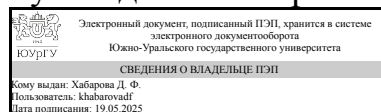


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



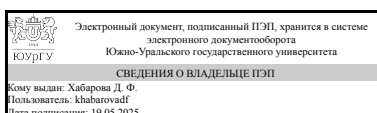
Д. Ф. Хабарова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ФД.02 Моделирование гидравлических сервоусилителей  
**для направления** 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
**уровень** Бакалавриат  
**форма обучения** заочная  
**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

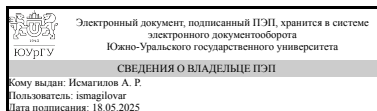
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 728

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. Р. Исмагилов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель дисциплины изучить виды гидравлических сервоусилителей и области их применения, расчет параметров и характеристик гидравлических сервоусилителей; конструктивные особенности и расчетные соотношения гидравлических сервоусилителей.

## Краткое содержание дисциплины

Предметом изучения дисциплины являются : гидравлических сервоусилители, их математические модели, характеристики, особенности работы и области их применения.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | Знает: Основные закономерности определяющие работу элементов гидроусилителей.<br>Умеет: Составлять и решать уравнения математической модели различных моделей гидроусилителей.<br>Имеет практический опыт: Расчета и конструирования многокаскадных гидравлических сервоусилителей. |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                                                                                                                         | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.О.26 Теория автоматизированного управления,<br>1.О.14 Физика,<br>1.О.11 Математический анализ,<br>ФД.01 Решение интегро-дифференциальных уравнений гидродневмосистем,<br>1.О.13 Дифференциальные уравнения,<br>1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика | Не предусмотрены                            |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                           | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.16 Начертательная геометрия и инженерная графика | Знает: Методы проецирования и построения изображений геометрических фигур, принципы графического изображения деталей и узлов<br>Умеет: Анализировать форму предметов в натуре и по чертежам; Моделировать предметы по их изображениям; Решать различные позиционные и метрические задачи на основе методов |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <p>построения изображений геометрических фигур, относящиеся к этим фигурам Имеет практический опыт: Решения метрических задач, построения пространственных объектов на чертежах; Проецирования и изображения пространственных форм на плоскости проекций</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>ФД.01 Решение интегро-дифференциальных уравнений гидропневмосистем</p> | <p>Знает: принципы выбора методов решения задач моделирования технических систем., Основные способы решения дифференциальных уравнений гидропневмосистем Умеет: применять различные методы решения задач моделирования технических систем., Осуществлять прямое и обратное преобразования Лапласа, формировать блок-схемы для численного решения интегро-дифференциальных уравнений гидропневмосистем Имеет практический опыт: решение интегро-дифференциальных уравнений., Исползования современных программных пакетов для численного решения интегро-дифференциальных уравнений гидропневмосистем.</p>                            |
| <p>1.О.26 Теория автоматизированного управления</p>                       | <p>Знает: способы реализации основных данных законов при разработке и эксплуатации систем автоматического управления технологическими процессами; классификацию систем автоматического регулирования; типовые динамические звенья; основные законы регулирования; методы построения систем автоматического регулирования Умеет: преобразовывать структурные схемы; определять устойчивость системы; производить наладку системы методами синтеза системы автоматического регулирования Имеет практический опыт: разработки и наладки системы автоматического регулирования; анализа работы системы автоматического регулирования</p> |
| <p>1.О.13 Дифференциальные уравнения</p>                                  | <p>Знает: Основные способы решения дифференциальных уравнений Умеет: Осуществлять прямое и обратное преобразования Лапласа, формировать блок-схемы для численного решения интегро-дифференциальных уравнений Имеет практический опыт:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>1.О.14 Физика</p>                                                      | <p>Знает: Основные физические явления и законы; основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения; Физические явления, функциональные понятия, законы и теории классической и современной физики, методы физических исследований, - Фундаментальные законы природы, определяющие функционирование технических систем; – Основы экспериментального метода исследования; методику обработки данных эксперимента Умеет: Применять приемы и методы физики для решения конкретных задач из</p>                                                                                                                 |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | ее различных областей, - Применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; – Поводить простые эксперименты, работать с измерительными приборами; – Грамотно представлять результаты измерений, оценивать погрешность Имеет практический опыт: Решения задач из различных областей физики, проведения физических экспериментов, - Исполнения знаний физики и математики при решении практических задач; – Проведения простых экспериментов, работы с измерительными приборами, обработки экспериментальных данных, интерпретации результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.О.11 Математический анализ | Знает: Основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа; Основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа Умеет: Самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; Применять интегралы к решению простых прикладных задач; Составлять модели реальных процессов и проводить их анализ; Основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа Имеет практический опыт: Работы с учебной и учебно-методической литературой; употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; символьных преобразований математических выражений; Работы с учебной и учебно-методической литературой; употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; символьных преобразований математических выражений |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы с применением дистанционных образовательных технологий

