

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: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Непомнящих
Кирилл Андреевич
Дата подписания: 03.05.2025

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 - 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 - 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	Семес тр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	10	2	8
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	4	0	4
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	94	34	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет		Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ 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	Вводная лекция. Общие сведения о шахтных водоотливных установках.	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Семестр № 6

№ 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	1	2			1	2	1, 2, 3, 4	45	Реферат

	водоотливные установки. Тема 1 Основы теории лопастных насосов.									
2	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 2 Проектирование водоотливных установок.	2	2			2	2	2, 3	15	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4				4		64	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Вводная лекция. Общие сведения о шахтных водоотливных установках.	Выдача задания для самостоятельной работы и материалов для подготовки к выполнению контрольной работы.

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 1 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.
2	Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 2 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 № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Параллельное и последовательное соединение насосов.	2
2	Расчет водоотливных установок шахт и карьеров.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Расчетно-графические и аналогичные работы	34

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
3	Проработка разделов теоретического материала	20
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	20

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>

Дмитриев Е.А. Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям по дисциплине «Стационарные машины». Электронный вид. Иркутск, ИрГТУ, 2013. Методические указания для обучающихся по лабораторным работам.

Чудогашев Е.В., Дмитриев Е.А. Проектирование водоотливных установок шахт и карьеров. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Иркутск: ИрГТУ, 2008. – 72 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

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

Чудогашев Е.В., Дмитриев Е.А., Васильева Т.В. Контрольно-обучающие программы на ЭВМ по дисциплине «Стационарные машины и установки». – Иркутск: ИрГТУ, 2007. – 80 с.

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 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

В конце вводной лекции проводится опрос на понимание изучаемой дисциплины, передуемым требованиям и сроком отчётности контрольных работ и курсового проекта.

Критерии оценивания.

Студент получает отчетку: "зачёт" или "незачёт".

6.1.2 учебный год 6 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 2 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 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 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 срок.

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

6.1.3 учебный год 6 | Реферат

Описание процедуры.

Раздел 1 Шахтные водоотливные установки. Тема 1 Основы теории лопастных насосов. 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.

6.2 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	Контрольные вопросы. Выполнение контрольной работы. Подготовка и написание реферата. Выполнение практических заданий.

	понимает взаимосвязь между ними.	
--	----------------------------------	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, 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.

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 ЕПБ.
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?
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 установленный срок.	Незнание основной части теоретического материала. Студент не выполнил контрольную либо реферативную работы.

7 Основная учебная литература

1. Гришко. Стационарные машины Рудничные водоотливные, вентиляторные и пневматические установки, 2007. - 585.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Попов Валентин Михайлович. Рудничные водоотливные установки / В. М. Попов, 1983. - 304.

2. 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.

3. Попов Валентин Михайлович. Водоотливные установки : справ. пособие / Валентин Михайлович Попов, 1990. - 253.

4. 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.

5. Попов В. М. Рудничные водоотливные установки : монография / В. М. Попов, 1972. - 304.

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.

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 [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200])-поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1002 Насосы MC 30x50
2. 9936 Насос центробежный.
3. Центробежный насос Д 200-90.
4. Центробежный насос ЦН 160-120.
5. Измеритель шероховатости TR200 со свид-ом о поверке
6. Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 "Зонд"
7. Тепловизор "Testo 875-1" (-20 t.....+280 t ;160*120)
8. Пирометр "Кельвин Компакт 200 КМ40"
9. 9936 Насос центробежный
10. Трубопроводная арматура (вентили, задвижки, обратные клапаны)
11. Соединительные части (тройники, крестовины, углы, муфты, фланцы, сгоны).