

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Саровский физико-технический институт -**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.**

\_\_\_\_\_ **А.К. Чернышев**

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2021 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Гидравлика**

наименование дисциплины

|  |   |
|--|---|
| Направление подготовки (специальность) | 15.03.05 Конструкторско-технологическое<br>обеспечение машиностроительных производств |
| Наименование образовательной программы | Технология машиностроения   |
| Квалификация (степень) выпускника      | бакалавр  |
| Форма обучения                         | очная   |

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТСМ

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ протокол № от \_\_\_\_\_ 20 г.

\_\_\_\_\_ В.Н. Халдеев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

г. Саров, 2021 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

| <b>Семестр</b> | <b>В форме практической подготовки</b> | <b>Трудоёмкость, кред.</b> | <b>Общий объем курса, час.</b> | <b>Лекции, час.</b> | <b>Практич. занятия, час.</b> | <b>Лаборат. работы, час.</b> | <b>СРС, час.</b> | <b>КР/ КП</b> | <b>Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/</b> | <b>Интерактивные часы</b> |
|----------------|--|----------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------|---------------|--|---------------------------|
| <b>5</b>       | 16                                     | 2                          | 72                             | 16                  | 16                            | 16                           | 24               | -             | Зач                                      | 16                        |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>16</b>                              | <b>2</b>                   | <b>72</b>                      | <b>16</b>           | <b>16</b>                     | <b>16</b>                    | <b>24</b>        | <b>-</b>      | <b>-</b>                                 | <b>16</b>                 |

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина «Гидравлика» относится к циклу дисциплин, необходимых для подготовки инженеров-технологов, инженеров-конструкторов инженеров – испытателей в области специального машиностроения, использования оборудования с гидросистемами, разработка технологических процессов изготовления элементов гидросистем, гидравлические испытания установок.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью преподавания дисциплины «Гидравлика» является формирование у студентов знаний в области основных законов механики жидкостей, моделей течения жидкости, методов расчета гидравлических систем, иметь представление о теории подобия и размерности в процессах движения жидкости, гидравлических рабочих насосов, цилиндров и приборов измерения параметров процессов в гидравлических системах, использовании гидравлических устройств при разработке различных машин, конструкций, испытательных устройств, гидроаппаратуры при выполнении экспериментов и научно-исследовательских работах.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Федеральная составляющая дисциплины определяется требованиями Государственного образовательного стандарта по специальности

Курс опирается на знания по общей физике, химии, сопротивлению материалов.

Междисциплинарные связи на кафедре специального машиностроения следующие: «Станочная практика», «Оборудование машиностроительных производств», «Технология машиностроения», «Электроприводы оборудования», «Контроль изделий в машиностроении», «Автоматизация технологических процессов» и др.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--|---|
| <p><b>ОПК-5</b> Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда</p>          | <p>З-ОПК-5 Знать: основные положения и понятия технологии машиностроения, теорию базирования и теорию размерных цепей как средства обеспечения качества изделий машиностроения; причины возникновения погрешностей обработки, методики расчета межоперационных и общих припусков при механической обработке деталей машин<br/> У-ОПК-5 Уметь: оценить состояние организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов по точности обработки деталей машин и качества их поверхностей и использовать на практике технологические решения, обеспечивающие выполнение требований конструкторской документации<br/> В-ОПК-5 Владеть: навыками планирования технологий и оценки состояния организации технологической операции с точки зрения достижения требуемых результатов, посредством технологических решений и расчетов, применительно к точности обработки, размеров деталей машин, точности взаимного расположения поверхностей, а также свойств обработанного поверхностного слоя</p> |
| <p><b>ОПК-8</b> Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа</p> | <p>З-ОПК-8 Знать: основные положения, методы и задачи проектно-конструкторской работы, обеспечивающей постановку целей проекта, его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработку структуры их взаимосвязей; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях и определению приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности<br/> У-ОПК-8 Уметь: провести анализ различных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и на основе анализа прогнозируемых последствий выбрать оптимальный вариант решения проблемы<br/> В-ОПК-8 Владеть: практическими навыками решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и выбора оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа</p>  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

