

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Горных машин и электромеханических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №10 от 27 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ВОДООТЛИВНЫЕ УСТАНОВКИ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Горные машины и оборудование

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Непомнящих
Кирилл Андреевич
Дата подписания: 02.05.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Храмовских Виталий
Александрович
Дата подписания: 26.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Водоотливные установки» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность рационально эксплуатировать горные машины и оборудование различного функционального назначения в различных климатических, горно-геологических и горно-технических условиях	ПКС-2.7
ПКС-6 Способность выполнять расчеты технологических процессов, производительности технических средств комплексной механизации работ, пропускной способности транспортных систем горных предприятий, составлять графики организации работ и календарные планы развития производства	ПКС-6.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.7	Осуществляет организацию и принимает участие в рациональной эксплуатации водоотливных установок	Знать знать правила безопасности, предъявляемые к эксплуатации водоотливных установок; - нормативные документы, регламентирующие безопасные условия эксплуатации; - требования, предъявляемые к оборудованию водоотливных установок; - основные принципы обеспечения экологической безопасности; - основные условия для обеспечения рационального и комплексного использования оборудования водоотливных установок. Уметь Уметь - организовать безопасную эксплуатацию водоотливных установок в соответствии с руководящими документами; - разрабатывать и реализовывать мероприятия по повышению экологической безопасности при строительстве и эксплуатации водоотливных установок; - эксплуатировать оборудование и технические системы обеспечения

		эффективной и безопасной работы; - определять неисправности водоотливных установок и предлагать варианты решения возникающих проблем; - поддерживать работоспособность установки на требуемом уровне; - определять и устанавливать эффективные режимы работы водоотливной установки в зависимости от сезонных условий. Владеть методами снижения антропогенных факторов на окружающую среду при строительстве водоотливных установок; - методами обеспечения экологической и промышленной безопасности при эксплуатации водоотливных установок; - методами контроля для оценки технического состояния водоотливных установок; - методами определения основных эксплуатационных свойств и характеристик насосов; - базовыми знаниями в области технических наук, изучающих процессы, протекающие в водоотливных установках.
ПКС-6.9	Производит проектирование и расчеты водоотливных установок	Знать научную, нормативную техническую литературу описывающую устройство насосов, применяемых на горных предприятиях; - параметры, виды применяемых насосов в горной промышленности; - принцип работы и физические процессы, (теории, описывающие работу лопастного колеса), протекающие в насосах; - виды регулирующей и коммутационной арматуры; - требования, предъявляемые к рабочему режиму, условиям эксплуатации водоотливных установок; - виды, состав, классификацию, область применения водоотливных установок; - требования, предъявляемые к рабочим режимам и условиям эксплуатации водоотливных установок; -

		нормативную, техническую документацию регламентирующую эксплуатацию водоотливных установок; - факторы, влияющие на работу насосов. Уметь проектировать водоотливные установки под конкретные условия эксплуатации; - проектировать водоотливные установки в соответствии с нормативно-технической документацией; - пользоваться контрольно-измерительными приборами; - проводить оценку технического состояния насосных агрегатов и оборудования водоотливной установки; - проводить монтаж, наладку и испытания водоотливных установок; - поддерживать рабочий режим, отвечающий экологическим нормам. Владеть основами проектирования водоотливных установок, для различных горно-геологических условий; - навыками проектирования водоотливных установок; - средствами для проведения мониторинга технического состояния водоотливных установок.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Водоотливные установки» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Технологии горных работ», «Эксплуатация горного оборудования», «Механизация подземных горных работ», «Механизация открытых горных работ»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Транспортные системы горного производства», «Автоматизация электромеханических систем», «Проектная деятельность»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64

лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 10

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 1. Общие сведения о шахтных водоотливных установках.	1	2			6, 9	10	1, 2, 3, 4	38	Устный опрос
2	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема.2. Основы теории лопастных насосов	2	4							Письменный опрос
3	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 3. Работа лопастных насосов на внешнюю сеть	3	4			4	4	5	6	Контрольная работа
4	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 4. Рабочие процессы объемных насосов и насосов трения	4	2			3	2			Устный опрос
5	Раздел 1	5	6			1, 2	6			Реферат

