

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

Структурное подразделение «СДМ и гидравлических систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №6 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ДИАГНОСТИКА ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА»

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

| |
|--|
| Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Стрельников Александр Николаевич Дата подписания: 04.06.2025 |
|--|

| |
|---|
| Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Кривцов Сергей Николаевич Дата подписания: 06.06.2025 |
|---|

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Диагностика объёмного гидропривода» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

| Код, наименование компетенции | Код индикатора компетенции |
|---|----------------------------|
| ПК-4 Способен осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и технологического оборудования | ПК-4.6 |

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

| Код индикатора | Содержание индикатора | Результат обучения |
|----------------|--|--|
| ПК-4.6 | Знает конструкции и основы расчета гидроприводов. Способен идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях наземных транспортно-технологических машин при наличии их чертежа или доступного для разборки образцы и оценивать их основные качественные характеристики. Способен выполнять диагностику объёмного гидропривода, осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных транспортно-технологических средств и технологического оборудования | Знать функциональные классификацию, возможности и области применения основных видов механизмов; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин; конструкции и основы расчета гидропневмоприводов; понятия надежности, долговечности, ремонтпригодности, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельного состояния. Уметь пользоваться современными измерительными и технологическими инструментами; идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях наземных транспортно-технологических машин при наличии их чертежа или доступного для разборки образцы и оценивать их основные качественные характеристики; пользоваться современными средствами информационных технологий и машинной графики; пользоваться справочной литературой по направлению своей |

| | | |
|--|--|---|
| | | профессиональной деятельности. Владеть инженерной терминологией в области производства подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования; методами расчета основных эксплуатационных характеристик подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования, их типовых узлов и деталей (в том числе расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов); методами расчета гидравлических устройств и систем; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования. |
|--|--|---|

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Диагностика объемного гидропривода» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Химия», «Гидравлика и гидромашин», «Физика», «Теоретическая механика», «Гидропневмопривод транспортно-технологических средств»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Машины для земляных работ», «Грузоподъемные машины и оборудование», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

| Вид учебной работы | Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) | |
|---|---|-------------|
| | Всего | Семестр № 8 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 | 180 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 80 | 80 |
| лекции | 48 | 48 |
| лабораторные работы | 16 | 16 |
| практические/семинарские занятия | 16 | 16 |
| Контактная работа, в том числе | 0 | 0 |
| в форме работы в электронной информационной образовательной среде | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование) | 64 | 64 |

| | | |
|---|---------|---------|
| Трудоемкость промежуточной аттестации | 36 | 36 |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Экзамен | Экзамен |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

| № 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 | Введение. | 1 | 1 | | | | | 3 | 1 | Устный опрос |
| 2 | Основы технической диагностики гидроприводов. | 2 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 3 | Основные понятия и определения. | 3 | 4 | | | | | 3 | 1 | Устный опрос |
| 4 | Задачи технического диагностирования . | 4 | 2 | | | | | 3 | 1 | Устный опрос |
| 5 | Функции технического диагностирования . | 5 | 2 | | | | | 3 | 1 | Устный опрос |
| 6 | Структура технической диагностики. | 6 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 7 | Виды технического состояния гидроприводов. | 7 | 3 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 8 | Виды технического диагностирования . | 8 | 3 | 1 | 4 | | | 1, 2 | 5 | Отчет по лабораторной работе |
| 9 | Диагностические параметры гидроприводов. | 9 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 10 | Информативность диагностических признаков. | 10 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 11 | Диагностические модели. | 11 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 12 | Методы контроля технического состояния гидроприводов. | 12 | 2 | 2, 3 | 6 | | | 1, 2, 3 | 9 | Отчет по лабораторной работе |
| 13 | Субъективные методы. | 13 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|----|----|---|----|---------------|----|---------|-----|------------------------------|
| 14 | Методы нормированных параметров. | 14 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 15 | Виброакустические методы. | 15 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 16 | Методы эталонных зависимостей. | 16 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 17 | Тепловой метод. | 17 | 2 | | | | | 3 | 1 | Устный опрос |
| 18 | Использование параметров рабочей жидкости. | 18 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 19 | Возможности и задачи встроенного диагностирования гидропривода. | 19 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 20 | Структурно-функциональная схема микропроцессорной встроенной системы диагностирования гидропривода. | 20 | 2 | | | | | 3 | 2 | Устный опрос |
| 21 | Статические методы распознавания технического состояния гидроприводов. | 21 | 2 | 4 | 6 | | | 1, 2, 3 | 9 | Отчет по лабораторной работе |
| 22 | Метод Байеса. | 22 | 3 | | | 1, 2, 3, 4, 5 | 16 | 1, 2, 3 | 10 | Отчет |
| | Промежуточная аттестация | | | | | | | | 36 | Экзамен |
| | Всего | | 48 | | 16 | | 16 | | 100 | |