| № п/п            | Наименование раздела<br>/темы дисциплины  | № недели | Виды учебной работы |                                |             |     |     | Текущий контроль<br>(форма)* | Максимальный балл<br>(см. п. 6.3) |
|------------------|---|----------|---------------------|--------------------------------|-------------|-----|-----|------------------------------|-----------------------------------|
|                  |   |          | Лекции              | Практ.<br>занятия/<br>семинары | Лаб. работы | СРС |     |                              |                                   |
|                  |   |          | 16                  | 16                             | 16          | 24  |     |                              |                                   |
| <b>Раздел 1.</b> | <b>Рабочие жидкости. Гидростатика</b>   |          |                     |                                |             |     |     |                              |                                   |
| 1.1.             | История развития гидравлики, как науки. Перспективы развития гидравлики и гидроприводов<br>Особенности и преимущества гидравлических приводов | 1, 2     | 2                   |                                | 4           |     | РГР | 5                            |                                   |
| 1.2.             | Рабочие жидкости и их свойства  | 3, 4     | 2                   | 2                              |             | 3   | УО  | 5                            |                                   |
| 1.3              | Гидростатика – основные положения:  | 5        | 2                   | 2                              |             | 3   | ДЗ  | 5                            |                                   |
| <b>Раздел 2.</b> | <b>Гидродинамика. Трубопроводы</b>  |          |                     |                                |             |     |     |                              |                                   |
| 2.1.             | Основы гидродинамики  | 6, 7, 8  | 2                   | 2                              | 4           | 3   | РГР | 5                            |                                   |
| 2.2.             | Закономерности характера течений жидкости   | 8, 9, 10 | 2                   | 2                              | 4           | 3   | РГР | 5                            |                                   |
| 2.3.             | Кавитация, гидравлические удары, адгезия, адсорбция в гидросистемах   | 10, 11   | 2                   | 2                              |             | 3   | УО  | 5                            |                                   |
| 2.4              | Трубопроводы. Уплотнения гидросистем. Выбор насосов   | 11       |                     | 2                              |             | 3   | УО  | 5                            |                                   |

| № п/п                           | Наименование раздела<br>/темы дисциплины  | № недели   | Виды учебной работы |                                |             |     |      | Текущий контроль<br>(форма)* | Максимальный балл<br>(см. п. 6.3) |
|---------------------------------|---|------------|---------------------|--------------------------------|-------------|-----|------|------------------------------|-----------------------------------|
|                                 |   |            | Лекции              | Практ.<br>занятия/<br>семинары | Лаб. работы | СРС |      |                              |                                   |
|                                 |   |            | 16                  | 16                             | 16          | 24  |      |                              |                                   |
| <b>Раздел 3.</b>                | <b>Гидромашины. Устройства управления</b>   |            |                     |                                |             |     |      |                              |                                   |
| 3.1                             | Гидравлические машины, их устройство, основные характеристики, КПД, гидравлические схемы станков, испытательных стендов | 12, 13, 14 | 2                   | 2                              | 4           | 3   | РГР  | 5                            |                                   |
| 3.2                             | Устройства управления, контроля и защиты гидросистем. Вспомогательные устройства гидросистем                            | 15, 16     | 2                   | 2                              |             | 3   | Тест | 5                            |                                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |   |            | <b>Зачет</b>        |                                |             |     |      |                              | <b>0 - 50</b>                     |
| <b>Посещаемость</b>             |   |            |                     |                                |             |     |      |                              | <b>5</b>                          |
| <b>Итого:</b>                   |   |            |                     |                                |             |     |      | <b>100</b>                   |                                   |