	Шахтные водоотливные установки Тема 5. Центробежные насосы главных водоотливных установок									
6	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 6. Вспомогательные насосы и насосы проходческого водоотлива	6	2			7	4			Устный опрос
7	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 7. Компоновка оборудования водоотливных установок	7	6			5, 8	6			Устный опрос
8	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 8. Проектирование водоотливных установок	8	6							Контрольная работа
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		32				32		44	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 10

№	Тема	Краткое содержание
1	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 1. Общие сведения о шахтных водоотливных установках.	Назначение и общее устройство водоотливных установок. Схемы водоотлива. Эксплуатационные параметры и напорные характеристики насосов. Классификация насосов.
2	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема.2. Основы теории лопастных насосов	Общее устройство и принцип действия лопастных насосов. Уравнение теоретического напора лопастного насоса. Теоретическая напорная характеристика лопастного насоса. Потери энергии в лопастном насосе и его действительные характеристики. Подобие и типовые гидромеханические характеристики лопастных насосов. Коэффициент быстроходности лопастных насосов.
3	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 3.	Баланс энергии во внешней сети и ее напорная характеристика. Определение и анализ рабочего режима водоотливной установки. Кавитация при

	Работа лопастных насосов на внешнюю сеть	работе лопастных насосов. Кавитационные режимы и допустимая высота всасывания насосов. Параллельное и последовательное соединение насосов. Определение местоположения перекачивающих станций. Регулирование рабочего режима лопастных насосов.
4	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 4. Рабочие процессы объемных насосов и насосов трения	Общее устройство и классификация поршневых насосов. Теоретический и действительный рабочие циклы поршневого насоса. Неравномерность подачи возвратно-поступательных насосов. Допустимая высота всасывания и частота циклов поршневых насосов. Струйные насосы (гидроэлеваторы и эжекторы). Эрлифты.
5	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 5. Центробежные насосы главных водоотливных установок	Конструкции рабочих колес и подводов центробежных насосов. Осевая сила в центробежных насосах и способы ее уравнивания. Уравнивание радиальных сил и конструкции отводов лопастных насосов. Конструкции и параметры горизонтальных центробежных насосов. Вертикальные скважинные центробежные насосы ЭЦВ, ЦТВ.
6	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 6. Вспомогательные насосы и насосы проходческого водоотлива	Винтовые насосы. Вихревые насосы. Поршневые насосы и насосы за-мещения. Подвесные и переносные проходческие насосы. Подпиточные, заливочные и очистные насосы.
7	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 7. Компоновка оборудования водоотливных установок	Трубопроводы и коммутационная трубная арматура. Коммутационные схемы главных водоотливных установок. Компоновка насосных станций главных водоотливных установок. Оборудование скважинных водоотливных установок. Оборудование иглофильтровых водоотливных установок. Водоотлив при строительстве шахтных стволов.
8	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки Тема 8. Проектирование водоотливных установок	Общие положения и нормативы проектирования водоотливных установок. Оценка водопритоков в горные выработки и водосборники. Эксплуатационный расчет основного оборудования водоотливных установок. Способы заливки насосов перед пуском. Электрооборудование и системы управления водоотливных установок.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 10

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Рабочие колеса центробежных насосов.	2
2	Центробежные насосы типа Д, ЦН, ЦНС, К.	4
3	Поршневые насосы.	2
4	Параллельное и последовательное соединение насосов.	4
5	Трубопроводы, арматура, соединительные части, коммутационные схем главных водоотливных установок.	4
6	Электрооборудование и автоматическое управление насосами.	4
7	Винтовые, вихревые, очистные, заливочные, подпиточные, проходческие насосы.	4
8	Способы заливки насосов перед пуском.	2
9	Расчет и проектирование водоотливных установок шахт и карьеров.	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 10

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	10
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	9
3	Подготовка к зачёту	10
4	Подготовка к практическим занятиям	9
5	Расчетно-графические и аналогичные работы	6

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=7906>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=7906>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 10 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 3 Работа лопастных насосов на внешнюю сеть.

Описание процедуры: Процедура выполнения контрольной работы предполагает несколько взаимосвязанных этапов:

- организационный. Определение темы, цели, задачи и содержания контрольной работы;
- теоретический. Сбор, анализ, обобщение материала по теме работы. Обоснование актуальности изучаемой проблемы. Определение основных рабочих понятий;
- практический. Для последовательного и параллельного соединения насосов определить действительный рабочий режим. Для последовательного соединения определить место расположения перекачивающего насоса.
- аналитический. Формулировка выводов по контрольной работе;
- оформительский. Работа выполняется графически на листах формата А4. После сдаётся преподавателю для проверки, при отсутствии замечаний допускается к защите.
- защита контрольной работы.