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|--------------------|-------------|------------------------------------|
|                    |             | Номер семестра                     |
|                    |             | 8                                  |

|                                                                            |       |       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72    | 72    |
| Аудиторные занятия:                                                        | 8     | 8     |
| Лекции (Л)                                                                 | 0     | 0     |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 8     | 8     |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0     | 0     |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 59,75 | 59,75 |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 32    | 32    |
| Подготовка к диф. зачету                                                   | 27,75 | 27.75 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25  | 4,25  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -     | зачет |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основы гидроавтоматики.                                                                                        | 1                                         | 0 | 1  | 0  |
| 2         | Моделирование гидравлического сервоусилителя с цилиндрическим золотником                                       | 1                                         | 0 | 1  | 0  |
| 3         | Моделирование гидравлического двухкаскадного сервоусилителя типа сопло-заслонка и с цилиндрическим золотником. | 2                                         | 0 | 2  | 0  |
| 4         | Моделирование гидравлического двухкаскадного сервоусилителя со струйной трубкой и с цилиндрическим золотником. | 1                                         | 0 | 1  | 0  |
| 5         | Моделирование гидравлического сервоусилителей с обратными связями.                                             | 2                                         | 0 | 2  | 0  |
| 6         | Гидравлический следящий привод.                                                                                | 1                                         | 0 | 1  | 0  |

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                               | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Гидроавтоматика. Основные понятия. Разновидности гидравлических сервоусилителей. Конструкции, принципы действия. Гидравлический сервоусилитель с цилиндрическим золотником. Конструктивные особенности. Баланс давлений. Силы, действующие на золотник. Обобщенная гидравлическая характеристика. | 1            |
| 1         | 2         | Расчет основных параметров гидравлического сервоусилителя с цилиндрическим золотником.                                                                                                                                                                                                            | 1            |
| 2         | 3         | Определение основных параметров и характеристик двухкаскадного гидравлического сервоусилителя «сопло-заслонка» – золотник с центрирующими пружинами.                                                                                                                                              | 2            |
| 3         | 4         | Расчет основных параметров и характеристик гидравлического сервоусилителя со струйной трубкой.                                                                                                                                                                                                    | 1            |
| 3         | 5         | Расчет основных параметров 2-х каскадного гидравлического                                                                                                                                                                                                                                         | 1            |

|   |   |                                                                                                                                                    |   |
|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|   |   | сервоусилителя типа «сопло-заслонка» – золотник с обратной связью по положению золотника.                                                          |   |
| 4 | 5 | Расчет основных параметров 2-х каскадного гидравлического сервоусилителя типа «сопло-заслонка» – золотник с обратной связью по давлению и расходу. | 1 |
| 4 | 6 | Расчет гидравлического следящего привода.                                                                                                          | 1 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                     |                                                                            |         |              |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                         | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к практическим занятиям | ПУМД: [Осн. лит., 4], с. 5-464.                                            | 8       | 32           |
| Подготовка к диф. зачету           | ПУМД: [Осн. лит., 4], с. 5-464.                                            | 8       | 27,75        |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 8        | Текущий контроль | Отчёт по практическим занятиям №1 | 0,2 | 5          | <p>Проводится на Практическом занятии №2 (в письменной форме).</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <p>5 баллов - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 85% материала практического занятия.</p> <p>4 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 75% материала практического занятия.</p> <p>3 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 60% материала практического занятия.</p> <p>2 балла - представлено не менее 40% материала практического занятия.</p> <p>1 балл - представлено не менее 20% материала практического занятия.</p> <p>0 баллов - отчет не сдан.</p> | зачет            |