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

| № | Тема | Краткое содержание |
|---|---|---|
| 1 | Введение. | Основы диагностики. Направление диагностики. Сущность технической диагностики гидропривода. |
| 2 | Основы технической диагностики гидроприводов. | Техническая диагностика как наука. Технический контроль. Техническая диагностика. |
| 3 | Основные понятия и определения. | Основные термины и определения: техническая диагностика, техническое диагностирование, объект технического диагностирования, результат диагностирования (технический диагноз), глубина поиска дефекта, алгоритм распознавания, контроль технического состояния, диагностическая ценность признака, измерительный преобразователь (датчик) и т. д. |

| | | |
|----|---|---|
| 4 | Задачи технического диагностирования. | Основная цель технического диагностирования. Задачи технического диагностирования. |
| 5 | Функции технического диагностирования. | Три основные функции технического диагностирования. Первичное описание объекта. |
| 6 | Структура технической диагностики. | Теория распознавания и теория контролеспособности. Структурная схема технической диагностики. Проектирование автоматизированных систем контроля. |
| 7 | Виды технического состояния гидроприводов. | Классификационная схема видов технического состояния гидроприводов. Исправное, неисправное техническое состояние. Работоспособное, неработоспособное техническое состояние. Правильное функционирование привода, неправильное функционирование привода. Схема перехода к различным видам технического состояния гидроприводов. |
| 8 | Виды технического диагностирования. | Тестовое техническое диагностирование. Функциональное диагностирование. Неисправности гидроприводов. Частные задачи решаемые при диагностировании в зависимости от цели. |
| 9 | Диагностические параметры гидроприводов. | Параметры состояния гидропривода. Диагностический признак. Структурные параметры гидроприводов. Контроль структурных параметров. Контроль работоспособности привода. Обобщенный диагностический параметр. Допустимое значение параметра. Предельное значение параметра. |
| 10 | Информативность диагностических признаков. | Главный принцип, используемый для обоснования необходимости того или иного признака. Энтропия отдельного состояния системы. Степень определенности знаний о состоянии привода. Диагностический вес реализации. Диагностическая ценность обследования. Общая диагностическая ценность обследования. |
| 11 | Диагностические модели. | Математическая модель объекта диагностирования. Диагностическая модель. Аналитическая модель. Структурно-функциональные модели. Спектральные модели. Логические модели. Граф-модели. |
| 12 | Методы контроля технического состояния гидроприводов. | Классификационная схема основных методов контроля гидроприводов. Анализ методов диагностирования гидроприводов. Особенности различных методов. |
| 13 | Субъективные методы. | Субъективные (органолептические) методы как на индивидуальное восприятие процессов. Признаки оценки технического состояния субъективным методом. |
| 14 | Методы нормированных | Метод эталонных модулей. Силовой метод. Статопараметрический метод. Временной метод. |