Вопросы для контроля:

1. Виды соединений насосов?
2. Для каких условий используют последовательное соединение?
3. Для каких условий используют параллельное соединение?
4. Схемы параллельного соединения насосов?
5. Как выполняется построение характеристики параллельного соединения двух разных насосов?
6. Схемы параллельного соединения?
7. Смешанное соединение?
8. Способы определения местоположения перекачивающих станций?
9. Чем грозит близкое расположение насосов друг к другу?
10. Чем ограничивается удаление перекачивающего насоса от головного?
11. Перечислите этапы и их содержание, при определении места перекачивающей станции методом пьезометрических напоров;
12. Перечислите этапы и их содержание, при определении места перекачивающей станции методом избыточных напоров;
13. Перечислите этапы и их содержание, при определении места перекачивающей станции методом путевых расходов;

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 8 Проектирование водоотливных установок.

Описание процедуры: Процедура выполнения контрольной работы предполагает несколько взаимосвязанных этапов:

- организационный. Определение темы, цели, задачи и содержания контрольной работы;
- теоретический. Сбор, анализ, обобщение материала по теме работы. Обоснование актуальности изучаемой проблемы. Определение основных рабочих понятий;
- практический. Производится расчёт и выбор основного оборудования главной водоотливной установки предприятия. Определяются: типы и количество насосов; параметры внешней сети; рабочий режим водоотливной установки; выполняются проверки рабочего режима согласно методике (устойчивость, отсутствие кавитации, экономичность).
- аналитический. Формулировка выводов по контрольной работе;
- оформительский. Работа выполняется в соответствии с требованиями СТО 005-2020, графическая часть на листах формата А4. После сдаётся преподавателю для проверки, при отсутствии замечаний допускается к защите.
- защита контрольной работы.

Вопросы для контроля:

1. Что такое нормальный и максимальный приток воды, от чего они зависят, каково их соотношение?
2. Напишите формулу для определения производительности и напора насоса?
3. Коэффициент водообильности, как он определяется?
4. Напишите уравнение внешней сети и поясните физический смысл входящих в него параметров.
5. Как находится рабочий режим насоса на внешнюю сеть трубопровода?
6. Когда используется последовательная работа двух насосов, приведите пример?
7. Как строится характеристика и находится действительный рабочий режим последовательно соединённых насосов.
8. Что такое положительная и отрицательная высота всасывания, поясните рисунком?
9. Как зависит высота всасывания от высоты местности над уровнем моря, температуры воды, плотности жидкости?
10. Что такое кавитация в насосе, причины возникновения и последствия?
11. Как определить диаметры всасывающего и напорного трубопроводов? Напишите формулу.
12. Напишите формулу для определения мощности двигателя насоса, поясните смысл входящих величин?
13. Сколько насосов должно быть установлено в насосной камере главной водоотливной установки шахты?
14. Почему возникает осевое усилие в насосе, куда оно направлено? Способы уравнивания осевого усилия?

Критерии оценивания.

Оценка «отлично» выставляется за контрольную работу, в которой:

- выполнены все разделы контрольной работы;
- отражена актуальность рассматриваемой темы, верно, выполнены основные расчёты;
- в заключении сформулированы развёрнутые, самостоятельные выводы по работе;
- получены полные и точные ответы на заданные вопросы;
- работа оформлена в соответствии с требованиями СТО 005-2020;
- работа выполнена в установленный срок.

Оценка «хорошо» выставляется за контрольную работу, в которой:

- выполнены все разделы контрольной работы;
- отражена актуальность рассматриваемой темы, верно, выполнены основные расчёты,
- допустимы незначительные ошибки;
- в заключении сформулированы общие выводы;
- работа оформлена в соответствии с требованиями СТО 005-2020. Допустимы отдельные погрешности стиля;
- получены верные ответы на большинство заданных вопросов;

Работа выполнена в установленный срок.

