

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ  
(филиал) государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Югорский государственный университет»

**ПМ 02. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Тема 5 Электрооборудование промыслов**

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной  
формы обучения по специальности  
21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

ОДОБРЕНЫ

Предметной цикловой комиссией  
специальных технических дисциплин  
Протокол № 1 от 12.09 2019г.  
Председатель ПЦК

Шарипова И.А. Шарипова

УТВЕРДЖЕНЫ

Заседанием методсовета  
Протокол № 1 от 17.09.2019  
Председатель методсовета

Савватеева Савватеева Н.И.

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения по **ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования Тема 5 Электрооборудование промыслов** разработаны в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Организация-разработчик: Нефтеюганский индустриальный колледж (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет»

Разработчик: Е.А Королькова- преподаватель НИК (филиал) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

## СОДЕРЖАНИЕ

№п/п	Наименование разделов	Стр.
1	Пояснительная записка	4
2	Содержание обучения по профессиональному модулю ПМ.02	6
3	Контрольная работа	9
4	Рекомендуемая литература	15

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения по специальности 21.02.01 Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений разработаны на основании рабочей программы **ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования.**

В результате освоения ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования темы 5 Электрооборудование промыслов обучающийся должен:

### **уметь:**

- читать электрические схемы технологического оборудования;
- выбирать электрооборудование технологических установок в соответствии с условиями эксплуатации, работая со справочной литературой

### **знать:**

- электрооборудование технологических установок;
- требования, предъявляемые к электрооборудованию, размещенному во взрывоопасных зонах;
- основные правила эксплуатации и безопасного обслуживания электрооборудования технологических установок.

### **На изучение темы отводится:**

Для очной формы обучения предусматривается 60 часов аудиторных занятий, в том числе 30 часов отводится на выполнение лабораторно-практических работ, на выполнение самостоятельной работы отводится 30 часов.

Для заочной формы обучения предусматривается 12 часов аудиторных занятий в том числе 6 часов отводится на выполнение лабораторно-практических работ, на самостоятельную работу 78 часов.

Учебным планом предусмотрена 1 контрольная работа.

Итоговая аттестация проводится в форме **дифференцированного зачета.**

Для освоения знаний и умений ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования по теме 5 Электрооборудование промыслов необходимо изучить материал, представленный в тематическом плане.

### **Требования к выполнению и оформлению контрольной работы**

1. К выполнению контрольной работы приступать только тогда, когда требуемый материал тщательно изучен.
2. Контрольная работа предусматривает 30 вариантов. Вариант контрольной работы должен соответствовать номеру списка в журнале.
3. Каждый вариант контрольной работы включает три задания: решение двух задач и ответ на один теоретический вопрос.
4. Контрольная работа должна быть правильно оформлена: на обложке тетради указывается МДК и тема, по которой выполняется контрольная работа, специальность, вариант, ФИО студента и преподавателя.
5. В тетради необходимо оставить поля, в конце 1-2 страницы для рецензии.

6. Контрольная работа должна быть написана грамотно (без стилистических и грамматических ошибок), не должно быть ошибок по существу предмета.
7. В начале работы указывается номер варианта, затем вопрос и ответ на поставленный вопрос. Каждое новое задание необходимо начинать с новой страницы. При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами. Записи выполняются четко и разборчиво.
8. Допускается выполнение контрольной работы на листах формата А4. Текст печатается на одной стороне листа, параметры шрифта: гарнитура шрифта – Times New Roman, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный); параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -1,25 см, межстрочный интервал – полуторный; поля: верхнее и нижнее поля – 20 мм, левое поле 30 мм, правое – 15 мм;
9. В конце контрольной работы указывается перечень литературы, которой студент пользовался при выполнении контрольной работы (фамилия автора, название книги и год издания).
10. По всем вопросам, которые возникают в процессе изучения материала и выполнения контрольной работы, следует обращаться к преподавателю за консультацией.
11. Контрольная работа должна быть предоставлена в учебную часть в срок, указанный в учебном графике.
12. Выполненная контрольная работа оценивается оценкой «зачтено» или «не зачтено». Контрольная работа, выполненная небрежно, не по своему варианту возвращается студенту без проверки.
13. При возврате контрольной работы студент должен внимательно прочитать рецензию преподавателя, выполнить все его рекомендации и советы. Исправления необходимо выполнить в той же тетради и сдать контрольную работу повторно.
14. Студенты, не выполнившие контрольную работу, к зачету не допускаются.