| | | |
|----|---|--|
| | параметров. | Метод контроля общего состояния гидроприводов по расходу воздуха. |
| 15 | Виброакустические методы. | Акустический метод. Уровень шума и его спектр. Контроль внутренних утечек в гидроагрегатах с помощью акустических методов. Виброакустический метод. Показатели вибрации - частота и мощность. |
| 16 | Методы эталонных зависимостей. | Метод переходных характеристик. Оценка технического состояния гидропривода на основании характера протекания переходных процессов. Достоинства, недостатки метода. Оценка технического состояния по скорости падения давления. Равновесие движущегося элемента под действием приложенных сил и моментов. Метод эталонных осциллограмм. Метод амплитудно-фазовых характеристик. |
| 17 | Тепловой метод. | Оценка состояния элементов гидропривода по распределению температуры на поверхностях узлов и агрегатов, а также перепадов температур циркулирующей рабочей жидкости, так как температура является мерой количества тепла, в которое превращается теряемая энергия. Термодинамический метод диагностирования гидравлических машин. |
| 18 | Использование параметров рабочей жидкости. | Два ключевых аспекта: во-первых, оценка параметров, характеризующих техническое состояние самой рабочей жидкости как составной части диагностируемого привода; во-вторых, оценка технического состояния диагностируемого гидропривода по параметрам состояния рабочей жидкости. Контроль вязкости, наличия механических примесей и воды, количества нерастворенного воздуха. Спектральный анализ рабочей жидкости. Гранулометрический анализ рабочей жидкости. |
| 19 | Возможности и задачи встроенного диагностирования гидропривода. | Проведение операций измерения различных параметров, совокупность которых служит основой для процесса диагностирования. Простейший способ получения информации о состоянии гидропривода является анализ показаний: устройств-индикаторов, приборной панели, смонтированных на месте оператора. |
| 20 | Структурно-функциональная схема микропроцессорной встроенной системы диагностирования гидропривода. | Встроенная система диагностирования представляет собой автономный комплекс для автоматической проверки степени работоспособности и исправности агрегатов и гидропривода в целом, позволяющий, в ограниченных пределах, локализовать некоторые неисправности по результатам контроля диагностических и функциональных параметров в эксплуатационных или специальных тестовых |

| | | |
|----|--|--|
| | | режимах. |
| 21 | Статические методы распознавания технического состояния гидроприводов. | Распознавание технического состояния гидропривода - это процесс отнесения технического состояния привода к одному из возможных диагнозов. Два основных подхода к задаче распознавания: вероятностный и детерминистский. Статистические методы: метод Байеса, метод последовательного анализа, методы статистических решений. |
| 22 | Метод Байеса. | Для выявления технического состояния гидропривода пользуются обобщенной формулой Байеса. По формуле Байеса можно вычислить вероятность появления диагноза после проявления некоторого комплекса признаков $P(D_i/K^*)$. Решающее правило - это правило, в соответствии с которым принимается решение о диагнозе. |

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 8

| № | Наименование лабораторной работы | Кол-во академических часов |
|---|--|----------------------------|
| 1 | Основные свойства средств технической диагностики. | 4 |
| 2 | Первичные измерительные преобразователи СТД | 2 |
| 3 | Конструкции первичных преобразователей, применяемые в СТД. | 4 |
| 4 | Средства диагностирования гидравлического привода машин. | 6 |

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

| № | Темы практических (семинарских) занятий | Кол-во академических часов |
|---|--|----------------------------|
| 1 | Определение прогнозируемого остаточного ресурса шестеренного насоса. | 3 |
| 2 | Определение прогнозируемого остаточного ресурса аксиально-поршневого насоса. | 4 |
| 3 | Определение прогнозируемого остаточного ресурса гидромотора. | 3 |
| 4 | Определение прогнозируемого остаточного ресурса гидроцилиндра. | 3 |
| 5 | Определение прогнозируемого остаточного ресурса гидрораспределителя. | 3 |

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

| № | Вид СРС | Кол-во академических часов |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 12 |
| 2 | Подготовка к сдаче и защите отчетов | 15 |
| 3 | Подготовка к экзамену | 37 |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, взаимопроверка расчетов.