Оценкой «удовлетворительно» оценивается контрольная работа, в которой:

- выполнены все разделы контрольной работы;
- отражена актуальность рассматриваемой темы, верно, выполнены основные расчёты;
- допустимы ошибки, исправленные после проверки;
- в заключении сформулированы общие выводы;
- работа оформлена в соответствии с требованиями СТО 005-2020, в ней имеются орфографические и пунктуационные ошибки, погрешности стиля;

- ответы на заданные вопросы носят поверхностный характер;
- работа выполнена в установленный срок.

Оценкой «неудовлетворительно» оценивается контрольная работа, в которой большая часть требований не выполнена.

6.1.2 семестр 10 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 2 Основы теории лопастных насосов. Описание процедуры: В конце лекции (примерно за 15 минут до завершения) проводится письменный опрос, студентам задаются вопросы, по теме лекции. Ответы на вопросы отражают степень усвоения нового материала, определяют слабо усвоенные вопросы пройденного материала, что даёт возможность преподавателю корректировать учебный процесс. По результатам письменного опроса студенты имеют возможность самостоятельно оценить, насколько хорошо или плохо усвоен материал новой темы, и при необходимости поработать с дополнительной литературой.

Вопросы для контроля:

1. Что такое нормальный и максимальный приток воды в шахту, приведите факторы, влияющие на приток воды в шахту? Физический смысл коэффициента водообильности, как он определяется?
2. Начертить схему главной водоотливной установки шахты, основные элементы. Требования ЕПБ.
3. Начертить схему закольцевания трубопроводов в насосной камере.
4. Назначение водосборника. Определение объёма и способы очистки?
5. Гидравлический удар в трубопроводе, гасители гидравлических ударов?
6. Причины образования кавитации в насосе, пути её устранения?
7. Совместная работа насоса и сети.
8. Параллельная и последовательная работа 2-х насосов на одну сеть.
9. Положительная и отрицательная высота всасывания.
10. Влияние плотности жидкости, температуры, высоты местности на высоту всасывания.
11. Вывод уравнения Эйлера для рабочего колеса.
12. Дать физический смысл характеристики насосов $H=f(Q)$, $\eta=f(Q)$, $N=f(Q)$.
13. Привести законы пропорциональности для турбомашин.
14. Зависимость между напором и скоростью воды в трубопроводе. Уравнение сети $H=f(Q)$.

Критерии оценивания.

Ответ студента оценивается одной из следующих оценок: «зачтено», «не зачтено».

Оценки «зачтено» заслуживает студент:

- давший полный ответ;
- изложивший материал грамотным языком, используя терминологию изучаемой дисциплины;
- правильно выполнивший рисунки, чертежи, графики, сопутствующие ответу;
- подтвердивший усвоение ранее изученных вопросов;
- отвечавший самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя.

Оценка «не зачтено»

Такой оценки заслуживают ответ студента, носящий несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа задаваемых ему вопросов.

6.1.3 семестр 10 | Реферат

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 5 Центробежные насосы главных водоотливных установок.

Описание процедуры: На первом занятии студентам предлагаются темы для написания реферата. Выполнение реферативной работы предполагает самостоятельный анализ научных технических и других источников, рассматривающих вопросы выбранной темы. Реферат должен содержать: титульный лист; содержание; введение; основную часть; заключение; список использованных источников.

Защита реферата проводится в форме доклада на практическом занятии.

Перечень тем для реферата:

- проблема очистки вод в системах шахтного водоотлива;
- комплекс оборудования для очистки в системах шахтного водоотлива;
- конструкции подводов и отводов ЦН (влияние на рабочие параметры насоса);
- типы и классификация водоотливных установок;
- автоматизация водоотливных установок;
- вспомогательные насосы и насосы проходческого водоотлива;
- основные причины отказов центробежных насосов;
- конструкции уплотнительных узлов ЦН;
- гидравлический удар (причины, способы борьбы, чем опасен ГУ для системы водоотлива);
- установка центробежных насосов;
- водоотлив и понижение уровня грунтовых вод;
- способы коммутации оборудования главной водоотливной установки;
- пути понижения вибрации при работе центробежных насосов;
- динамические насосы;
- эксплуатация насосных установок;
- вакуумные центробежные насосы (область применения, принцип действия, основные рабочие параметры);
- подшипниковые узлы центробежных насосов.

