

Департамент образования и науки Костромской области

областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«КОСТРОМСКОЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

**Методический конкурс педагогических работников образовательных организаций
Костромской области**

**Номинация: Методические разработки по модулю, разделу преподаваемого
предмета (дисциплины, модуля), по тематике воспитательного
мероприятия**

Завьялова Н.А.

**Методическая разработка учебного занятия по
междисциплинарному курсу МДК01.01
«Основы гидрогеологии и технологии гидрогеологических работ»
на тему
*«Выбор параметров водоподъемников, применяемых при
гидрогеологических работах»***

Кострома 2025

Завьялова Н.А. Методическая разработка учебного занятия по междисциплинарному курсу МДК.01.01 Основы гидрогеологии и технологии гидрогеологических работ на тему «Выбор параметров водоподъемников, применяемых при гидрогеологических работах» - РИК ОГБПОУ «Костромской политехнический колледж» - 2025, 35с.

Методическая разработка учебного занятия по междисциплинарному курсу МДК.01.01 Основы гидрогеологии и технологии гидрогеологических работ на тему «Выбор параметров водоподъемников, применяемых при гидрогеологических работах» предназначена для преподавателей. В пособии изложены теоретические основы ключевых компетенций цифровой экономики, основы практического применения технологии на конкретном примере. Представлены технологическая карта учебного занятия, раздаточный материал для проведения урока с применением данной технологии.

Рецензент: Авдеев Илья Сергеевич – главный инженер проекта, ООО «НПП «ВОДИНВЕСТ», г. Кострома

**© Завьялова Н.А. 2025
© ОГБПОУ «Костромской
политехнический
колледж», 2025**

Гарнитура шрифта «Times NewRomanCyr» 14 п, 12 п.
Формат 60x84/18. Кол-во листов 35/18. Кол-во авт. листов 1,0
РИК КПК
Файл «РИК\Документы\2025\Методички\2_metod razrabotka zav'yalova»

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Практико-ориентированные технологии:	6
мост между теорией и опытом.....	6
2. Информационно-коммуникационные технологии на уроке: инструмент развития и успеха	9
3. Обоснование использования различных методов работы	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	15
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ	18
Приложение 1 Технологическая карта урока.....	19
Приложение 2.Конспект урока	22
Приложение 3.Раздаточный материал	31

ВВЕДЕНИЕ

В современном образовательном пространстве, где акцент все больше смещается в сторону формирования компетенций, необходимых для успешной деятельности в реальном мире, практико-ориентированные уроки приобретают особую значимость. Данная методическая разработка представляет собой попытку создать урок, на котором теоретические знания не просто усваиваются, а трансформируются в практические навыки и умения, востребованные на производстве по специальности «Гидрогеология и инженерная геология».

Целью данной разработки является создание и апробация модели урока, на котором тема «Выбор параметров водоподъемников, применяемых при гидрогеологических работах» изучается посредством активного вовлечения обучающихся в практическую деятельность, имитирующую реальную ситуацию. Урок направлен на формирование общих и профессиональных компетенций:

- ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
- ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие (работа с нормативной документацией в профессиональной деятельности; применение современной научной профессиональной терминологии);
- ПК 1.5. Выполнять гидрогеологические исследования (умение пользоваться гидрогеологическими приборами при осуществлении одиночных и кустовых откачек воды из скважин)[1].

Урок разработан в соответствии с основной образовательной программой по специальности среднего профессионального образования, разработанной на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 21.02.09 Гидрогеология и инженерная геология[2].

Актуальность разработки обусловлена необходимостью повышения мотивации обучающихся к обучению, преодоления разрыва между теорией и практикой, а также подготовки к успешной адаптации в быстро меняющемся мире. Практико-ориентированный подход позволяет студентам не просто запоминать информацию, а понимать ее ценность и применимость в реальной жизни, что способствует более глубокому и осознанному усвоению материала.

В методической разработке представлены:

- цели и задачи урока, соответствующие требованиям ФГОС;
- технологическая карта урока с описанием деятельности преподавателя и обучающихся на каждом этапе;
- используемые методы и приемы, обеспечивающие активное вовлечение обучающихся в процесс обучения;
- необходимые материалы и оборудование;
- планируемые результаты обучения, ориентированные на формирование практических навыков;
- конспект урока (приложение 2).

Этапы реализации:

I. Организационный этап

II. Этап актуализации знаний и способов действия

III. Этап формирования новых знаний и способов действия

IV. Этап применения знаний и способов действия

V. Аналитико-рефлексивный этап

Этапы с третьего по пятый дублируются, так как урок имеет 2 идентичные по структуре части.

Данная разработка может оказаться полезной для преподавателей, стремящихся повысить эффективность обучения и сформировать у обучающихся компетенции, необходимые для успешной профессиональной деятельности.

1. Практико-ориентированные технологии: мост между теорией и опытом

Современный мир характеризуется стремительным развитием технологий и высокой конкуренцией на рынке труда. В этих условиях ключевым фактором успеха становится способность быстро адаптироваться к изменениям и эффективно применять полученные знания на практике. Именно поэтому практико-ориентированные технологии (ПОТ) становятся все более востребованными в образовании и профессиональной деятельности.

Практико-ориентированные технологии — это методики и подходы, направленные на формирование у обучающихся и специалистов навыков, необходимых для решения реальных профессиональных задач. Они основаны на активном взаимодействии с реальным миром, использовании практических упражнений, кейсов, проектов, моделировании и симуляциях. В отличие от традиционных методов обучения, ориентированных на передачу теоретических знаний, ПОТ ставят во главу угла формирование практических умений и опыта[6].

Основные принципы практико-ориентированного обучения:

- Активность обучающихся: участие в процессе обучения, самостоятельный поиск решений, экспериментирование и анализ результатов.
- Реальные задачи и контекст: использование задач, приближенных к реальной профессиональной деятельности, с учетом конкретных условий и проблем.
- Коллаборация и командная работа: работа в группах, обмен опытом, совместное решение задач и взаимное обучение.
- Обратная связь и рефлексия: получение регулярной обратной связи о результатах работы, анализ ошибок и планирование дальнейшего развития.
- Индивидуализация обучения: учет индивидуальных особенностей, потребностей и темпа обучения каждого обучающегося.