## Содержание обучения по профессиональному модулю ПМ.02

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) <i>(если предусмотрены)</i>	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>ПМ 02. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования</b>			
<b>МДК 02. 01. Эксплуатация нефтегазопромыслового оборудования</b>			
<b>Тема 5. Электрооборудование промыслов</b>			
<b>5.1 Электроснабжение нефтяных промыслов</b>		<b>4 \ 6 \ 6</b>	
Общая характеристика системы электроснабжения нефтепромысловых объектов Типовые схемы электроснабжения нефтепромысловых объектов.		4	
Практическая работа № 5.1 Изучение особенностей системы электроснабжения нефтепромысловых объектов		2	2
Практическая работа № 5.2 Основные конструктивные элементы воздушных и кабельных линий		4	2
Самостоятельная работа № 5.1 Оформление отчета по практической работе № 5.1 с помощью ПК		2	
Самостоятельная работа № 5.2 Оформление отчета по практической работе № 5.2 с помощью ПК		4	
<b>5.2 Особенности устройства электроустановок во взрывоопасных зонах</b>		<b>4 \ 4 \ 4</b>	
Классификация взрывоопасных смесей и зон. Виды и уровни взрывозащиты электрооборудования. Общая характеристика взрывобезопасного оборудования		4	2
Практическая работа № 5.3 Изучение маркировки взрывозащищенного оборудования по ПИВЭ и ПИВРЭ		2	2
Практическая работа № 5.4 Выбор электрооборудования по условиям работы во взрывоопасных зонах		2	2
Самостоятельная работа № 5.3 Оформление отчета по практической работе № 5.3 с помощью ПК		2	
Самостоятельная работа № 5.4 Оформление отчета по практической работе № 5.4 с помощью		2	

	ПК		
	<b>5.3.Электротехнический комплекс установок насосной добычи нефти</b>	<b>4 / 6 / 6</b>	
	Электрооборудование установок погружных центробежных насосов и винтовых насосов. Электрооборудование установок погружных винтовых и диафрагменных насосов.	4	2
	Практическая работа № 5.5 Определение времени пуска электродвигателя погружного насоса и построение механической характеристики двигателя	2	2
	Практическая работа № 5.6 Выбор двигателя для погружного винтового насоса по условиям работы	2	2
	Практическая работа № 5.7 Выбор электродвигателя погружного диафрагменного насоса по условиям работы	2	2
	Самостоятельная работа № 5.5 Оформление отчета по практической работе № 5.4 с помощью ПК	2	
	Самостоятельная работа № 5.6 Оформление отчета по практической работе № 5.6 с помощью компьютера	2	
	Самостоятельная работа № 5.7 Оформление отчета по практической работе № 5.7 с помощью ПК	2	
	<b>5.4 Электрооборудование насосных станций поддержания пластового давления</b>	<b>6 \ 6 \ 6</b>	
	Электрооборудование водозаборных станций первого подъема. Электрооборудование насосных станций второго и третьего подъема. Электрооборудование насосных станций по закачке воды в нефтяные пласты	6	
	Практическая работа № 5.8 Составление структурной схемы электротехнического комплекса насосной станции первого подъема	2	2
	Практическая работа № 5.9 Составление структурной схемы электротехнического комплекса насосной станции второго и третьего подъема	2	2
	Практическая работа № 5.10 Изучение схемы управления электрическим двигателем насоса ЦНС - 500	2	2
	Самостоятельная работа № 5.8 Оформление отчета по практической работе № 5.8 с помощью компьютера	2	
	Самостоятельная работа № 5.9 Оформление отчета по практической работе № 5.9 с помощью компьютера	2	
	Самостоятельная работа № 5.10 Оформление отчета по практической работе № 5.10 с помощью компьютера	2	
	<b>5.5 Электрообезвоживающие и электрообессоливающие промышленные установки</b>	<b>4 / 4 / 4</b>	
	Электрооборудование групповой замерной установки и блочной сепарационной установки.	4	