Критерии оценивания.

Реферат оценивается по пяти бальной системе. Оценивается оригинальность, актуальность и полнота использованных источников, системность излагаемого материала, логика изложения и убедительность аргументации, оформление, своевременность срока сдачи, защита реферата перед аудиторией. При своевременной защите работа оценивается наивысшим баллом, при опоздании на 1 неделю балл снижается на 1, при опоздании на 2 недели балл снижается ещё раз на 1. При опоздании более чем на 2 недели работа не оценивается.

6.1.4 семестр 10 | Устный опрос

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 1 Общие сведения о шахтных водоотливных установках.

Описание процедуры: Перед началом лекции проводится устный опрос, студентам задаются вопросы, по теме прошедшей лекции. Ответы студентов на вопросы отражают степень усвоения нового материала и являются маркерами для определения слабо усвоенных разделов дисциплины. Это в свою очередь даёт возможность преподавателю

корректировать ход учебного занятия. По результатам устного опроса студенты имеют возможность самостоятельно оценить, насколько хорошо или плохо усвоен материал новой темы, и при необходимости поработать с дополнительной литературой самостоятельно.

Вопросы для контроля:

1. Какие требования ЕПБ предъявляются к главной водоотливной установке шахты?
2. Сколько насосов и трубопроводов принимаются для главной водоотливной установки?
3. Кислотная вода. Как оценивается степень её кислотности? Какие материалы для насосов и труб надо применять при этом?
4. Какие материалы идут на изготовление рабочих колёс и корпусов насосов для перекачки абразивных сред?
5. Виды схем водоотлива?
6. Классификация водоотливных установок?
7. Эксплуатационные параметры насосов?
8. Способы преобразования энергии в насосах?
9. Классификация насосов?
10. В чем отличие динамических от объёмных насосов

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 4 Рабочие процессы объёмных насосов и насосов трения.

Описание процедуры: Перед началом лекции проводится устный опрос, студентам задаются вопросы, по теме прошедшей лекции. Ответы студентов на вопросы отражают степень усвоения нового материала и являются маркерами для определения слабо усвоенных разделов дисциплины. Это в свою очередь даёт возможность преподавателю корректировать ход учебного занятия. По результатам устного опроса студенты имеют возможность самостоятельно оценить, насколько хорошо или плохо усвоен материал новой темы, и при необходимости поработать с дополнительной литературой самостоятельно.

Вопросы для контроля:

1. Охарактеризуйте жидкости, перекачиваемые объёмными насосами.
2. Конструкции поршневого насоса одностороннего и двухстороннего действия, область их применения?
3. Высота всасывания и подъёма у поршневого насоса? От чего они зависят?
4. Конструкция пневматического насоса, область его применения?
5. Нарисуйте схему эрлифта, поясните принцип работы?
6. Нарисуйте схему водоструйного насоса, расскажите принцип его работы, область применения?

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 6 Вспомогательные насосы и насосы проходческого водоотлива.

Описание процедуры: Перед началом лекции проводится устный опрос, студентам задаются вопросы, по теме прошедшей лекции. Ответы студентов на вопросы отражают степень усвоения нового материала и являются маркерами для определения слабо усвоенных разделов дисциплины. Это в свою очередь даёт возможность преподавателю корректировать ход учебного занятия. По результатам устного опроса студенты имеют возможность самостоятельно оценить, насколько хорошо или плохо усвоен материал новой темы, и при необходимости поработать с дополнительной литературой самостоятельно.

Вопросы для контроля:

1. Конструкция винтового насоса, область его применения?
2. Конструкция рабочего органа винтового насоса?

3. Принцип работы винтового насоса?
4. Величина напора винтового насоса, чем она ограничивается?
5. Смазка рабочей пары ротор – обойма?
6. Недостатки винтовых насосов?
7. Вихревые насосы конструкция, принцип действия?
8. Виды вихревых насосов?
9. Конструкция рабочего органа вихревого насоса?
10. Условный КПД рабочего процесса вихревого насоса?
11. Недостатки вихревых насосов?

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 7 Компоновка оборудования водоотливных установок.