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

Стрельников, А.Н. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Диагностика объемного гидропривода». [Электронный ресурс].

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Стрельников, А.Н. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Диагностика объемного гидропривода». [Электронный ресурс].

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Стрельников, А.Н. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Диагностика объемного гидропривода». [Электронный ресурс].

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 8 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Обучающийся описывает процесс выполнения лабораторной работы, определяет порядок проведения расчетов и соответствующих графических построений. Формулирует выводы, делает сравнительный анализ полученных результатов.

Критерии оценивания.

Качество заполнения данных и выполнения расчетов, графических зависимостей, проверка знания размерностей параметров и величин, качество формулировок сделанных выводов по работе, общая оценка степени усвоения материала.

6.1.2 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проводится устный опрос обучающегося (группы обучающихся по 2-3 человека) по теме с целью выявления знаний пройденного материала. Проверяется наличие конспекта лекционного материала.

Критерии оценивания.

Наличие конспекта лекций, полнота изложения материала, понимание изложенного. Знание и понимание пройденного материала. Умение анализировать, делать выводы.

6.1.3 семестр 8 | Отчет

Описание процедуры.

Обучающийся описывает процесс выполнения практической работы, выполняет все необходимые расчеты и построения. Формулирует выводы.

Критерии оценивания.

Качество заполнения данных и выполнения расчетов, графических построений, формулировок сделанных выводов по работе, общая оценка степени усвоения материала.

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 |
|---|---|--|
| ПК-4.6 | Демонстрирует разносторонние навыки и приемы при выполнении практических и лабораторных работ, в установленные сроки выполняет и защищает их. Последовательно четко излагает усвоенный теоретический материал, умеет увязывать теорию с практикой в соответствии с установленными требованиями. Владеет инженерной терминологией. | Экзамен. |

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающийся допускается к экзамену, если выполнил и защитил все практические и лабораторные работы. Экзамен по дисциплине проводится в форме устного опроса по экзаменационным билетам. Билет формируется на основании вопросов пройденного материала и оценивается по пятибалльной шкале в соответствии с критериями оценивания.

Пример задания:

Билет №1

1. Методы контроля технического состояния. Виброакустические методы.
2. Задачи технического диагностирования.

Билет №2

1. Методы контроля технического состояния. Использование параметров рабочей жидкости.
2. Основные понятия и определения.

Билет №3

1. Диагностические модели.
2. Структура технической диагностики.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--|--|---|---|
| Глубоко и прочно усвоил программный материал. Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение. | Знает и понимает программный материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает некоторые неточности в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения, использует в ответах материал научной литературы. | Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает в ответах неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответах на вопросы. | Не знает значительной части программного материала, не может ответить на задаваемые вопросы. Не умеет логически мыслить, делать выводы. |

7 Основная учебная литература

1. Башта Трифон Максимович. Гидропривод и гидропневмоавтоматика : учеб. для спец. "Гидропривод и гидропневмоавтоматика" / Трифон Максимович Башта, 1972. - 320.
2. Чмиль В. П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет : учебное пособие / В. П. Чмиль, 2011. - 310.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Техническая диагностика гидравлических приводов / Под общ. ред. Т. М. Башты, 1989. - 263.
2. Малкин В. С. Техническая диагностика : учебное пособие / В. С. Малкин, 2015. - 267.
3. Абрамов С. И. Техническая диагностика одноковшовых экскаваторов с гидроприводом / С. И. Абрамов, А. М. Харазов, А. В. Соколов, 1978. - 99.

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 Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
2. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
3. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
4. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
2. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
3. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
4. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
5. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
6. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
7. Мультипроектор Toshiba XC3000 LCD 1024*768

8. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
9. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1000VA
10. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
11. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
12. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
13. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
14. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
15. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1
16. Компьютер Asustek P8H6-M/Intel Core i5
2400/4Gb/HDD2TB/DVD-RW/ATX550W/LCD22/ИБП1