Преимущества практико-ориентированных технологий:

- **Повышение мотивации и вовлеченности:** практическая направленность обучения делает процесс более интересным и увлекательным, что способствует повышению мотивации и вовлеченности обучающихся.
- **Формирование востребованных навыков:** ПОТ эффективно формирует навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности, такие как критическое мышление, решение проблем, коммуникация, командная работа и лидерство.
- **Улучшение запоминания и понимания:** активное участие в практической деятельности способствует лучшему запоминанию и пониманию теоретического материала.
- **Развитие компетенций, соответствующих требованиям рынка труда:** ПОТ помогают подготовить специалистов, обладающих не только знаниями, но и умениями, необходимыми для успешной работы в конкретной отрасли.
- **Повышение адаптивности к изменениям:** обучение на основе реальных задач развивает способность к анализу, быстрому принятию решений и адаптации к меняющимся условиям.

Примеры практико-ориентированных технологий:

- **Метод проектов:** работа над реальным проектом, требующая планирования, исследования, анализа, разработки решения и представления результатов.
- **Кейс-метод:** анализ реальных ситуаций (кейсов) из профессиональной практики, поиск решений и обоснование выбора.
- **Деловые игры и симуляции:** моделирование реальных производственных или бизнес-процессов для отработки навыков принятия решений и командной работы.
- **Мастер-классы и тренинги:** передача практического опыта экспертами в определенной области.
- **Стажировки и практика:** работа в реальных условиях под руководством опытных специалистов для закрепления теоретических знаний и приобретения практического опыта.

- Дискуссии и дебаты: обсуждение актуальных проблем, обмен мнениями и формирование аргументированной позиции.

- Метод проблемного обучения: создание проблемных ситуаций, требующих самостоятельного поиска решения.

Вызовы и ограничения:

- Трудоемкость: разработка и внедрение ПОТ требуют значительных затрат времени, сил и материальных ресурсов.

- Необходимость в квалифицированных преподавателях: преподаватели должны обладать не только теоретическими знаниями, но и практическим опытом и умением организовывать практическую деятельность.

- Сложность оценки результатов: оценка результатов обучения должна учитывать не только знания, но и сформированные навыки и компетенции, что требует разработки новых подходов к оценке.

- Необходимость интеграции с теорией: важно найти баланс между практической и теоретической составляющими обучения, чтобы обеспечить системное и всестороннее формирование знаний и навыков.

- Разнообразие целевой аудитории: при разработке и реализации ПОТ необходимо учитывать различные уровни подготовки и интересы обучающихся [3].

Практико-ориентированные технологии играют ключевую роль в подготовке специалистов, способных эффективно решать профессиональные задачи и успешно адаптироваться к требованиям современного рынка труда. Несмотря на некоторые сложности и ограничения, преимущества ПОТ очевидны: повышение мотивации, формирование востребованных навыков, улучшение запоминания и понимания материала, а также развитие компетенций, соответствующих требованиям рынка труда. Внедрение ПОТ требует системного подхода, инвестиций в ресурсы и подготовку преподавателей, а также постоянного совершенствования и адаптации к меняющимся условиям. Развитие и широкое применение практико-

ориентированных технологий является важнейшей задачей для системы образования и профессиональной подготовки[5].

2. Информационно-коммуникационные технологии на уроке: инструмент развития и успеха

В эпоху цифровизации информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) стали неотъемлемой частью нашей жизни, проникнув во все сферы деятельности, включая образование. В современном мире преподаватель уже не может ограничиваться традиционными методами обучения, игнорируя возможности, которые предоставляют ИКТ.

Информационно-коммуникационные технологии в образовании — это совокупность методов, способов, программных и технических средств, обеспечивающих возможность сбора, обработки, хранения, распространения и использования информации в образовательном процессе. Это не просто использование компьютера и проектора, а комплексный подход к организации обучения, основанный на активном применении цифровых ресурсов.

Преимущества использования ИКТ на уроке:

- **Повышение наглядности и доступности информации:** использование мультимедийных презентаций, видеороликов, интерактивных карт и других визуальных средств делает материал более понятным и запоминающимся.
- **Активизация познавательной деятельности:** ИКТ позволяют создавать интерактивные уроки с элементами игры, моделирования и экспериментирования, что стимулирует интерес обучающихся к предмету и повышает их вовлеченность в процесс обучения.
- **Индивидуализация обучения:** использование онлайн-платформ, адаптивных тестов и других инструментов позволяет учитывать индивидуальные особенности и потребности каждого студента, предлагая ему персонализированные задания и материалы.

- Развитие навыков XXI века: ИКТ способствуют развитию критического мышления, умения работать с информацией, коммуникативных навыков, креативности и других компетенций, необходимых для успешной жизни в современном мире.
- Расширение доступа к информации: Интернет предоставляет обучающимся неограниченный доступ к образовательным ресурсам, научным статьям, электронным библиотекам и другим источникам информации, что позволяет им самостоятельно изучать интересующие их темы и расширять свой кругозор.
- Повышение мотивации к обучению: современные дети и подростки выросли в цифровой среде и чувствуют себя комфортно при работе с компьютерами и другими устройствами. Использование ИКТ на уроках делает процесс обучения более интересным и увлекательным, что повышает мотивацию к учебе.
- Экономия времени: ИКТ позволяют автоматизировать многие рутинные задачи, такие как проверка тестов, подготовка отчетов и рассылка уведомлений, освобождая время преподавателя для более творческой работы со студентами.
- Развитие ИКТ-компетентности преподавателей и студентов: использование ИКТ на уроках помогает осваивать новые технологии и развивать необходимые навыки для работы в цифровой среде.

Примеры использования ИКТ на уроке:

- Презентации: использование PowerPoint или других программ для создания наглядных и структурированных презентаций с использованием текста, изображений, видео и аудио.
- Интерактивные доски: использование интерактивных досок для проведения групповых занятий, решения задач, создания рисунков и записей.
- Онлайн-тесты и викторины: использование онлайн-платформ для проведения тестов и викторин с автоматической проверкой результатов.

- Образовательные игры и симуляции: использование образовательных игр и симуляций для моделирования реальных процессов и ситуаций.
- Видеоуроки и онлайн-курсы: использование видеоуроков и онлайн-курсов для изучения новых тем и повторения пройденного материала.
- Виртуальные экскурсии: проведение виртуальных экскурсий по музеям, историческим местам и другим интересным объектам.
- Совместная работа над проектами: использование онлайн-сервисов для совместной работы над проектами, обмена информацией и идеями.
- Создание веб-сайтов и блогов: создание веб-сайтов и блогов для публикации работ обучающихся, обмена информацией и общения.