Описание процедуры: Перед началом лекции проводится устный опрос, студентам задаются вопросы, по теме прошедшей лекции. Ответы студентов на вопросы отражают степень усвоения нового материала и являются маркерами для определения слабо усвоенных разделов дисциплины. Это в свою очередь даёт возможность преподавателю корректировать ход учебного занятия. По результатам устного опроса студенты имеют возможность самостоятельно оценить, насколько хорошо или плохо усвоен материал новой темы, и при необходимости поработать с дополнительной литературой самостоятельно.

Вопросы для контроля:

1. Требования к схеме автоматизации водоотлива. Датчики уровня. Реле контроля заливки, производительности.
2. Виды арматура трубопроводов водоотливных установок?
3. Предназначение обратного клапана?
4. Предназначение сальникового компенсатора?
5. Предназначение вантуза?
6. От чего зависит размер насосной камеры? как он определяется?
7. Как уменьшить количество твёрдых частиц попадаемых в насос?
8. От чего зависит выбор схемы коммутации?

Критерии оценивания.

Ответ студента оценивается одной из следующих оценок: «зачтено», «не зачтено».

Оценки «зачтено» заслуживает студент:

- давший полный ответ;
- изложивший материал грамотным языком, используя терминологию изучаемой дисциплины;
- правильно выполнивший рисунки, чертежи, графики, сопутствующие ответу;
- подтвердивший усвоение ранее изученных вопросов;
- отвечавший самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя .

Оценка «не зачтено»

Такой оценки заслуживают ответ студента, носящий несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа задаваемых ему вопросов.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы)
----------------------------------	---------------------	-------------------

		оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.7	Студент успешно справился с учебной программой. Правильно выполнил и отчитался по практическим заданиям; подготовил и защитил реферат. Владеет терминологией изучаемой дисциплины. Имеет сформулированное целостное восприятие разделов дисциплины и понимает взаимосвязь между ними.	Контрольные вопросы. Выполнение контрольной работы. Подготовка и написание реферата.
ПКС-6.9	Студент успешно справился с учебной программой. Правильно выполнил и отчитался по практическим заданиям; выполнил и защитил расчетно-графическую работу; выполнил контрольную работу; подготовил и защитил реферат. Владеет терминологией изучаемой дисциплины. Имеет сформулированное целостное восприятие разделов дисциплины и понимает взаимосвязь между ними.	Контрольные вопросы. Выполнение контрольной работы. Подготовка и написание реферата. Выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 10, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачёту допускаются студенты, выполнившие программу дисциплины в полном объёме и защитившие контрольные и реферативную работы в установленный срок на положительную оценку. Автоматически зачёт выставляется студентам, выполнившим не менее 75% всех заданий из каждого раздела дисциплины и защитившим контрольную работу на «отлично» и «хорошо». При невыполнении этого требования проводится устный зачёт по предложенным вопросам.

Пример задания:

Вопросы к зачёту теоретические

1. Что такое нормальный и максимальный приток воды в шахту, приведите факторы, влияющие на приток воды в шахту? Физический смысл коэффициента водообильности, как он определяется?
2. Начертить схему главной водоотливной установки шахты, основные элементы. Требования ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА № 116-ФЗ ОТ 21 ИЮЛЯ 1997 Г.
3. Начертить схему закольцевания трубопроводов в насосной камере.
4. Назначение водосборника. Определение объёма и способы очистки. Требования ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА № 116-ФЗ ОТ 21 ИЮЛЯ 1997 Г.