	Электрообезвоживающие и электрообессоливающие промышленные установки.		
	Практическая работа № 5.11 Составление перечня электрооборудования ГЗУ и БСУ	2	2
	Практическая работа № 5.12 Сравнение технических характеристик вертикального и горизонтального электродегидратора.	2	2
	Самостоятельная работа № 5.11 Оформление отчета по практической работе № 5.11 с помощью компьютера	2	
	Самостоятельная работа № 5.11 Оформление отчета по практической работе № 5.11 с помощью компьютера	2	
	<b>5.6 Электрооборудование для снижения фильтрационного сопротивления призабойной зоны нефтяных скважин</b>	<b>2 / - / -</b>	
	Электроустановки для тепловой обработки призабойной зоны и депарафинизации нефти	2	
	<b>5.7 Электрооборудование компрессорных и насосных станций магистральных трубопроводов</b>	<b>6 / 4 / 4</b>	
	Электрооборудование компрессорных магистральных трубопроводов. Электрооборудование насосных станций магистральных трубопроводов	6	
	Практическая работа № 5.13 Изучение электрической схемы электроснабжения компрессорных станций магистральных трубопроводов	2	2
	Практическая работа № 5.14 Составление перечня электрооборудования насосных станций магистральных трубопроводов	2	2
	Самостоятельная работа № 5.13 Оформление отчета по практической работе № 5.13 с помощью компьютера	2	
	Самостоятельная работа № 5.14 Оформление отчета по практической работе № 5.14 с помощью компьютера	2	

## Контрольная работа

### Задание 1.

Производственный механизм приводится в движение 3-х фазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

Определите время разгона электропривода до скорости, соответствующей на естественной характеристике статическому моменту, построить механическую характеристику двигателя, найти значение пускового тока двигателя и выбрать автомат защиты.

Исходные данные для расчета по вариантам приведены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные

№ варианта	$P_{ном},$ кВт	$P_{ном},$ об/мин	$M_{кр}/M_{ном}$	$M_n/M_{ном}$	$J_{дв},$ кгм <sup>2</sup>	$M_{ст}/M_{ном}$	$J_{мех}/J_{дв}$
1	15	975	2,2	2	0,18	0,7	0,4
2	18	970	2,2	2	0,22	0,8	0,3
3	30	1460	2,2	2	0,23	0,8	0,3
4	30	975	2,2	2	0,45	0,7	0,4
5	37	980	2,2	2	0,75	0,8	0,2
6	45	980	2,2	2	1,15	0,75	0,35
7	55	980	2,2	2	1,26	0,8	0,2
8	65	970	2,2	2	1,23	0,7	0,3
9	75	1475	2,2	2	1,02	0,7	0,45
10	11	975	2,2	2	0,14	0,9	0,3
11	11	730	2,2	1,4	0,18	0,9	0,3
12	15	730	2,0	1,2	0,25	0,7	0,4
13	18,5	975	2,2	1,2	0,22	0,8	0,3
14	22	975	2,4	1,3	0,4	0,8	0,3
15	22	2940	2,5	1,4	0,7	0,8	0,3
16	37	980	2,3	1,2	0,74	0,8	0,2
17	45	985	2,1	1,2	1,16	0,75	0,35
18	55	985	2,1	1,2	1,26	0,8	0,2
19	90	985	2,2	1,4	3,38	0,7	0,3
20	22	1470	2,3	1,4	0,19	0,8	0,3
21	110	2970	2,2	1,2	1,09	0,7	0,3
22	45	2945	2,5	1,4	0,168	0,75	0,35
23	15	1465	2,3	1,4	0,1	0,7	0,4
24	90	590	1,8	1,0	9,33	0,7	0,3
25	30	590	1,9	1,2	1,36	0,8	0,35
26	18,5	735	2,2	1,2	0,4	0,8	0,3
27	15	730	2,0	1,2	0,25	0,7	0,4
28	37	735	2,0	1,2	1,16	0,8	0,2
29	75	2940	2,5	1,3	0,19	0,7	0,45
30	55	2940	2,5	1,3	0,16	0,8	0,2

### Методические указания к выполнению задания 1

На основании уравнения движения электропривода разгон закончится, когда  $M_{дв}=M_{ст}$  что соответствует определенной точке на естественной механической характеристике.

Время пуска определяется по формуле:

$$t_{п} = J \omega_{ст} / (M_{ср п} - M_{ст}) \quad (1)$$

где  $J$  – общий момент инерции привода

$$J = J_{дв} + J_{мех} = (1 + 0,3) J_{дв} \quad (2)$$

$M_{ср п}$  – момент средний пусковой

$$M_{ср п} = 0,5(M_{кр} + M_{н}) \quad (3)$$

$\omega_{ст}$  – скорость на естественной характеристике, до которой разгонится двигатель с заданным  $M_{ст}$ . определяется по значению  $S_{ст}$ .

$$S_{ст} = S_{ном} M_{ст} / M_{ном} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} * M_{ст} / M_{ном} \quad (4)$$

$$n_2 = (1 - S_{ст})n_1 \quad (5)$$

Для удобства расчетов в ходе решения задачи лучше подставлять значения моментов в относительных единицах и только при вычислении времени значения момента перевести в именованные единицы, для этого необходимо определить  $M_{ном}$ .

$$M_{ном} = 9,55 P_{ном} / n_{ном} \quad H_m \quad (6)$$

Частота вращения вала  $n$  связана с угловой скоростью соотношением

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (7)$$

## Задание 2

На нефтеперекачивающей станции установлены четыре насоса, в том числе один резервный с параметрами в таблице 2 при температуре окружающей среды: +25°C; температура земли: +15°C.