Вызовы и ограничения:

- Недостаточная техническая оснащенность ПОО: во многих колледжах не хватает компьютеров, проекторов и интерактивных досок, а также стабильного доступа к интернету.
- Недостаточная ИКТ-компетентность педагогов: не все преподаватели обладают необходимыми знаниями и навыками для эффективного использования ИКТ на уроках.
- Высокая стоимость программного обеспечения и оборудования: приобретение лицензионного программного обеспечения и современного оборудования требует значительных финансовых затрат.
- Проблема информационной безопасности: использование Интернета и других цифровых ресурсов может представлять угрозу для информационной безопасности обучающихся, поэтому необходимо обучать их правилам безопасного поведения в сети.
- Риск отвлечения внимания: ИКТ могут отвлекать обучающихся от учебного процесса, если не используются правильно и дозированно.
- Зависимость от электроэнергии: использование ИКТ требует постоянного доступа к электроэнергии, что может быть проблемой в сельских районах или в случае аварий.

Информационно-коммуникационные технологии представляют собой мощный инструмент, который может значительно повысить эффективность обучения и сделать его более интересным и увлекательным для обучающихся. Однако для успешного использования ИКТ необходимо решить ряд проблем, связанных с техническим оснащением профессиональных образовательных организаций, ИКТ-компетентностью преподавателей, информационной безопасностью и другими факторами. Правильное и умеренное использование ИКТ, интегрированное в педагогическую практику, открывает новые возможности для развития и успеха как студентов, так и преподавателей. Важно помнить, что ИКТ — это не самоцель, а средство для достижения образовательных целей [4, 7].

3. Обоснование использования различных методов работы

Для реализации планируемых результатов ФГОС, системного формирования у обучающихся универсальных учебных действий, проектирования деятельности преподавателя и обучающихся на учебном занятии составляется технологическая карта учебного занятия, в которой отражается используемая технология обучения (приложение 1).

Общие характеристики применяемых технологий:

- 1) форма организации учебной деятельности — фронтальная, групповая;
- 2) средства обучения — презентация, рабочий макет насоса «Эрлифт», компрессор, раздаточный материал;
- 3) методы обучения — демонстрация, эксперимент, выполнение практических заданий (приложение 3).

Обоснование использования различных методов, приемов и форм работы по этапам учебного занятия, а также формирование общих, профессиональных компетенций.

1. Организационный этап

На организационном этапе данного занятия создается благоприятная атмосфера и настрой обучающихся на работу, так же проводится фиксация

отсутствующих.

С этой целью преподаватель вежливо приветствует студентов: «Здравствуйтесь, ребята», просит старосту перечислить отсутствующих.

II. Этап актуализации знаний и способов действия

Во вступлении дается краткое пояснение актуальности изучения данного материала, где применяются знания по выбору параметров насосов и на каком этапе гидрогеологических изысканий.

Озвучивается тема урока и обучающие цели.

Осуществляется знакомство с основным нормативным документом по изысканию источников водоснабжения на базе подземных вод.

Приводится краткая история открытия эрлифта и изобретения погружного скважинного насоса.

На предыдущем занятии студенты получили знания о физических величинах, используемых при расчетах в гидрогеологии и инженерной геологии, их обозначения и размерности в системе СИ. Проводится актуализация знаний через решение кластера «Параметры насосов». Преподаватель четко формулирует задание. Студент, желающий выйти к доске, озвучивает ответы. При неверном ответе возможность дать правильный ответ дается другим студентам.

III. Этап формирования новых знаний и способов действия.

С помощью презентационного материала дается объяснение нового материала: «Конструкция, принцип работы и выбор параметров эрлифта».

Преподаватель озвучивает новый материал, студенты слушают и записывают основные пункты.

Работа с моделью прибора «Эрлифт» начинается с озвучивания преподавателем инструкции по работе.

Далее вызываются два желающих студента. Им дается задание собрать три конструкции прибора:

1) расположение смесителя на глубину примерно 3 см от поверхности воды – включить, понаблюдать и сделать вывод о работе эрлифта (количестве

откачиваемой жидкости);

2) расположение смесителя по середине емкости – включить, понаблюдать и сделать вывод о работе эрлифта (количестве откачиваемой жидкости);

3) расположение смесителя на дно емкости – включить, понаблюдать и сделать вывод о работе эрлифта (количестве откачиваемой жидкости);

Преподаватель с помощью наводящих вопросов подводит студентов к выводу о производительности эрлифта в зависимости от его конструкции.

IV. Применение. Формирование умений и навыков.

На данном этапе идет формирование умений и навыков, связанных с изучением, анализом и применением табличных данных параметров водоподъемного оборудования.

После объяснения преподавателем методики работы студенты приступают к выполнению практического самостоятельного задания. Форма работы – парная.

По окончании работы проводится проверка. Для этого вызывается студент, который озвучивает свой ответ. При неверном ответе или ответе с ошибками все ошибки разбираются. Приветствуется активность студентов при обсуждении ответов.

V. Аналитико-рефлексивный этап

На данном этапе студентам предлагается ответить на вопросы, позволяющие оценить степень их усвоения нового материала.

Положительный отзыв преподавателя создает у студентов ощущение удовлетворения от работы и желание учиться дальше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данном уроке большее значение имеет практико-ориентированная технология, а информационно-коммуникационная технология является лишь техническим средством визуализации опорных моментов в процессе обучения.

Урок, проведенный с использованием практико-ориентированной технологии, показал высокую эффективность в достижении поставленных целей и задач.

В целом, можно отметить следующие положительные аспекты:

- практическая деятельность вызывает у обучающихся больший интерес, чем пассивное слушание.
- студенты не только усваивают теоретические знания, но и учатся применять их на практике, что способствует формированию компетентностей, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности.
- практические задания требуют от обучающихся анализа ситуации, поиска решений и оценки их эффективности.
- активное участие в деятельности позволяет глубже понять теоретические концепции и увидеть взаимосвязь между теорией и практикой.
- практические задания выполняются в парах, что способствует развитию сотрудничества и взаимопомощи.
- активная деятельность и сотрудничество создают более позитивную и динамичную атмосферу на уроке.

По результатам данного урока можно заключить следующее:

- студенты применили полученные ранее знания о физических величинах, что помогло им продемонстрировать высокий уровень понимания темы и успешно справиться с практическими заданиями;
- приобрели навыки работы с гидрогеологическим оборудованием;
- научились анализировать табличный технический материал и делать выводы о применимости выбранного гидрогеологического оборудования;

– отмечено активное участие студентов в обсуждении, предложении собственных решений, проявлении инициативы и самостоятельности в выполнении задания.