5. Причины и меры предупреждения затопления шахт.
6. Основные элементы конструкции центробежных насосов типа Д.
7. Эксплуатационные параметры этих насосов. Расшифруйте Д 200-90?
8. Основные элементы конструкции спиральных насосов типа ЦН.
9. Эксплуатационные параметры этих насосов. Расшифруйте ЦН-400-210?
10. Основные элементы конструкции центробежных насосов типа ЦНС.
11. Эксплуатационные параметры этих насосов. Расшифруйте ЦНС 38-44; ЦНСК 60-66; ЦНС 38-44÷220?
12. Основные элементы конструкции консольных насосов. Эксплуатационные параметры этих насосов. Расшифруйте К 20/30; К 65-50-160; КМ 20/30, КМ 65-50-160?
13. Охарактеризуйте жидкости, перекачиваемые центробежными насосами.
14. Виды материалов и конструкция рабочих колёс в зависимости от перекачиваемой среды.
15. Вывод уравнения Эйлера для рабочего колеса центробежного насоса?
16. Дать физический смысл характеристики насосов $H=f(Q)$, $\eta=f(Q)$, $N=f(Q)$?
17. Привести законы пропорциональности для турбомашин?
18. Зависимость между напором и скоростью воды в трубопроводе. Уравнение сети $H=f(Q)$.
19. Совместная работа насоса и сети.
20. Параллельная и последовательная работа 2-х насосов на одну сеть?
21. Положительная и отрицательная высота всасывания.
22. Влияние плотности жидкости, температуры, высоты местности на высоту всасывания.
23. Причины образования кавитации в насосе, пути её устранения.
24. Выбор диаметров нагнетательных и всасывающих трубопроводов.
25. Гидравлический удар в трубопроводе, гасители гидравлических ударов.
26. Виды труб для нейтральных и кислотных труб. Коррозионный износ.
27. Перечислите способы заливки насосов.
28. Требования к схеме автоматизации водоотлива. Датчики уровня. Реле контроля заливки, производительности.
29. Эрлифт, водоструйный насос, рото-джет.
30. Принцип работы пневматических насосов вытеснения.
31. Как осуществляется регулирование рабочего режима лопастных насосов?
32. Как выполняется непрерывное регулирование рабочего режима? Достоинства и недостатки?
33. Как выполняется ступенчатое регулирование рабочего режима? Достоинства и недостатки?

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Знание теоретического материала. Контрольная работа и реферат выполнены правильно и в установленные сроки.	Незнание основной части теоретического материала. Студент не выполнил контрольную работу либо реферативную работу.

7 Основная учебная литература

1. Гришко А.П. Стационарные машины и установки : учеб. пособие для вузов по специальности "Горные машины и оборудование" направления подгот. диплом. специалистов "Технол. машины и оборудование" / А.П. Гришко, В.И. Шелоганов, 2004. - 324, [1].

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Попов Валентин Михайлович. Рудничные водоотливные установки / В. М. Попов, 1983. - 304.
2. Попов В. М. Рудничные водоотливные установки : монография / В. М. Попов, 1972. - 304.
3. Рипп Марк Григорьевич. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки : учеб. пособие для горн. спец. вузов / Марк Григорьевич Рипп, А.И. Петухов, А.М. Мирошник, 1968. - 294.
4. Попов Валентин Михайлович. Водоотливные установки : справ. пособие / Валентин Михайлович Попов, 1990. - 253.
5. Гейер Виктор Георгиевич. Шахтные вентиляционные и водоотливные установки : учеб. для вузов по специальности "Горн. машины и комплексы" / Виктор Георгиевич Гейер, Григорий Маркович Тимошенко, 1987. - 269.
6. Пак В. С. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки : учебник для электромеханических специальности горных вузов / В. С. Пак, В. Г. Гейер, 1955. - 352.
7. Водоотливные установки : учебно-методическое пособие для студентов направления 130400 "Горное дело" специализации 130409 "Горные машины и оборудование (ГМ)" / Иркут. гос. техн. ун-т, Заочно-вечер. фак., Каф. гор. машин и электромех. систем, 2014. - 62.
8. Пак В. С. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки : учебное пособие для студентов высших учебных заведений специальности "Горная электромеханика" / В. С. Пак, В. Г. Гейер, 1950. - 428.
9. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки, 1955. - 352.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 9936 Насос центробежный

2. 1002 Насосы МС 30х50
3. Центробежный насос Д 200-90
4. Центробежный насос ЦН 160-120.
5. Центробежный насос ЦНС 38-44
6. Центробежный консольный насос К 65-50-160 (К 20/30).
7. Заливочный погружной насос
8. Винтовой насос ВНВ
9. Погружной секционный насос ЭЦВ 6-10.
10. Трубопроводная арматура (вентили, задвижки, обратные клапаны).
11. Соединительные части (тройники, крестовины, углы, муфты, фланцы, сгоны).
12. Лабораторная установка «Испытание центробежных насосов ЦНС 30-50, К 65- 50-160».
13. Измеритель шероховатости TR200 со свид-ом о поверке
14. Тепловизор "Testo 875-1" (-20 t.....+280 t ;160*120)
15. Пирометр "Кельвин Компакт 200 КМ40"
16. Комплект визуально-измерительного контроля ВИК-1