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

**УО** – устный опрос

**Контр.** – контрольная работа

**Тест** – тестирование (письменный опрос)

**ДЗ** – домашнее задание

**РГР** – расчетно-графическая работа

**Э/Зач/ЗсО** – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

| №         | Наименование раздела /темы дисциплины   | Содержание  |
|-----------|---|---|
| <b>1.</b> | <b>Рабочие жидкости. Гидростатика</b>   |   |
| 1.1.      | История развития гидравлики, как науки. Особенности и преимущества гидравлических приводов                              | Перспективы развития гидравлики и гидроприводов.<br>Сравнительно небольшая инерционность, передача значительных усилий, работа на больших скоростях вращения, плавное регулирование, возможность работы при высоких температурах.   |
| 1.2.      | Рабочие жидкости и их свойства  | Физические и химические свойства, классы чистоты и показатели окисляемости, плотность, удельный объем сжимаемость, растворимость газов, вязкость, молекулярно-кинетическое давление в жидкости, плотность, объемный вес, сжимаемость температурное расширение, объемное сжатие, модуль упругости закон Гука, сопротивление растяжению, растворимость газов в жидкости, дегазация, вязкость динамическая и кинематическая идеальная жидкость |
| 1.3       | Гидростатика – основные положения   | Силы, действующие на поверхности жидкости, свойства гидростатического давления, закон Паскаля, давление жидкости на плоскую вертикальную стенку, на криволинейные поверхности, на цилиндрические резервуары и трубы, относительный покой жидкости, плавание тел, устойчивость корабля   |
| <b>2.</b> | <b>Гидродинамика. Трубопровод</b>   |   |
| 2.1       | Основы гидродинамики:   | Характер движения жидкости, элементарная струйка и ее свойства уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки и реальной жидкости, графическое представление уравнения Д. Бернулли приборы для измерения давления и расхода жидкости, режимы течения жидкости, значение и величина числа Рейнольдса, расчет сифонов   |
| 2.2       | Закономерности характера течений жидкости   | Потери напора в гидравлических сопротивлениях, виды местных сопротивлений, потери при ламинарном и турбулентном движениях, коэффициенты Дарси, Вейсбаха, график Никурадзе, виды и влияние шероховатостей на режимы течения и потери   |
| 2.3       | Кавитация, гидравлические удары, адгезия, адсорбция в гидросистемах   | Истечение жидкости через отверстие, капиллярные щели, кольцевые щели, способы защиты гидросистем.   |
| <b>3.</b> | <b>Гидромашины. Устройства управления</b>   |   |
| 3.1       | Гидравлические машины, их устройство, основные характеристики, КПД, гидравлические схемы станков, испытательных стендов | Объемные и динамичные гидромашины, возвратно-поступательные насосы, гидромоторы, роторные, шестеренные, пластинчатые, винтовые насосы, рабочие характеристики, зависимость напора, подачи, мощности насосов от скорости вращения, законы подобия.   |
| 3.2       | Устройства управления, контроля и защиты гидросистем. Вспомогательные устройства гидросистем                            | Струйная трубка, сопло-заслонка, золотники, гидроусилители, электрогидравлический следящий привод, клапаны, редуцирование, подготовка жидкостей, распределение по гидроканалам, фильтры, охладители, аккумуляторы   |



### Практические/семинарские занятия

| №  | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание   |
|--|--|--|
| <b>1. Рабочие жидкости. Гидростатика</b>     |  |  |
| 1.1.   | Углубленное рассмотрение особенностей и преимуществ гидравлических приводов  | Сравнительно небольшая инерционность, передача значительных усилий, работа на больших скоростях вращения, плавное регулирование, возможность работы при высоких температурах.  |
| 1.2.   | Решение задач по теме: Рабочие жидкости и их свойства  | Физические и химические свойства, классы чистоты и показатели окисляемости, плотность, удельный объем, сжимаемость, растворимость газов, вязкость, молекулярное давление в жидкости, плотность, объемный вес, сжимаемость, температурное расширение, объемное сжатие, модуль упругости, закон Гука, сопротивление растяжению, растворимость газов в жидкости, дегазация, вязкость динамическая и кинематическая, идеальная жидкость. |
| <b>2. Гидродинамика. Трубопроводы</b>        |  |  |
| 2.1  | Решение задач по теме: Гидростатика – основные положения   | Силы, действующие на поверхности жидкости, свойства гидростатического давления, закон Паскаля, давление жидкости на плоскую вертикальную стенку, на криволинейные поверхности, на цилиндрические резервуары и трубы, относительный покой жидкости, плавание тел, устойчивость корабля  |
| 2.2  | Решение задач по теме: Основы гидродинамики  | Характер движения жидкости, элементарная струйка и ее свойства, уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки и реальной жидкости, графическое представление уравнения Д.Бернулли, приборы для измерения давления и расхода жидкости, режимы течения жидкости, значение и величина числа Рейнольдса, расчет сифонов  |
| 2.3  | Решение задач по теме: Закономерности характера течений жидкости   | Потери напора в гидравлических сопротивлениях, виды местных сопротивлений, потери при ламинарном и турбулентном движениях, коэффициенты Дарси, Вейсбаха, график Никурадзе, виды и влияние шероховатостей на режимы течения и потери.   |
| 2.4  | Решение задач по теме: Кавитация, гидравлические удары, адгезия, адсорбция в гидросистемах   | Истечение жидкости через отверстие, капиллярные щели, кольцевые щели, способы защиты гидросистем.  |
| <b>3. Гидромашины. Устройства управления</b> |  |  |
| 3.1  | Решение задач по теме: Гидравлические машины, их устройство, основные характеристики, КПД, гидравлические схемы станков, испытательных стендов | Объемные и динамичные гидромашины, возвратно-поступательные насосы, гидромоторы, роторные, шестеренные, пластинчатые винтовые насосы, рабочие характеристики, зависимость напора подачи, мощности насосов от скорости вращения, законы подобия   |
| 3.2  | Устройства управления, контроля и защиты гидросистем. Вспомогательные устройства гидросистем   | Струйная трубка, сопло-заслонка, золотники, гидроусилители, электро-гидравлический следящий привод, клапаны, редуцирование, подготовка жидкостей, распределение по гидроканалам, фильтры, охладители, аккумуляторы.  |