Для дальнейшего развития и совершенствования методики использования практико-ориентированных технологий, необходимо продолжать разрабатывать и внедрять практические задания, которые соответствуют уровню подготовки обучающихся и их интересам, а также следует уделять больше внимания рефлексии и анализу результатов практической деятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основная образовательная программа среднего профессионального образования по специальности 21.02.09 «Гидрогеология и инженерная геология»: организация-разработчик: ОГБПОУ «Костромской политехнический колледж»: экспертные организации: ООО «Проектно-изыскательский институт «Севзапдорпроект», ФГОУ ВО «Российский государственный университет им. Серго Орджоникидзе»: утверждена в 2023 г.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт по специальности среднего профессионального образования 21.02.09 «Гидрогеология и инженерная геология»: утвержден Приказом Минпросвещения России от 05.08.2022 г. № 673.

3. Ветров Ю., Клушина Н. Практико-ориентированный подход // Высшее образование в России. — 2002. — №6. — С. 43–46.

4. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И. Г. Захарова. - 4-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 192 с.

5. Истомина, В. В. О практико-ориентированном обучении в среднем профессиональном образовании [Текст] / В. В. Истомина // Инновационное развитие профессионального образования. — 2019. — № 1 (21). — С. 23–29.

6. Минервин, И. Г. Практико-ориентированная модель подготовки современного специалиста: монография / И. Г. Минервин, С. В. Абрамова, Е. Н. Бояров, А. С. Ломов.– Южно-Сахалинск: изд-во СахГУ, 2014. – 152 с.

7. Полат, Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; под ред. Е. С. Полат. — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 272 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Технологическая карта урока
по МДК 01.01,
тема 1.1 «Гидравлика, гидрометрия и гидрология»**

Тема урока: «Выбор параметров водоподъемников, применяемых при гидрогеологических работах»

Тип урока:

- по основной дидактической цели: *урок изучения и первичного закрепления новых знаний*
- по основному методу (форме) проведения: *лекция с элементами практикума*

Цели:

- обучающие:
 - *выбор приборов для гидрогеологических работ (ПК1.5);*
 - *формирование знаний о конструктивных особенностях, применении, параметров установки и критериях выбора насосов;*
 - *формирование практических умений по работе с табличными данными и полем характеристик насосов.*
- развивающие:
 - *развитие умения выделять существенные признаки понятий;*
 - *развитие умения проводить и наблюдать эксперимент, логически рассуждать, видеть взаимосвязь параметров и результатов выборов параметров;*
- воспитательные:
 - *воспитание ответственности за результат совместной деятельности и уважения к сокурснику при работе в паре;*
 - *развитие внимательности, наблюдательности, пространственного воображения и логического мышления, способного к анализу и быстрому принятию решения, целеустремленности.*

Предметные и межпредметные связи: физика, математика, гидрогеология, бурение.

Оснащение урока: презентационное оборудование, рабочий макет насоса «Эрлифт», компрессор, раздаточный материал.

Педагогические технологии:

- практико-ориентированная технология;
- информационно-коммуникационные технологии.

Формы организации учебной деятельности: фронтальная, групповая

Задачи	Планируемые результаты
1) Определение параметров насосов по условным обозначениям и их единиц измерения.	1) Задание по кластеру выполнено с применением знаний физических величин и их единиц измерения.
2) Усвоение принципа работы и параметров эрлифта на тренировочной технической модели.	2) Успешное выполнение задания по работе на тренировочной модели эрлифта, самостоятельное озвучивание параметров, от которых зависит максимальная производительность эрлифта.
3) Выполнение самостоятельного задания по выбору параметров эрлифта.	3) Задание по выбору параметров эрлифта успешно выполнено с применением знания по работе с табличными данными и переводом единиц измерения.
4) Усвоение устройства, принципов работы, установки и параметров погружного насоса.	4) Успешное выполнение задания по выбору погружного насоса с использованием поля характеристик и сравнения расчетной мощности насоса со справочной.
5) Побуждение рефлексии обучающихся по поводу результатов своей деятельности	5) Самостоятельно формулируют конечный результат своей работы.

Этап	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся	Время, мин
Организационный этап	1) Приветствие 2) Фиксация отсутствующих	1) Приветствие преподавателя 2) Староста озвучивает отсутствующих	5
Этап актуализации знаний и способов действия	1) Озвучивание темы и целей занятия, значения изучения данной темы в профессиональной деятельности 2) Озвучивание задания по	1) Активное слушание 2) Решение кластера, озвучивание ответов одним студентом у доски, остальные осуществляют	10

	кластеру «Параметры насосов»	самопроверку.	
Этап формирования новых знаний и способов действия	1) Объяснение нового материала: «Конструкция, принцип работы и выбор параметров эрлифта» 2) Озвучивание инструкции по работе с моделью прибора «Эрлифт»	1) Активное слушание 2) Работа с моделью прибора «Эрлифт» двумя студентами	10
Этап применения знаний и способов действия	1) Объяснение задания для самостоятельной работы 2) Контроль выполнения задания, консультация при необходимости 3) Проверка ответов	1) Активное слушание 2) Работают с таблицами в парах 3) Озвучивание ответов студентом, другие осуществляют самопроверку	15
Промежуточный итог	1) Озвучивание вопросов по теме занятия	1) Озвучивание ответов студентами	5
Этап формирования новых знаний и способов действия	1) Объяснение нового материала: «Конструкция, принцип работы и выбор параметров погружного насоса»	1) Активное слушание	10
Этап применения знаний и способов действия	1) Объяснение самостоятельного задания 2) Контроль выполнения задания 3) Проверка ответов	1) Активное слушание 2) Работают с материалом «Поле характеристик насоса» 3) Озвучивание ответов студентом, другие осуществляют самопроверку	25
Аналитико-рефлексивный этап	1) Подведение итогов занятия 2) Анализ качественной оценки работы группы 3) Инициирование рефлексии обучающихся по поводу результатов своей деятельности	1) Активное слушание 2) Самостоятельная формулировка конечного результата своей работы	10

КОНСПЕКТ УРОКА

Тема: «Выбор параметров водоподъемников, применяемых при гидрогеологических работах»

Часть 1. Эрлифт

Здравствуйте, ребята!

Староста, перечисли, пожалуйста, отсутствующих.

Слайд 1

При строительстве и эксплуатации скважины на разных этапах для откачек воды применяют следующие водоподъемные устройства: эрлифт и погружной скважинный насос ЭЦВ.

Применение данных устройств входит в состав и методы выполнения гидрогеологических работ указанных в Своде правил по изысканиям источников водоснабжения на базе подземных вод СП 11-108-98. Методика работ с данными устройствами описана в различной справочной литературе.

Начать урок я хочу с небольшой экскурсии в историю.