Определить:

1. Мощность двигателя для привода насоса и выбрать двигатель, записать его данные, расшифровать марку двигателя.
2. Сечение кабеля для электрического привода насоса, расшифровать марку кабеля.
3. Мощность трансформатора для питания НПС, выбрать трансформатор,
4. Определить сечение питающей линии по экономической плотности тока и выбрать мерку провода.

Исходные данные для расчета по вариантам приведены в таблице 2.

Таблица 2 Основные характеристики насоса

№ п/п	Производительность насоса (м <sup>3</sup> /сек)	Напор (м)	КПД насоса (о.е.)	Удельный вес перекачиваемой жидкости (н/м <sup>3</sup> )
01	0,2	100	0,8	9500
02	0,44	80	0,84	8700
03	0,0167	500	0,7	9300
04	0,1	320	0,72	7900
05	0,058	370	0,72	8200
06	0,1	180	0,77	8800
07	0,05	200	0,78	9200
08	0,033	200	0,66	9000
09	0,14	160	0,79	8600
10	0,018	240	0,55	8500
11	0,08	190	0,76	8900
12	0,18	120	0,81	9000
13	0,0097	50	0,55	8600
14	0,033	500	0,62	9100
15	0,06	200	0,8	9100
16	0,058	200	0,72	8900
17	0,1	50	0,76	8300
18	0,0097	80	0,52	8700
19	0,167	320	0,75	8800
20	0,277	125	0,8	9200
21	0,033	125	0,68	9300
22	0,44	80	0,84	9400
23	0,07	200	0,77	9000
24	0,16	140	0,82	8500
25	0,058	80	0,74	9500
26	0,0097	125	0,5	8400
27	0,1	200	0,72	8500
28	0,018	50	0,63	8300
29	0,167	125	0,8	8100
30	0,033	50	0,72	8000

### Методические указания к выполнению задания 2

Расчетная формула для определения мощности двигателя центробежного насоса:

$$P = \frac{QH\rho \cdot 9,81}{0,8 \cdot 1} \cdot K_3 \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

где Q – производительность насоса [ $\text{м}^3/\text{с}$ ],  
 H – напор (м),  
 ρ – плотность перекачиваемой жидкости ( $\text{н}/\text{м}^3$ ),  
 - КПД насоса,  
 - КПД передачи,  
 $K_3$  – коэффициент запаса

Удельный вес жидкости и плотность имеют следующую зависимость:

$$\gamma = \rho \cdot 9,81 \text{ [Н/м}^3\text{]} \quad (9)$$

Коэффициент запаса принимаем  $K_3 = 1,1$ , тогда

$$P = \frac{0,1 \cdot 100 \cdot 9000}{0,8 \cdot 1} \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} = 213,7 \text{ (кВт)}$$

2. Для выбора двигателя необходимо знать условие выбора для привода насоса, условием выбора является  $P_p$  меньше или равно  $P_n$

$P_n$  – номинальная паспортная мощность двигателя (кВт)

Помещения нефтенасосных станций взрывоопасны и относятся к классу В-1А. Устанавливаемое в них электрооборудование должно быть во взрывозащитном исполнении.

При мощности двигателя до 160 кВт применяется короткозамкнутые асинхронные двигатели. Во взрывонепроницаемом исполнении на напряжении до 660 В.

Для насосов, требующих мощности выше 160-220 кВт и более, применяются двигатели на напряжение 6 кВ в исполнении, продуваемом под избыточным давлением, короткозамкнутые асинхронные и синхронные двигатели в нормальном исполнении с установкой за пределами взрывоопасного помещения.

Большинство центробежных насосов соединяются непосредственно с приводным двигателем, рабочие колеса которые имеют большую частоту вращения, чаще всего 1500-3000 об/мин.

Исходя из перечисленных условий выбираем двигатель и записываем его данные по каталогу.

3. Рассматриваемая насосная станция по требуемой надежности электроснабжения относится ко 2-ой категории сложности и может быть запитана как от однострансформаторной так и от двухтрансформаторной подстанции. Поскольку имеется по условию задачи только 3 рабочих насоса, принимаем схему питания потребителей от однострансформаторной подстанции.