### Лабораторные занятия

| № | Наименование раздела | Содержание |
|---|----------------------|------------|
|---|----------------------|------------|

| /темы дисциплины |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>1.</b>        | <b>Рабочие жидкости. Гидростатика</b>   |   |
| 1.1.             | Определение вязкости различных масел в системных и несистемных единицах измерения   | Исследование вязкости жидкости, определение марки машинного масла<br>Цель: приобретение навыков экспериментального определения свойств жидкости   |
| <b>2.</b>        | <b>Гидродинамика. Трубопроводы</b>  |   |
| 2.1              | Определение величин линейных и местных сопротивлений потоку жидкости в магистрали   | Определение режимов движения жидкости в зависимости от скорости и вязкости жидкости. Подтверждение уравнения Бернулли на стенде. Приборы измерения давления и расхода жидкости<br>Цель: измерить потери напора в гидравлических системах от линейных и местных сопротивлений в зависимости от расхода жидкости и скорости течения |
| 2.2              | Определение сопротивления магистралей гидросистем, оптимальный выбор насоса, построение характеристик Q – H насоса и магистрали | Составить график Q – H - характеристику трубопровода.<br>Цель: изучить трубопроводы, их виды, характеристики трубопроводов<br>Составить график Q – H - характеристики насосов.<br>Определить усилие рабочего цилиндра.<br>Цель: Изучить устройство и характеристик гидромашин   |
| <b>3.</b>        | <b>Гидромашин. Устройства управления</b>  |   |
| 3.1              | Определение усилий, развиваемых рабочим цилиндром   | Включение в работу ц/б насоса, регулирование режима его работы<br>Цель: получить навыки в управлении гидроприводами   |

#### 4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Под редакцией Стесина С.П., Гидравлика, гидромашин и гидропривод. «Академия», 2008г.
2. Схиртладзе А.Г., Борискин В.П, Иванов В.И., Станочные гидравлические системы, ТНТ, 2010г.
3. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Карев В.Н., Гидравлика в машиностроении – 2 тома, ТНТ, 2011.
4. Брюханов О.Н., Коробко В.И., Мелик-Аракелян А.Т., Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики, ИНФРА-М, 2007г.
5. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Гидравлика и пневматические системы. «Академия», 2006г.
6. Метревели В.Н., Сборник задач по курсу гидравлики с решениями. «Высшая школа», 2007г.
7. Куриленко Л.И. . Пособие к лекциям по гидравлике, 2007г.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

### 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| №                               | Темы занятий  | Компетенция | Индикаторы освоения           | Текущий контроль, неделя |
|---------------------------------|---|-------------|-------------------------------|--------------------------|
| Раздел 1                        | История развития гидравлики, как науки. Перспективы развития гидравлики и гидроприводов<br>Особенности и преимущества гидравлических приводов | ОПК-5       | З-ОПК-5<br>У-ОПК-5<br>В-ОПК-5 | РГР-2                    |
|                                 | Рабочие жидкости и их свойства  | ОПК-8       | З-ОПК-8<br>У-ОПК-8<br>В-ОПК-8 | УО-4                     |
|                                 | Гидростатика – основные положения   | ОПК-5       | З-ОПК-5<br>У-ОПК-5<br>В-ОПК-5 | ДЗ-5                     |
| Раздел 2                        | Основы гидродинамики  | ОПК-5       | З-ОПК-5<br>У-ОПК-5<br>В-ОПК-5 | РГР-8                    |
|                                 | Закономерности характера течений жидкости   | ОПК-8       | З-ОПК-8<br>У-ОПК-8<br>В-ОПК-8 | РГР-10                   |
|                                 | Кавитация, гидравлические удары, адгезия, адсорбция в гидросистемах   | ОПК-5       | З-ОПК-5<br>У-ОПК-5<br>В-ОПК-5 | УО-11                    |
|                                 | Трубопроводы. Уплотнения гидросистем. Выбор насосов   | ОПК-8       | З-ОПК-8<br>У-ОПК-8<br>В-ОПК-8 | УО-11                    |
| Раздел 3                        | Гидравлические машины, их устройство, основные характеристики, КПД, гидравлические схемы станков, испытательных стендов                       | ОПК-8       | З-ОПК-8<br>У-ОПК-8<br>В-ОПК-8 | РГР-14                   |
|                                 | Устройства управления, контроля и защиты гидросистем. Вспомогательные устройства гидросистем  | ОПК-8       | З-ОПК-8<br>У-ОПК-8<br>В-ОПК-8 | Тест-16                  |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |   |             |                               | <b>Зачет</b>             |