Открытие эрлифта относится к 1797 г. 226 лет назад и принадлежит германскому горному инженеру Карлу Лошеру. Широкое применение эрлифтов началось в нефтяной промышленности, но в дальнейшем эрлифты начали применять для перекачивания перекачки воды и стоков, агрессивных жидкостей в различных сферах деятельности, в том числе и в гидрогеологии.

А вот изобретение скважинного насоса принадлежит уже выдающемуся российскому изобретателю армянского происхождения Армаису Арутюнову. Произошло это в 1916 г. 107 лет назад.

Армаис Арутюнов армянин, выросший в Грузии, окончил русскую школу. Конечно, погружной насос он изобрел не за одну ночь, а это были долгие годы изучения теоретического материала и экспериментов. С 16 лет он уже занимался практическими поисками – выстригал мамиными ножницами листы железа статора.

Если долго над чем-то думать изучать, искать, экспериментировать, то всегда можно найти что-то новое, открыть что-то полезное для общества.

Сегодня мы тоже с вами поэкспериментируем.

Слайд 2

Давайте запишем общее определение, что такое насос.

НАСОС – это машина, предназначенная для перекачивания жидкости.

Поскольку от работы данного оборудования зависит качественная работа скважины и необходимое количественное водоснабжение потребителя, нужно знать основные параметры насосов и принципы их работы.

Не случайно мы начали изучение Гидравлики с таблицы «Физических величин».

Посмотрим, как вы освоили основные параметры и их единицы измерения.

Перед вами **кластер с основными параметрами насосов**.

Ваша задача по известным трем буквенным обозначениям **H**, **Q** и **N** назвать параметр и его единицу измерения. Буквенное обозначение **η** (эта) – известный, но новый для вас параметр в этой теме, но может быть кто-то и его знает.

Кто готов выйти к доске и проверить свои силы?

H – напор, м.

Q – расход, подача, л/сек, м³/ч, м³/сут.

N – мощность, кВт

η (эта) – КПД, д.ед.

Слайд 3

Сразу после вскрытия водоносного пласта и обсадки скважины трубами для прочистки и промывки скважины применяют эрлифт. Итак, запишите определение эрлифта.

ЭРЛИФТ – воздушный водоподъемник, применяется для отбора воды из скважины.

Запишите основную задачу. Основная его задача – прокачка, промывка воды от песка, ила, глины и других видов загрязнения.

Слайд 4

Рассмотрим принцип работы эрлифта

В скважину опущена **обсадная труба 6**, в которой заключена **водоподъемная труба 5**. В скважине показан статический уровень до подачи воды и динамический уровень после подачи воды. На поверхности от компрессора **по трубе 4** через **форсунку 7** подается сжатый воздух и при этом образуется смесь воздуха и воды.

Водо-воздушная смесь движется вверх вследствие подъемного действия пузырьков воздуха. Пузырьки опережают движение воды и как бы проскальзывают через движущийся поток, увлекая за собой воду. Водо-воздушная смесь изливается через **отражатель 1** в **приемный бачок 2** и далее изливается в направлении **стрелки 3**.

Слайд 5

Эрлифт может быть собран по двум схемам: по схеме **«рядом»** и по схеме **«внутри»**.

По схеме «рядом» водоподъемная и труба для подачи воздуха располагаются рядом, а при сборке **по схеме «внутри»** труба для подачи воздуха располагается внутри водоподъемной трубы.

Работа с технической моделью «Эрлифт»

Предлагаю посмотреть принцип работы эрлифта на технической модели. Данная модель состоит компрессора, двух трубочек, соединенных друг с другом в месте, который называется смесителем, где воздух смешивается с водой и увлекает воду за собой. Смеситель вставляется в резервуар с водой. Конец воздухопроводной трубы подсоединяется к компрессору, конец водоподъемной трубы опускается в пустой резервуар.

Кто готов попробовать собрать эрлифт и откачать воду из одной емкости в другую.

Ваша задача собрать три конструкции прибора:

Первый тип конструкции - расположите смеситель на глубину примерно 3 см. Включите компрессор. Понаблюдайте. Сделайте вывод: о количестве откачиваемой воды.

Второй тип конструкции - расположите смеситель по середине емкости с водой. Включите компрессор. Понаблюдайте. Сделайте вывод: о количестве откачиваемой воды.

Третий тип конструкции - расположите смеситель на дно емкости с водой. Включите компрессор. Понаблюдайте. Сделайте вывод: о количестве откачиваемой воды.

Ответьте на вопросы:

Почему откачка воды в первых двух случаях не дает значительного результата?

От каких трех основных параметров зависит количество откачиваемой воды? (от глубины погружения смесителя, от уровня воды в емкости и от мощности компрессора).

Подготовка к выполнению самостоятельного задания

Слайд 6

Рассмотрим два понятия:

Статический уровень – измеряется через час после бурения скважины, без откачки воды из скважины.

Динамический уровень – измеряется после откачки, когда приток воды в скважину станет равен оттоку, т.е. когда вода в скважине перестанет убывать.

Первоначальное значение динамического уровня до откачки рассчитывается по формулам неустановившейся фильтрации динамики подземных вод.

Слайд 7

Выбор параметров эрлифта

Минимальная глубина установки смесителя эрлифта определяется высотой подъема жидкости (т. е. расстоянием от уровня разлива водно-воздушной смеси до динамического уровня) из выражения:

$$k=H/h$$

H - глубина установки смесителя (от уровня излива), м;

h - динамический уровень;

k - коэффициент погружения;

При высоте подъема воды, а от динамического уровня **h** до **20 м** глубина погружения смесителя в воду **H** должна быть в 2—2,5 раза больше высоты подъема; при высоте подъема воды **более 20 м** — в 1,66 раза больше.

Слайд 8

Объяснение работы с таблицей

Рассмотрим таблицу 1 Параметры эрлифта

В таблице 1 Параметры эрлифта перечислены практически все возможные варианты установки. Данная таблица была составлена на основании обработки опытных данных

В зависимости от коэффициента погружения **k** и динамического уровня **h** ведется подбор параметров эрлифта.

Итак, для максимальной производительности эрлифта необходимо правильно выбрать следующие параметры:

1. Глубину погружения смесителя под динамический уровень **h**, м.
2. Длину воздухопроводной трубы от устья скважины до смесителя **L_{возд. тр.}**, м.
3. Длину водоподъемной трубы **L_{водопод. тр.}**, м.
4. Рабочее давление воздуха в воздухопроводной трубе у скважины **p**, кг/см².
6. Удельный расход воздуха на 1 м³ воды **v₀**, м³.
7. Расход воздуха **W**, м³/мин.
8. Расход энергии для подачи **N₀**, кВт.
- 9). Диаметры труб по схеме «рядом» в мм: (водоподъемные **d_{p1}**, воздухопроводные **d_{p2}**).