4. Определим расчетную мощность потребителей методом расчетных коэффициентов. Мощность вспомогательных механизмов на насосной станции, как правило, не превышает 5% от номинальной мощности. Поэтому этими значениями в расчете пренебрегаем.

Значение расчетной мощности находим по формуле:

$$P_p = \sum P_n \cdot K_c \quad (10)$$

где  $\sum P_n$  – суммарная номинальная мощность потребителей насосной,

$K_c$  – коэффициент спроса

Принимаем  $K_c$

Находим реактивную мощность по формуле:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg} \varphi \quad (11)$$

Коэффициент мощности электроприемника (см. данные по двигателю)  $\cos \varphi$

Значения  $\varphi$  можно определить и по таблицам.

Находим полную мощность по формуле:

$$S_p = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (12)$$

5. Находим мощность трансформатора из следующего условия - оптимальная нагрузка трансформатора на предприятиях нефтяной и газовой промышленности принимается.  $K_3 = 0,6 \dots 0,8$

$$K_3 = \frac{S_p}{S_{mp}} \quad (13)$$

6. Выбираем по каталогу трансформатор из условия  $S$  меньше или равно  $S_H$  Ближайшее стандартное значение. Выбираем по справочнику двухобмоточный трансформаторе масляным охлаждением.

Выписываем технические характеристики трансформатора.

Питание силового трансформатора осуществляется чаще всего воздушной линией.

7. Для определения сечения питающей линии со стороны 6 кВ необходимо знать расчетное значение тока. Оно может быть определено по формуле.

$$P_p = \sqrt{3} I_p U \cos \varphi \quad (14)$$

Для определения сечения питающего провода согласно ПУЭ следует пользоваться выражением:

$$q = \frac{I_p}{I_s} (\text{мм}^2) \quad (15)$$

где  $I_p$  - расчетная сила тока нагрузки на проводник (А )

$I$  - экономическая плотность тока (А/мм<sup>2</sup>).

Экономическая плотность тока берется из таблиц, она зависит от типа линии, географического расположения, а также от продолжительности использования максимума нагрузки.

Метод определения сечения проводов по экономической плотности тока является приближенным поэтому условие выбора является условие  $q_{\text{станд}}$  меньше или равно  $q_p$ .

Выбираем провод.

### Задание 3

Письменно ответить на теоретический вопрос по вариантам, приведенным в таблице 3

Таблица 3 Теоретический вопрос

№ варианта	Наименование вопроса
1	Потери энергии в элементах электроустановок.
2	Учет электроэнергии и ее оплата.
3	Пускорегулирующие и защитные аппараты.
4	Категории надежности электроснабжения потребителей.
5	Электробур – устройство, принцип работы.
6	Назначение и принцип работы защитного заземления.
7	Распределение электрической энергии на буровых установках.
8	Особенности устройства электроустановок во взрывоопасных зонах.
9	Электроснабжение установок с ЭЦН.
10	Погружные электрические двигатели и станции управления ПЭД.
11	Световые приборы и области их применения.
12	Коэффициент мощности и способы его повышения.
13	Выключатели высокого напряжения.
14	Комплектные распределительные устройства и трансформаторные подстанции.
15	Регулирование частоты вращения электродвигателей.
16	Аппаратура ручного управления электродвигателей.
17	Защита электродвигателей.
18	Электрооборудование с взрывонепроницаемой оболочкой.
19	Электропривод ротора.
20	Установки электронагрева призабойной зоны нефтяных скважин.
21	Электрооборудование установок промышленной подготовки нефти.
22	Электрические источники света.
23	Назначение измерительных трансформаторов, их виды и типы.
24	Организация электромонтажных работ.
25	Электродвигатели для станков-качалок.
26	Дизель – электрический привод.
27	Основные конструктивные элементы ЛЭП.
28	Электрооборудование искробезопасного исполнения.
29	Замкнутые системы автоматизированного электропривода.
30	Электропривод буровых насосов.

#### *Методические указания к выполнению задания 3*

Задание состоит из теоретического вопроса, для его выполнения рекомендуется использовать литературу, указанную в перечне. Объем задания не должен превышать 1-1,5 страницы.

## Литература

### Основная

1. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий: учебник / Ю.Д. Сибикин. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 405 с. — Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1003810>
2. Электрическое и электромеханическое оборудование: учебник / В.П. Шеховцов. — 3-е изд. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 407 с. — (Среднее профессиональное образование). - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/989903>

### Дополнительная

1. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 138 с. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/924688>
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 262 с. - Текст: электронный. - URL: - <http://znanium.com/catalog/product/944357>