**5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### 1.2.1. Примерные вопросы к зачету (тест)

| № п/п | Вопрос                    | Правильные ответы                              |
|-------|---------------------------|--|
| 1     | Преимущества гидропривода | Сравнительно меньшая величина отношения веса к |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | перед электроприводом   | развиваемой мощности, возможность работы при высоких температурах, большой срок службы, бесступенчатое регулирование скорости  |
| 2  | Требования к рабочим жидкостям  | Минимальная вязкость, хорошие смазывающие свойства, минимальная зависимость от температуры, нетоксичность, огнестойкость, низкая температура застывания, малый коэффициент теплового расширения        |
| 3  | Объемный (удельный) вес жидкости  | $\gamma$ (Н/м <sup>3</sup> , кгс/м <sup>3</sup> )  |
| 4  | Плотность жидкости  | $\rho$ ( кг/м <sup>3</sup> )   |
| 5  | Зависимость $\gamma$ и $\rho$   | $\gamma = \rho g$  |
| 6  | Закон Гука для жидкости   | $\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta P}{E}$  |
| 7  | Объемный модуль упругости жидкости  | $E = \left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right) V$   |
| 8  | Коэффициент объемного сжатия  | $\beta_v = \frac{\Delta V}{V} \cdot \frac{1}{\Delta P}$  |
| 9  | Коэффициент теплового расширения  | $\beta_t = (\Delta V/V) (1/\Delta t)$  |
| 10 | Системные единицы вязкости  | динамическая - $\mu_t$ , кинематическая - $\nu$  |
| 11 | Соотношение между плотностью, динамической и кинематической вязкостями жидкости | $\nu = \frac{\mu_t}{\rho}$ ,   |
| 12 | Условные единицы вязкости   | °Э – Энглера, °S - Сейсбола, °R- Редвуда   |
| 13 | Закон трения Ньютона  | $F = \mu_t (S \Delta v) / \Delta l$  |
| 14 | Что такое кавитация жидкости  | Местное выделение из жидкости в зонах пониженного давления гидравлической системы паров жидкости с последующим их разрушением, сопровождающее повышением давления до 2000 атм.и температуры до 1500 °С |
| 15 | Закон Генри для растворения газов в жидкости                                    | $V_2 = kV_{жс} P_2/P_1$ ,<br>$k$ – коэффициент растворения масла = 0,1   |
| 16 | Что такое идеальная жидкость?   | жидкость без вязкости, с абсолютной подвижностью, не расширяющуюся с изменением температуры, не способная сопротивляться разрыву   |
| 17 | Что такое ньютоновские жидкости?  | Жидкости, подчиняющиеся закону трения Ньютона $F = \frac{S \cdot \Delta v}{\Delta l \cdot \mu_t}$  |
| 18 | Единицы измерения давления  | Па, Н/м <sup>2</sup> , кгс/м <sup>2</sup> , м вд.ст., мм рт.ст.  |
| 19 | Основной закон гидростатики   | закон Паскаля $P_B = P_A + \gamma h$   |
| 20 | Давление жидкости на наклонную стенку   | $P_{abc} = P_o + \gamma L \sin \alpha$   |
| 21 | Уравнение Бернулли для идеальной жидкости                                       | $H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{const}$ ,   |
| 22 | Уравнение Бернулли для реальной жидкости  | $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} + h_{i\delta} = \text{const}$   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 23 | Закон непрерывности течения  | $v_1 S_1 = v_2 S_2 = v S = Q = \text{const}$  |
| 24 | Средняя скорость потока  | $v_{cp} = \frac{Q}{S}$ ,  |
| 25 | Формула Рейнольдса для определения вида течения  | $Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{vd\rho}{\mu}$  |
| 26 | Величина Re для ламинарного течения  | до 2300   |
| 27 | Величина Re для турбулентного течения  | свыше 4000  |
| 28 | Потери напора при ламинарном течении   | $h_{ni\delta} = \lambda \frac{lv^2}{d2g}$   |
| 29 | $\lambda$ -коэффициент потерь на трение по длине (коэффициент Дарси).                      | $\lambda_l = 64 / Re$   |