Слайд 9

- 10). Компрессор (таблица 2).

Выполнение самостоятельного задания

Задание: по известным данным выбрать параметры эрлифта с целью его максимальной производительности (**работа в тетрадах, в парах**).

Основные исходные данные:

- 1) коэффициент погружения – $k = 2,5$
- 2) минимальная глубина скважины – $H_{скв} = 165$ м
- 3) динамический уровень $H_{дин.} = 60$ м
- 4) расход воды – $Q = 100$ м³/час.

Ответ

1. Глубину погружения смесителя под динамический уровень $h = 90$ м.
2. Длину воздухопроводной трубы от устья скважины до смесителя $L_{возд. тр.} = 150$ м.
3. Длину водоподъемной трубы $L_{водопод. тр.} = 153$ м.
4. Рабочее давление воздуха в воздухопроводной трубе у скважины $p = 9,0$ кг/см².
6. Удельный расход воздуха на 1 м³ воды $v_0 = 6,9$ м³.
7. Расход воздуха $W = 11,5$ м³/мин.
8. Расход энергии для подачи $N_0 = 100$ кВт.
- 9). Диаметры труб по схеме «рядом» в мм (1 дюйм = 2,54 см):
(водоподъемные $d_{p1} = 6$ д = 15,24 см, воздухопроводные $d_{p2} = 1,5$ д = 3,81 см).
- 10). Компрессор - КС-9.

Итак, подведем промежуточный итог занятия.

Ответьте, пожалуйста на вопросы:

- 1). Для чего предназначен эрлифт.
- 2). От выбора каких параметров зависит максимальная производительности эрлифта.

Часть 2. Погружной скважинный насос ЭЦВ

Слайд 10

Погружной скважинный насос ЭЦВ – это гидравлическая машина, обеспечивающая подъем воды из скважины с большой глубины. «ЭЦВ»: Э – электроагрегат. Ц – центробежный. В – для воды.

Применяется при длительных откачках с целью водоснабжения.

Слайд 11

Устройство погружного насоса ЭЦВ

Рабочее колесо с лопастями - основной исполнительный механизм, связанный с валом электродвигателя;

Корпус, служащий для защиты насоса от механического воздействия;

Камера всасывания, куда происходит нагнетание воды из скважины;

Обратный клапан служит, препятствия ухода воды после нагнетания из камеры всасывания;

Напорный патрубок, соединенный с Трубопроводом, который идет к потребителю;

Защитная сетка, предохраняющая рабочие части насоса от механических включений, содержащихся в воде.

Принцип работы

Механическая энергия вала электродвигателя передается на рабочее колесо насоса. Лопасти создают центробежную силу, которая выбрасывает воду в напорный трубопровод.

Слайд 12

Выбор параметров погружного насоса ЭЦВ

Итак, запишите параметры погружного скважинного насоса ЭЦВ:

- 1). Расход, подача, производительность Q в л/сек или $\text{м}^3/\text{ч}$.
- 2). Напор H в м.
- 3). Мощность N в кВт
- 4). КПД, η (эта) в д.ед.

Для максимальной производительности скважинного насоса необходимо точно знать расход и напор и выбрать насос с соответствующей мощностью и КПД.

Подготовка к выполнению самостоятельного задания

Слайд 13

Методика подбора скважинного насоса

1. Производительность насоса $Q = 18,20 \text{ м}^3/\text{час}$.

2. Напор насоса $H_H = 82 \text{ м}$.

3. Две прямые пересекаются в рабочей области того или иного насоса.

4. Выбираем марку насоса.

5. Пересечение второй кривой снизу, дает мощность насоса, которую снимаем со шкалы справа,

$$N_{\text{справ.}} = 9,8 \text{ кВт}$$

6. Пересечение третьей кривой снизу, дает КПД насоса, которое снимаем со шкалы справа выше, $\eta_{\text{нас}} = 42 \%$.

7. Что бы проверить правильность выбранного насоса, необходимо сравнить справочную мощность насоса для рабочей жидкости $N_{\text{справ.}}$ и расчётную мощность насоса при перекачивании рабочей жидкости $N_{\text{расч.}}$

Ваша задача выбрать марку насоса и проверить правильность своего выбора (работа в парах).

Выполнение самостоятельного задания

Задача. Для централизованной водоснабжающей сети подобрать центробежный насос, обеспечивающий подачу $Q, \text{ м}^3/\text{час} = 18,20 \text{ м}^3/\text{час}$ и напор $H, \text{ м} = 79,8 \text{ м}$. Плотность перекачиваемой жидкости $\rho_{\text{раб}}, \text{ кг}/\text{м}^3 = 984,2$, справочная плотность воды $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Алгоритм решения

1. Выбрать и записать марку насоса по производительности и напору.

Насос 65-40-250

2. Выписать данные рабочей характеристики выбранного насоса:

— коэффициент полезного действия насоса $\eta_{\text{нас}} = \dots$ (д.ед);

$$\eta_{\text{нас}} = 0,41 \text{ (д.ед)}$$

— потребляемая мощность насоса $N_{\text{справ.}} = \dots$ (кВт).

$$N_{\text{справ.}} = 9,8 \text{ (кВт)}.$$

3. Рассчитать справочную мощность насоса для рабочей жидкости ($N_{\text{справ.}}$, кВт).

$$N_{\text{справ}} = N_{\text{справ}} \frac{\rho_{\text{раб}}}{\rho_{\text{воды}}} = 9,8 \frac{984,2}{1000} = 9,8 \cdot 0,9842 = 9,65 \text{ (кВт)}$$

4. Рассчитать расчётную мощность насоса для рабочей жидкости ($N_{\text{расч.}}$, кВт).

$$\begin{aligned} N_{\text{расч.}} &= \frac{Q \cdot \rho_{\text{раб}} \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_{\text{НАС}}} = \frac{18,2(\text{м}^3/\text{час}) * 984,2(\text{кг}/\text{м}^3) * 9,81(\text{м}/\text{сек}^2) * 79,8(\text{м})}{1000 \cdot 0,41} \\ &= \\ &= \frac{0,00506(\text{м}^3/\text{сек}) * 984,2(\text{кг}/\text{м}^3) * 9,81(\text{м}/\text{сек}^2) * 79,8(\text{м})}{1000 \cdot 0,41} = \frac{3\,898,57}{410} \\ &= 9,5 \text{ (кВт)} \end{aligned}$$

5. Сравнить справочную мощность насоса с расчётной мощностью насоса. Сделать вывод.

$$9,65 \cong 9,51 \Rightarrow \text{насос подобран верно.}$$

Итак, подведем итог занятия. Ответьте, пожалуйста на вопросы:

- 1). Что вы сегодня узнали?
- 2). Какими профессиональными навыками овладели?