|   |   |                  |                                   |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|---|---|------------------|-----------------------------------|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2 | 8 | Текущий контроль | Отчёт по практическим занятиям №2 | 0,2 | 5 | <p>Проводится на Практическом занятии №3 (в письменной форме).</p> <p>Критерии начисления баллов:<br/> 5 баллов - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 85% материала практического занятия.<br/> 4 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 75% материала практического занятия.<br/> 3 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 60% материала практического занятия.<br/> 2 балла - представлено не менее 40% материала практического занятия.<br/> 1 балл - представлено не менее 20% материала практического занятия.<br/> 0 баллов - отчет не сдан.</p> | зачет |
| 3 | 8 | Текущий контроль | Отчёт по практическим занятиям №3 | 0,2 | 5 | <p>Проводится на Практическом занятии №4 (в письменной форме).</p> <p>Критерии начисления баллов:<br/> 5 баллов - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 85% материала практического занятия.<br/> 4 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 75% материала практического занятия.<br/> 3 балла - отчёт сдан в срок (до следующего занятия). Представлено не менее 60% материала практического занятия.<br/> 2 балла - представлено не менее 40% материала практического занятия.<br/> 1 балл - представлено не менее 20% материала практического занятия.<br/> 0 баллов - отчет не сдан.</p> | зачет |
| 4 | 8 | Текущий контроль | Тестирование                      | 0,4 | 5 | <p>Тестирование (по всем разделам) проводится на лекционном занятии №12 (в письменной форме). Количество вопросов 20.</p> <p>Критерии начисления баллов:<br/> 5 баллов - получены правильные ответы на не менее 85% вопросов.<br/> 4 балла - получены правильные ответы на не менее 75% вопросов.<br/> 3 балла - получены правильные ответы на не менее 60% вопросов.<br/> 2 балла - получены правильные ответы на не менее 40% вопросов.<br/> 1 балл - получены правильные ответы на не менее 20% вопросов.<br/> 0 баллов - получены правильные ответы на менее 20% вопросов.</p>                                                                      | зачет |

|   |   |                          |       |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 5 | 8 | Промежуточная аттестация | зачет | - | 5 | Критерии начисления баллов:<br>5 баллов - правильный ответ на два вопроса.<br>4 балла - правильный ответ на один вопрос, возможны две ошибки, либо неполный ответ на один из вопросов.<br>3 балла - возможны более двух ошибок либо неполные ответы на все вопросы.<br>2 балла - отсутствует ответ на один вопрос, на другой вопрос ответ верный.<br>1 балл - отсутствует ответ на один вопрос, дан неполный ответ на другой вопрос.<br>0 баллов - отсутствуют ответы. | зачет |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Оценка за зачет рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине Рд на основе рейтинга по текущему контролю $R_{тек}$ формуле: $R_d = R_{тек}$ , где $R_{тек} = 0,2 KМ1 + 0,2 KМ2 + 0,2 KМ3 + 0,4 KМ4$ рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента. Студент вправе улучшить свой результат при сдаче промежуточной аттестации. Шкала перевода рейтинга в оценку: Рд более 60% - зачтено. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                               | № КМ |   |   |   |   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|
|             |                                                                                                   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОПК-1       | Знает: Основные закономерности определяющие работу элементов гидроусилителей.                     | +    | + | + | + | + |
| ОПК-1       | Умеет: Составлять и решать уравнения математической модели различных моделей гидроусилителей.     | +    | + | + | + | + |
| ОПК-1       | Имеет практический опыт: Расчета и конструирования многокаскадных гидравлических сервоусилителей. | +    | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Башта, Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика Учеб. для специальности "Гидропневмоавтоматика и гидропривод" Т. М. Башта. - М.: Машиностроение, 1972. - 320 с. черт.
2. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика Учеб. для вузов по спец. "Гидравл. машины и средства автоматизации" Б. Т. Емцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 440 с. ил.

3. Попов, Д. Н. Динамика и регулирование гидро-и пневмосистем Учеб. для вузов по спец. "Гидропневмоавтоматика и гидропривод" и "Гидравл. машины и средства автоматики" Д. Н. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 464 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Орнатский, П. П. Автоматические измерения и приборы: Аналоговые и цифровые Учеб. для вузов по спец. "Информ.-измер. техника". - 5-е изд., перераб. и доп. - Киев: Вища школа, 1986. - 504с. ил.

2. Свешников В. К. Станочные гидроприводы : справочник / В. К. Свешников. - 5-е изд., перераб. и доп.. - М. : Машиностроение, 2008. - 639 с. : ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*  
Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.М. Соснин. – М.: Из-дательский центр «Академия», 2007. –240 с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.М. Соснин. – М.: Из-дательский центр «Академия», 2007. –240 с.

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 442а (2) | Учебные стенды с электронными средствами автоматики                                                                                              |
| Лекции                          | 314      | Помещения для проведения лекционных и практических занятий                                                                                       |

|  |     |                                                                                                                                                                                    |
|--|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | (2) | укомплектованы необходимой специальной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам , включая проекционное оборудование и интерактивную доску. |
|--|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|