| 30 | $\lambda$ –коэффициент потерь при турбулентном течении в гладких трубах (формулу Блазиуса) | $\lambda_o = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$  |
| 31 | Потери напора в местных сопротивлениях (формула Вейсбаха)                                  | $H_i = \zeta \frac{v^2}{2g}$  |
| 32 | Характерные местные гидравлические сопротивления   | -внезапное расширение, - внезапное сужение, - плавное расширение, -плавное сужение, -поворот трубы без закругления, -поворот трубы с закруглением.  |
| 33 | Что такое облитерация?   | Процесс облитерации происходит из-за поляризации молекул жидкости на стенках капиллярного канала, достигая толщины до 10 мк.  |
| 34 | Что такое гидравлический удар?   | Гидравлическим ударом называется колебательный процесс, возникающий в трубопроводе при внезапном изменении скорости жидкости, например при остановке потока жидкости из-за быстрого перекрытия задвижки (крана).  |
| 35 | Что входит в понятие гидросистема?   | - Гидросистема – это совокупность:<br>- гидравлическая машина, используемая для преобразования механической энергии в механическую энергию жидкости (или наоборот),<br>- гидроприводы для приведения в движение механизмов,<br>- системы управления и регулирования,<br>- рабочая жидкость. |
| 36 | Назовите виды насосов  | - поршневые насосы,<br>- шестеренные насосы,<br>- винтовые насосы,<br>- пластинчатые насосы,<br>- радиальные роторно-поршневые насосы,<br>- аксиальные роторно-поршневые насосы ,<br>- поршневые эксцентриковые насосы,   |
| 37 | Параметры, характеризующие   | - напор насоса $H_n$ , м,<br>- подача насоса $Q_n$ , м <sup>3</sup> /с,   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | работу насоса  | - частота вращения вала насоса $n$ , об/с,<br>- потребляемая мощность насоса $N$ , Вт, -<br>- полезная мощность $N_n$ , Вт,<br>- мощность, сообщаемая насосом жидкости, $HQ$ ,<br>- КПД насоса, $\eta_n$ |
| 38 | Что дает совмещенная характеристика насоса и трубопровода  | Совмещенная характеристика насоса и трубопровода позволяет установить оптимальный режим работы системы   |
| 39 | Чему равна мощность, затрачиваемая насосной установкой?  | $N_{\text{вуст}} = \frac{\rho g Q_B H_B}{1000 \eta_B \eta_{\text{AA}}}$  |
| 40 | Назовите элементы управления гидроприводами  | - струйная трубка, сопло - заслонка,<br>- золотник, - дроссель   |
| 41 | Как приборы для измерения давления классифицируются?   | - барометры, - манометры, - вакуумметры,<br>- пьезометры, - тензометры.  |
| 42 | Эпюра скоростей жидкости в сечении трубы при ламинарном режиме принимает вид...                        | а) прямоугольника, б) <u>параболы</u> , г) гиперболы   |
| 43 | Подробно изучил режимы движения жидкости...  | а) Эйлер, б) <u>Рейнольдс</u> , в) Бернулли  |
| 44 | Отношение максимальной скорости жидкости к средней скорости в круглой трубе при ламинарном режиме...   | а) 1,0; б) 1,5; г) <u>2,0</u>  |
| 45 | Отношение максимальной скорости жидкости к средней скорости в круглой трубе при турбулентном режиме... | а) 1,0; б) 1,5; г) 2,0; д) <u>1,2</u>  |
| 46 | При расчете длинного трубопровода потери напора на каждом параллельно включенном участке...            | а) больше при меньшем диаметре участка; б) больше при большем диаметре участка;<br>г) <u>равны</u>   |
| 47 | Гидравлическим уклоном называется отношение потерь ... к длине участка                                 | а) скоростей; б) <u>давлений</u> ; г) энергии;   |
| 48 | Максимальное снижение местных потерь происходит при угле диффузора...                                  | $10^0$ , $40^0$ , <u><math>6^0</math></u> , $20^0$   |
| 49 | Число Рейнольдса измеряется ...  | м/с; Па, $\text{м}^2/\text{с}$ ; <u>безразмерное</u>   |
| 50 | На уровне воды в открытом сосуде манометрическое давление равно ... атм                                | 10; 1,5; <u>0</u> ; 0,1;   |