Хочу сказать, что ваша работа сегодня отличается максимальной производительностью.

РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Задание 1. Выбор параметров эрлифта

Основные исходные данные:

- 1) коэффициент погружения – $k = 2,5$
- 2) минимальная глубина скважины – $H_{скв} = 165$ м
- 3) динамический уровень $H_{дин.} = 60$ м
- 4) расход воды – $Q = 100$ м³/час.

1дюйм = 2,54 см

Выписать:

1. Глубину погружения смесителя под динамический уровень **h, м.**
2. Длину воздухопроводной трубы от устья скважины до смесителя **L_{возд. тр.}, М.**
3. Длину водоподъемной трубы **L_{водопод. тр.}, М.**
4. Рабочее давление воздуха в воздухопроводной трубе у скважины **p, кг/см².**
6. Удельный расход воздуха на 1 м³ воды **v, м³.**
7. Расход воздуха **W, м³/мин.**
8. Расход энергии для подачи **N₀, кВт.**
- 9). Диаметры труб по схеме «рядом» в мм:
 - водоподъемные **d_{p1}, см,**
 - воздухопроводные **d_{p2}, см.**
- 10). Компрессор - _____.

Таблица 2. Ориентировочные данные для подбора эрлифтов

Глубина динамического уровня от устья скважины, м	Подача эрлифта, м ³ /ч	Диаметр скважины в месте устройства смесителя, мм	Глубина погружения смесителя о устья скважины, м	Давление воздуха, кгс/см ²	Тип компрессора	Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	Общая масса установки (без труб), кг
30	20	125	75	7	ПКУ	1.2	570
45	40	125	115	6	ВК	3.0	1000
50	40	125	125	7	ПКС-3	3.0	1650
50	40	125	125	7	ПСЭ-3М, ПС, ВВК-155, ПЭ	3,0	600
60	66	125	150	7	ЗИФ-ВКС	5.0	3000
60	56	125	150	4.5	КС-5	4.5	3000
60	73	150	150	6	ВКС-6Д	5.5	4500
70	75	150	175	7	ПКС-6	6.0	2800
70	87	200	175	7	ЗИФ-ВКС-6	7.0	3600
70	125	200	175	7	ЗИФ-ВКС-10	10.0	4650
70	77	200	175	6.8	КС-6	6.5	4400
90	100	200	90	9	КС-9	11.5	6100
300	30	150	750	80	УПК-80	8.0	7000

