итого 16 баллов). Студенты готовятся на основе лекционного, практического материалов и нормативно-технической документации.
5.	Тестирование	Тестирование проводится в начале лекций в течение 10 минут. Всего 1 тестирование (итого 5 баллов). При правильном ответе студент получает 5 баллов. Всего 1 тестирование. Студенты готовятся на основе лекционного, практического материалов и нормативно-технической документации.
6.	Реферат	Подготовка и защита реферата по заданной тематике является инструментом, позволяющим в конце теоретического обучения в период проведения 2-ой конференц-недели получить дополнительно 5 баллов.
7.	Экзамен	Экзамен проводит с период экзаменационной сессии. При полном ответе на вопросы экзаменационного билета, включающего 2 вопроса, студент получает 20 баллов, которые плюсятся для подведения итога рейтинговой оценки по дисциплине в целом.