### 5.2.2. Примерные критерии оценивания компетенций (результатов):

«5» - 45-50 правильных ответов

«4» - 35-44 правильных ответа

«3» - 30-34 правильных ответа

«2» - до 29 правильных ответа (до 60%)

### 5.2.3. Примерные темы домашнего задания и самостоятельной работы

## № 1

1. Модуль упругости жидкости, коэффициенты объемного сжатия и термического расширения.
2. Растворимость газов в жидкостях, зависимость от  $T$  и  $P$
3. Единицы измерения вязкости жидкости
4. Единицы измерения давления, соотношения между ними
5. Основной закон гидростатики
6. Закон непрерывности течения потока жидкости
7. Идеальная и реальная жидкости
8. Основной закон гидродинамики для реальных жидкостей
9. Кавитация жидкости, способы ее недопущения
10. Гидравлический удар, способы его недопущения

## № 2

11. Режимы течения жидкости, число  $Re$
12. Коэффициенты  $\lambda$ ,  $\zeta$
13. Формула для определения линейных и местных потерь
14. Формула для трубопроводов с постоянным диаметром и установившимся течением
15. Характеристика  $Q-H$  трубопровода
16. График Никурадзе, области режимов течения в графике и зависимости  $\lambda$  и  $Re$
17. Что такое «гладкие» трубы при турбулентном и ламинарном течении
18. Чему равен гидравлический радиус?

## № 3

1. Уравнение постоянного расхода жидкостей
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости, геометрический и физический смысл уравнения
3. Уравнение Бернулли для реальной жидкости
4. Уравнение Бернулли в дифференциальной форме
5. Число Рейнольдса
6. Ламинарное и турбулентное движение, формулы, характеризующие движение
7. Влияние шероховатости на потери напора в трубах, понятие «гладкие» трубы
8. Составные части гидравлического подобия
9. Виды и характеристики гидравлических машин
10. Особенности пуска и работы центробежных насосов
11. Составные части КПД гидравлических машин
12. Виды элементов управления режимом работы гидравлических машин
13. Характеристики гидравлических машин
14. Применение формулы Шези при расчете трубопроводов и каналов

15. Мощность насосов

16. Усилия, развиваемые рабочим цилиндром

Схема пуска трехфазного асинхронного двигателя включением на пусковую схему «звезда» и с переключением на схему «треугольник».

#### № 4

**1. Трансформаторы.** Схема передачи электроэнергии от электростанции потребителям. Типы трансформаторов. Способы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Измерительные трансформаторы.

**2. Электрические аппараты управления.** Предохранители плавкие: ПР, ПН, НПН. Рубильники. Пакетные выключатели. Контактторы. Магнитные пускатели, выключатели. Автоматические выключатели (автоматы).

#### 5.2.4. Критерии оценочного средства

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее

#### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины   |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |



|         |                            |   |   |
|---------|----------------------------|---|---|
| 85-89   | 4 – «хорошо»               | В | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 75-84   |                            | С |   |
| 70-74   |                            | Д |   |
| 65-69   | 3<br>«удовлетворительно»   | Е | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 60-64   |                            |   |   |
| Ниже 60 | 2<br>«неудовлетворительно» | Ф | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Под редакцией Стесина С.П., Гидравлика, гидромашины и гидропривод. «Академия», 2008г.
2. Схиртладзе А.Г., Борискин В.П, Иванов В.И., Станочные гидравлические системы, ТНТ, 2010г.
3. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Карев В.Н., Гидравлика в машиностроении – 2 тома, ТНТ, 2011.
4. Брюханов О.Н., Коробко В.И., Мелик-Аракелян А.Т., Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики, ИНФРА-М, 2007г.
5. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Гидравлика и пневматические системы. «Академия», 2006г.
6. Метревели В.Н., Сборник задач по курсу гидравлики с решениями. «Высшая школа», 2007г.
7. Куриленко Л.И . Пособие к лекциям по гидравлике, 2007г.

### Дополнительная литература

8. Вольнов Ю.И. Мелехов Ю.А., Пневмопривод и пневмоавтоматика. Н.Новгород, 1993г.
9. Степанов Г.Ю. Гидромеханика, Терминология, «Машиностроение»,1990г.
10. Башта Т.М., Машиностроительная гидравлика. «Машиностроение», 1982г.
11. Чупраков А.И., Основы гидро-и пневмоприводов. «Машиностроение», 1989г.