Таблица 1. Параметры эрлифта

Показатели	Коэффициент погружения К															Рекомендуемые диаметры труб (дюймы) по схеме				
	2,5						2						1,66			«внутри»		«рядом»		
	Динамический уровень, м															водоподъемные трубы		воздухопроводные трубы		
	10	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50	60	70	45	55	70	водоподъемные трубы	воздухопроводные трубы	водоподъемные трубы	воздухопроводные трубы
Глубина погружения смесителя под динамический уровень, м	15	30	45	60	75	90	105	20	30	40	50	60	70	29,7	36,3	46,2	—	—	—	—
Длина воздухопроводной трубы от устья скважины смесителя, м	25	50	76	100	125	150	175	40	60	80	100	120	140	74,7	91,3	116,2	—	—	—	—
Длина водоподъемной трубы, м	28	53	79	103	128	153	178	43	63	83	103	123	143	78	94,3	120	—	—	—	—
Наименьшая глубина скважины, м	33	58	84	110	135	165	185	48	68	88	110	130	153	83	100	125	—	—	—	—
Рабочее давление воздуха в воздухопроводной трубе у скважины	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	3,0	3,6	4,6	—	—	—	—
Удельный расход воздуха на 1 м³ воды	3,0	3,81	4,66	5,41	6,15	6,9	7,5	5,43	6,46	7,5	8,35	9,15	10,12	11,76	13,20	14,61	—	—	—	—
Расход воздуха (м³/мин) и расход энергии (кВт) для подачи воды, м³/ч:																				
2	<u>0,10</u> 0,37	<u>0,12</u> 0,51	<u>0,15</u> 0,88	<u>0,17</u> 1,18	<u>0,20</u> 1,54	<u>0,23</u> 2,0	<u>0,25</u> 2,2	<u>0,18</u> 0,6	<u>0,21</u> 1,0	<u>0,25</u> 1,33	<u>0,27</u> 1,63	<u>0,30</u> 2,13	<u>0,33</u> 2,57	<u>0,40</u> 1,72	<u>0,43</u> 2,1	<u>0,50</u> 3,5	1½	½	1 ¼	½
5	<u>0,25</u> 0,92	<u>0,32</u> 1,3	<u>0,38</u> 2,10	<u>0,42</u> 2,83	<u>0,50</u> 3,86	<u>0,58</u> 5,0	<u>0,63</u> 5,50	<u>0,43</u> 1,5	<u>0,53</u> 2,5	<u>0,63</u> 3,4	<u>0,68</u> 4,1	<u>0,70</u> 5,5	<u>0,80</u> 6,5	<u>0,97</u> 4,30	<u>1,1</u> 5,25	<u>1,25</u> 8,8	1½	½	1 ¼	½
10	<u>0,50</u> 1,84	<u>0,63</u> 2,8	<u>0,75</u> 4,25	<u>0,84</u> 5,60	<u>1,0</u> 7,73	<u>1,5</u> 10,0	<u>1,25</u> 11,0	<u>0,86</u> 3,0	<u>1,1</u> 5,0	<u>1,26</u> 6,8	<u>1,36</u> 8,4	<u>1,60</u> 11,0	<u>1,60</u> 13,0	<u>1,95</u> 8,60	<u>2,16</u> 10,50	<u>2,5</u> 17,6	2	¾	1½	¾
15	<u>0,75</u> 2,7	<u>0,95</u> 4,10	<u>1,12</u> 6,50	<u>1,26</u> 8,46	<u>1,50</u> 11,63	<u>1,72</u> 15,0	<u>1,90</u> 17,0	<u>1,30</u> 4,5	<u>1,63</u> 7,5	<u>1,90</u> 10,2	<u>2,10</u> 12,50	<u>2,30</u> 16,5	<u>2,50</u> 19,5	<u>2,92</u> 13,0	<u>3,24</u> 15,75	<u>3,75</u> 26,5	2 ¼	¾	2	¾
20	<u>1,00</u> 3,68	<u>1,26</u> 5,60	<u>1,50</u> 8,50	<u>1,70</u> 11,20	<u>2,0</u> 15,45	<u>2,30</u> 20,0	<u>2,50</u> 22,0	<u>1,72</u> 6,0	<u>2,12</u> 10,0	<u>2,52</u> 13,6	<u>2,70</u> 16,8	<u>2,80</u> 22,0	<u>3,35</u> 26,0	<u>3,90</u> 17,20	<u>4,32</u> 21,0	<u>5,0</u> 35,0	3	¾ — 1	2 ½	¾
30	<u>1,50</u> 5,40	<u>1,90</u> 8,20	<u>2,30</u> 13,0	<u>2,52</u> 17,0	<u>3,0</u> 23,2	<u>3,44</u> 30,0	<u>3,75</u> 34,0	<u>2,60</u> 9,0	<u>3,20</u> 15,0	<u>3,80</u> 20,40	<u>4,00</u> 25,00	<u>4,20</u> 33,0	<u>5,00</u> 39,0	<u>5,84</u> 26,0	<u>6,48</u> 31,5	<u>7,50</u> 53,0	4	1	3	¾ — 1
50	<u>2,50</u> 9,00	<u>3,15</u> 14,0	<u>3,75</u> 21,50	<u>4,20</u> 28,5	<u>5,0</u> 38,65	<u>5,80</u> 50,0	<u>6,20</u> 56,0	<u>4,30</u> 15,0	<u>5,30</u> 25,0	<u>6,30</u> 34,0	<u>6,70</u> 42,0	<u>7,20</u> 55,0	<u>8,35</u> 65,0	<u>9,74</u> 43,20	<u>10,80</u> 52,5	<u>12,50</u> 88,0	5	1 — 1 ¼	4	1
75	<u>3,75</u> 14,00	<u>4,72</u> 21,0	<u>5,62</u> 32,3	<u>6,26</u> 43,5	<u>7,50</u> 58,0	<u>8,65</u> 75,0	<u>9,40</u> 84,0	<u>6,50</u> 22,0	<u>8,00</u> 37,5	<u>9,45</u> 51,0	<u>10,0</u> 63,0	<u>10,50</u> 82,0	<u>12,50</u> 97,5	<u>14,60</u> 65,0	<u>16,20</u> 78,0	<u>18,75</u> 133,0	6	1 ½	5	1 ¼
100	<u>5,0</u> 18,0	<u>6,30</u> 28,0	<u>7,50</u> 43,0	<u>8,40</u> 57,0	<u>10,0</u> 77,0	<u>11,50</u> 100,0	<u>12,50</u> 112,0	<u>8,60</u> 30	<u>10,6</u> 50,0	<u>12,60</u> 68,0	<u>13,4</u> 84,0	<u>14,50</u> 110,0	<u>16,70</u> 130,0	<u>19,50</u> 86,0	<u>21,6</u> 105,0	<u>25,0</u> 176,0	8	2	6	1 ½
120	<u>6,0</u> 21,60	<u>7,56</u> 33,5	<u>9,0</u> 50,0	<u>10,0</u> 68,0	<u>12,0</u> 88,5	<u>13,80</u> 116,0	<u>15,0</u> 134,0	<u>10,30</u> 36,0	<u>12,8</u> 60,0	<u>15,0</u> 81,0	<u>16,0</u> 100,0	<u>17,30</u> 132,0	<u>20,0</u> 156,0	<u>23,40</u> 104,0	<u>25,9</u> 125,0	<u>30,0</u> 212,0	10	2 ½	8	2
150	<u>7,5</u> 28,0	<u>9,45</u> 42,0	<u>11,20</u> 65,0	<u>12,50</u> 86,0	<u>15,0</u> 116,0	<u>17,40</u> 150,0	<u>19,0</u> 168,0	<u>12,90</u> 44	<u>16,0</u> 75,0	<u>19,0</u> 102,0	<u>20,0</u> 126,0	<u>22,0</u> 164,0	<u>25,0</u> 195,0	<u>29,2</u> 130,0	<u>32,4</u> 156,0	<u>38,0</u> 264	10	2 ½	8	2
200	<u>10,0</u> 36,0	<u>12,60</u> 56,0	<u>15,0</u> 86,0	<u>16,8</u> 114,0	<u>20,0</u> 154,0	<u>23,0</u> 200,0	<u>25,0</u> 224,0	<u>17,20</u> 60,0	<u>21,3</u> 100,0	<u>25,3</u> 136,0	<u>27,0</u> 168,0	<u>29,0</u> 220	<u>33,40</u> 260	<u>39,0</u> 172	<u>43,2</u> 210	<u>50,0</u> 350	10	2 ½	8	2

Дробными числами выражены: расход воздуха (м³/мин) — в числителе, расход энергии (кВт) — в знаменателе.

Задание 2. Выбор параметров погружного насоса ЭЦВ

Задача. Для централизованной водо-снабжающей сети подобрать центробежный насос, обеспечивающий подачу Q , $\text{м}^3/\text{час} = 18,20 \text{ м}^3/\text{час}$ и напор H , $\text{м} = 79,8 \text{ м}$. Плотность перекачиваемой жидкости $\rho_{\text{раб}} = 984,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, справочная плотность воды $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Алгоритм решения

1. Выбрать и записать марку насоса по производительности и напору.
2. Выписать данные рабочей характеристики выбранного насоса:
— коэффициент полезного действия насоса $\eta_{\text{нас.д.ед}}$;
— потребляемая мощность насоса $N_{\text{справ.}}$ (кВт).
3. Рассчитать справочную мощность насоса для рабочей жидкости ($N_{\text{справ.}}$, кВт).

$$N_{\text{справ}} = N_{\text{справ}} \frac{\rho_{\text{раб}}}{\rho_{\text{воды}}}$$

4. Рассчитать расчётную мощность насоса для рабочей жидкости ($N_{\text{расч.}}$, кВт).

$$N_{\text{расч.}} = \frac{Q \cdot \rho_{\text{раб}} \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta_{\text{НАС}}}$$

5. Сравнить справочную мощность насоса с расчётной мощностью насоса. Сделать вывод.

Характеристика насоса К65-40-250
 при частоте вращения 48с^{-1} (2900 об/мин) на воде —
 плотность 1000 кг/м^3 .
 Характеристики N , КПД и $NPSH$ приведены для номинального диаметра
 рабочего колеса