12. Альтшулер В.Д., Гидравлика и аэродинамика. «Стройиздат», 1987г.
13. Иоффе А.М., Гидравлическое оборудование металлургических цехов. «Металлургия». 1989г.
14. Долгачев Ф.М., Лейко В.С., Основы гидравлики и гидропривода. «Стройиздат», 1981г.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Лаборатория Гидравлики и гидропривода обеспечена стендами и приборами:**

1. Стенд для измерения вязкости жидкостей
2. Стенд для измерения характеристик станции с центробежным насосом и аккумулятором
3. Стенд с вибрационным насосом
4. Стенд для измерения характеристик трубопровода с различными линейными и местными сопротивлениями и центробежного насоса
5. Стенд подготовки и регулирования рабочей жидкости
6. Образцы приборов для измерения давления – 10 ед.
7. Стенд для определения усилий, развиваемый рабочим цилиндром
8. Образцы различной аппаратуры для регулирования
9. Установка с шестеренным насосом
10. Компрессор с аккумулятором
11. Проектор для демонстрации отображения элементов гидросистем
12. Гидравлические схемы металлорежущих станков – 10 шт.

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

1. Компетентно-деятельностный подход, который предполагает освоение студентами необходимого объема информации в процессе активной деятельности и приобретение ими в результате такой деятельности определенных компетенций, определяемых как готовность студента к их применению в процессе будущей профессиональной деятельности.

2. Использование самостоятельной работы студентов, как основной формы организации образовательного процесса, как вид учебной деятельности наравне с аудиторными часами.

3. Самостоятельное изучение и работа на семинарских занятиях.

4. Применение индивидуально-ориентированного подхода к организации контроля и осуществление его посредством бально-рейтинговой системы на всех этапах учебного процесса.

5. Получение практических навыков при изучении и разработке гидравлических схем управления механизмами, способов проверки исправности гидравлического оборудования установок, умение организовать и проводить экспериментальные работы.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *Методические указания к лабораторным работам*

Подготовка к практическим и семинарским занятиям является разделом самостоятельной работы.

К каждому практическому и семинарскому занятию студенты получают задание заранее, как правило, по окончании лекции. Для подготовки задания можно использовать любые информационные источники, как учебники, учебные пособия, справочники, каталоги, методические разработки, статьи из периодической печати, так и Интернет. Однако при использовании Интернета, следует вырабатывать привычку искать подтверждения информации в специальных литературных источниках, имеющих доказанную положительную репутацию.

Активная подготовка к практическим и семинарским занятиям отмечается в балльно-рейтинговой системе.

Лабораторные работы проводятся, как правило, в форме экскурсий на базовое предприятие, так как являются ознакомительными с производственными процессами. Однако, это не значит, что студенты ограничатся только наблюдением.

Группа делится на подгруппы по 4-5 человек. Каждая малая группа заранее знакомится с темой и планом работы, во время ознакомительной экскурсии ведет записи. Далее в рамках самостоятельной работы проводится анализ экскурсии, с использованием учебной литературы заполняются листы отчета, делаются аналитические выводы. Отчет выполняется и работа защищается в конце семестра всей малой группой одновременно.

При подготовке к лабораторным работам используются методические указания, приведенные в разделе 4.2.

### *Методические указания по организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студента является обязательной при освоении дисциплины и курируется преподавателем. Задания выдаются преподавателем периодически в течение периода изучения дисциплины. Самостоятельно студенты изучают и выполняют:

- темы, рекомендуемые преподавателем;
- задания преподавателя при подготовке к семинарам и практическим занятиям;
- задания преподавателя при подготовке к рубежному и текущему контролю.

Информационные источники рекомендуются преподавателем, а также ведется их поиск самостоятельно. Кроме учебников, обязательной к использованию является электронная база данных по дисциплине, предоставляемая преподавателем.

При использовании Интернет-ресурсов, если материал найден в зоне свободного поиска, рекомендуется проверка найденных сведений по первоисточникам: справочникам, каталогам, учебной литературе и пр. Сайты компаний мирового значения имеют значительный рейтинг доверия.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

**Программу составил:**

Ст. преподаватель кафедры машиностроения

Л.И. Куриленко

**Рецензент:** заведующий кафедрой ТСМ д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев