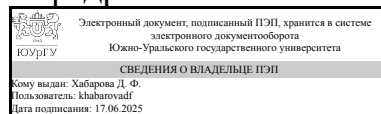


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



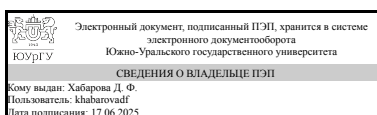
Д. Ф. Хабарова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.05.01 Теория управления гидропневмосистем  
**для направления** 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

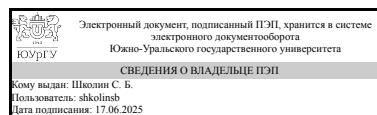
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1026

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н.



Д. Ф. Хабарова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. Б. Школин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Современная теория управления гидропневмосистем, на основе весьма сложного математического аппарата, и современных методов моделирования при помощи ЭВМ позволяет решать практические инженерные задачи анализа и синтеза гидравлических устройств и систем, а также проводить аналитические и экспериментальные исследования любых сложных систем. Гидравлические средства автоматизации получают все более широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Особенно большое внимание специалистов привлекают вопросы расчета и исследования динамических процессов, возникающих в гидравлических системах. Однако многообразие условий, в которых используются гидравлические средства автоматизации, вызывают известные трудности при изложении таких вопросов. Создание курса, который раскрывал бы студентам теоретические основы и практические методы расчетов динамики гидравлических систем, стало возможным благодаря тому, что процессы в таких системах подчиняются общим закономерностям, определяемым при помощи теории математического регулирования и гидромеханики. При изучении данных дисциплин студенты получают знания по расчету гидравлических и электрогидравлических систем автоматического регулирования и управления, обоснование выбора элементов гидравлических и электрогидравлических систем с точки зрения требований, предъявляемых к динамическим и статическим характеристикам систем, а также приобретают навыки их эксплуатации.

## Краткое содержание дисциплины

Общие сведения об электрогидравлических системах управления; классификация систем автоматического управления; отыскание областей устойчивости систем (Д-разбиение); нелинеаризованная модель гидропривода дроссельного регулирования; линеаризация обобщенной дроссельной характеристики гидропривода; уравнения и передаточная функция линеаризованной модели гидропривода дроссельного регулирования; силовая часть гидропривода объемного регулирования; уравнения, структурная схема и устойчивость следящего гидропривода объемного регулирования с жесткой обратной связью; динамика гидропривода с длинными трубопроводами; уравнения, статические характеристики и передаточные функции гидроусилителей различного типа; нелинейные системы; типовые нелинейные элементы; характерные нелинейности гидропривода; метод фазового пространства; автоколебания в нелинейных гидравлических системах; частотные характеристики замкнутых нелинейных систем; импульсные гидросистемы. Гидросистемы с ШИМ 1 и 2 рода.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-8 Способен получать математические модели высокоточных электрогидравлических и электрических приводов, учитывающих динамические свойства их элементов и объектов управления, и на их основе конструировать | Знает: основы теории автоматического управления<br>Умеет: составлять математические модели и передаточные функции гидросистем<br>Имеет практический опыт: разработки и |

|                                                           |                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| регуляторы для обеспечения требуемых динамических свойств | моделирования регуляторов обеспечивающих требуемые динамические свойства электрогидравлических систем |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

|                                                               |                                             |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
| Нет                                                           | Не предусмотрены                            |

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 78,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|---------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |         |
|                                                                            |             | 1                                  | 2       |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 216         | 108                                | 108     |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 64          | 32                                 | 32      |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 16                                 | 16      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 16                                 | 16      |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  | 0       |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 137,25      | 69,75                              | 67,5    |
| Подготовка к экзамену                                                      | 63          | 41                                 | 22      |
| Выполнение заданий текущего контроля                                       | 30,75       | 22,75                              | 8       |
| Тестирование                                                               | 12          | 6                                  | 6       |
| Выполнение РГР "Синтез САР"                                                | 31,5        | 0                                  | 31,5    |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 14,75       | 6,25                               | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              | экзамен |

### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                     | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                      | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Общие сведения об электрогидравлических системах.          | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Области устойчивости гидравлических систем управления. (Д-разбиение) | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 3         | Уравнения движения гидродвигателя дроссельного регулирования без     | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |   |   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
|    | учета сжимаемости жидкости. Анализ уравнений движения гидравлического привода дроссельного регулирования с учетом сжимаемости жидкости при различных видах нагрузки. Уравнения силовой части гидропривода дроссельного регулирования с учетом утечек и сжимаемости. Численное решение дифференциальных уравнений движения ГП дроссельного регулирования. Расчет потребной мощности.                                                                               |   |   |   |   |
| 4  | Уравнения линеаризованной модели ГП дроссельного регулирования. Передаточная функция и структурная схема гидропривода дроссельного регулирования с использованием проточного золотника.                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 5  | Уравнения и структурная схема силовой части объемного гидропривода. Принципиальная и расчетная схемы силовой части гидропривода с объемным регулированием.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 6  | Уравнения и структурная схема гидропривода объемного регулирования с учетом жесткости механической передачи, соединяющий исполнительный двигатель и объект регулирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 7  | Устойчивость следящего гидропривода объемного регулирования с жесткой обратной связью. Математическая модель силовой части гидропривода с длинными трубопроводами. Приближенное определение частотных характеристик силовой части гидропривода с длинными трубопроводами.                                                                                                                                                                                         | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 8  | Устойчивость следящего гидропривода объемного регулирования с электрическими датчиками обратной связи. Принципиальные схемы следящих систем, включающих гидропривод объемного регулирования.                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 9  | Устойчивость и качество процессов в следящем гидроприводе дроссельного регулирования с использованием проточного золотника.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 10 | Уравнения, статические характеристики и передаточные функции гидроусилителей первого каскада (струйная трубка, сопло-заслонка).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 11 | Дроссельный гидропривод с механической обратной связью. Структурная схема, передаточные функции и устойчивость дроссельного гидропривода с обратной связью.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 12 | Структурная схема и передаточные функции следящего электрогидравлического привода. Электрогидравлическая следящая система с гидроприводом дроссельного регулирования и с дополнительной обратной связью по давлению. Электрогидравлическая следящая система с гидроприводом дроссельного регулирования и с дополнительной обратной связью по расходу жидкости. Автоколебания в электрогидравлической следящей системе с гидроприводом дроссельного регулирования. | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 13 | Нелинейные системы. Типовые нелинейные элементы. Характерные нелинейности гидропривода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 14 | Обзор методов решений нелинейных дифференциальных уравнений. Метод Фазового пространства. Особые точки фазовых портретов. Построение фазовых портретов методом изоклин. Приближенное построение переходного процесса нелинейных систем.                                                                                                                                                                                                                           | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 15 | Метод гармонического баланса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 16 | Автоколебания в нелинейных гидравлических системах. Определение параметров автоколебаний. Метод Гольдфарба.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 17 | Частотные характеристики замкнутых нелинейных систем. Моделирование эксперимента по снятию частотной характеристики нелинейной гидросистемы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 18 | Импульсные гидросистемы. Гидросистемы с ШИМ 1 и 2 рода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 19 | Преобразования структурных схем нелинейных систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 | 0 | 2 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение. Общие сведения об электрогидравлических системах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2            |
| 2        | 2         | Области устойчивости. Д-разбиение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2            |
| 3        | 3         | Уравнения движения гидродвигателя дроссельного регулирования без учета сжимаемости жидкости. Анализ уравнений движения гидравлического привода дроссельного регулирования с учетом сжимаемости жидкости при различных видах нагрузки.                                                                                                                                                                                                                              | 2            |
| 5        | 4         | Уравнения линеаризованной модели ГП дроссельного регулирования. Передаточная функция и структурная схема гидропривода дроссельного регулирования с использованием проточного золотника.                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 6        | 5         | Уравнения и структурная схема силовой части объемного гидропривода. Принципиальная и расчетная схемы силовой части гидропривода с объемным регулированием.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2            |
| 7        | 6         | Уравнения и структурная схема гидропривода объемного регулирования с учетом жесткости механической передачи, соединяющий исполнительный двигатель и объект регулирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2            |
| 8        | 7         | Устойчивость следящего гидропривода объемного регулирования с жесткой обратной связью. Математическая модель силовой части гидропривода с длинными трубопроводами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2            |
| 9        | 8         | Устойчивость следящего гидропривода объемного регулирования с электрическими датчиками обратной связи. Принципиальные схемы следящих систем, включающих гидропривод объемного регулирования.                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2            |
| 10       | 9         | Устойчивость и качество процессов в следящем гидроприводе дроссельного регулирования с использованием проточного золотника.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2            |
| 11       | 10        | Уравнения, статические характеристики и передаточные функции гидроусилителей первого каскада (струйная трубка, сопло-заслонка).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2            |
| 12       | 11        | Дроссельный гидропривод с механической обратной связью. Структурная схема, передаточные функции и устойчивость дроссельного гидропривода с обратной связью.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2            |
| 13       | 12        | Структурная схема и передаточные функции следящего электрогидравлического привода. Электрогидравлическая следящая система с гидроприводом дроссельного регулирования и с дополнительной обратной связью по давлению. Электрогидравлическая следящая система с гидроприводом дроссельного регулирования и с дополнительной обратной связью по расходу жидкости. Автоколебания в электрогидравлической следящей системе с гидроприводом дроссельного -регулирования. | 2            |
| 14       | 13        | Нелинейные системы. Типовые нелинейные элементы. Характерные нелинейности гидропривода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 15       | 14        | Обзор методов решений нелинейных дифференциальных уравнений. Метод Фазового пространства. Особые точки фазовых портретов. Построение фазовых портретов методом изоклин. Приближенное построение переходного процесса нелинейных систем.                                                                                                                                                                                                                            | 2            |
| 16       | 15        | Метод гармонического баланса.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2            |
| 17       | 16        | Автоколебания в нелинейных гидравлических системах                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------|
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------|

|        |    |                                                                                                                                                                                          | часов |
|--------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1      | 2  | Д-разбиение в плоскости одного параметра                                                                                                                                                 | 2     |
| 2      | 3  | Самостоятельная работа - составление блок-схемы для моделирования ГП дроссельного рег. в vissim                                                                                          | 2     |
| 3      | 4  | Линеаризация обобщенной характеристики дросселирующего элемента                                                                                                                          | 2     |
| 4      | 5  | Самостоятельная работа "Получение и составление передаточных функций простейших гидроприводов объемного регулирования без обратной связи                                                 | 2     |
| 6      | 7  | Приближенное определение частотных характеристик силовой части гидропривода с длинными трубопроводами.                                                                                   | 2     |
| 7      | 9  | Моделирование следящего гидропривода дроссельного регулирования с проточным золотником                                                                                                   | 2     |
| 8      | 10 | Уравнение движения, передаточная функция и структурная схема гидропривода дроссельного регулирования с использованием в качестве гидравлического усилителя мощности со струйной трубкой. | 2     |
| 9      | 11 | Получение структурной схемы упрощенной модели дроссельного гидропривода с механической обратной связью.                                                                                  | 2     |
| 10     | 12 | Передаточная функция ГП дроссельного рег поворота управляющего органа насоса с дополнительной обратной связью по расходу.                                                                | 2     |
| 11     | 13 | 1) Моделирование системы с нелинейным элементом (зона насыщения 1-го рода); 2) Моделирование системы с релейным элементом                                                                | 2     |
| 13, 14 | 14 | 1) Построение фазовых портретов систем: линейных, и содержащих нелинейный элемент.                                                                                                       | 2     |
| 17, 18 | 15 | Эквивалентная линеаризация типовых нелинейностей.                                                                                                                                        | 2     |
| 20     | 16 | Определение колебаний методом Гольдфарба .                                                                                                                                               | 2     |
| 22, 23 | 17 | Построение частотной характеристики нелинейной системы.                                                                                                                                  | 2     |
| 26     | 18 | Составление блок-схемы для моделирования импульсной гидросистемы                                                                                                                         | 2     |
| 27     | 19 | Преобразования структурных схем нелинейных систем                                                                                                                                        | 2     |

### 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 экзамену                | см. Информационное обеспечение                                             | 1       | 41           |
| Выполнение заданий текущего контроля | см. Информационное обеспечение                                             | 2       | 8            |
| Подготовка к экзамену                | см. Информационное обеспечение                                             | 2       | 22           |
| Тестирование                         | см. Информационное обеспечение                                             | 1       | 6            |
| Выполнение РГР "Синтез САР"          | см. Информационное обеспечение                                             | 2       | 31,5         |
| Выполнение заданий текущего контроля | см. Информационное обеспечение                                             | 1       | 22,75        |
| Тестирование                         | см. Информационное обеспечение                                             | 2       | 6            |

### 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    | 1        | Текущий контроль         | Основные понятия и определения САР (тест) | 1   | 10         | Предлагается дать ответы на 10 вопросов. Время всего теста 15 минут. Дается 3 попытки пройти тест<br>Разрешено попыток: 3<br>Ограничение по времени: 15 мин.<br>Метод оценивания: Высшая оценка<br>Проходная оценка: 7,00 из 10,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | зачет            |
| 3    | 1        | Промежуточная аттестация | Зачет                                     | -   | 100        | При оценке результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>Оценивается письменный ответ на два вопроса билета. За ответ на каждый вопрос начисляется максимум 50 баллов. баллы начисляются по следующим правилам:<br>1. Ответ дан на заданную тему -20 баллов<br>2. Рисунок (схема) соответствует теме, экзаменуемый может дать пояснения -10 баллов<br>3. Присутствуют необходимые дифференциальные уравнения -10 баллов<br>4. Полученная передаточная функция (структурная схема) верна - 10 баллов<br>5. Экзаменуемый может сделать выводы, дать пояснения по передаточной функции (структурной схеме) - 10 баллов<br>Баллы по результатам ответа на два вопроса суммируются.<br>Рейтинг рассчитывается по следующей шкале (1 балл -1% рейтинга по промежуточной аттестации) | зачет            |

|    |   |                          |                                           |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
|----|---|--------------------------|-------------------------------------------|---|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                          |                                           |   |     | Отлично: Итоговый рейтинг обучающегося 85-100%<br>Хорошо: Итоговый рейтинг обучающегося 75-84%<br>Удовлетворительно: Итоговый рейтинг обучающегося 60-74%<br>Неудовлетворительно: Итоговый рейтинг обучающегося 0-59%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |
| 7  | 2 | Промежуточная аттестация | Экзамен                                   | - | 100 | <p>При оценке результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Оценивается письменный ответ на два вопроса билета. За ответ на каждый вопрос начисляется максимум 50 баллов. баллы начисляются по следующим правилам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ответ дан на заданную тему -20 баллов</li> <li>2. Рисунок (схема) соответствует теме, экзаменуемый может дать пояснения -10 баллов</li> <li>3. Присутствуют необходимые дифференциальные уравнения -10 баллов</li> <li>4. Полученная передаточная функция (структурная схема) верна - 10 баллов</li> <li>5. Экзаменуемый может сделать выводы, дать пояснения по передаточной функции (структурной схеме) - 10 баллов</li> </ol> <p>Баллы по результатам ответа на два вопроса суммируются. Рейтинг рассчитывается по следующей шкале (1 балл -1% рейтинга по промежуточной аттестации)</p> <p>Отлично: Итоговый рейтинг обучающегося 85-100%<br/>Хорошо: Итоговый рейтинг обучающегося 75-84%<br/>Удовлетворительно: Итоговый рейтинг обучающегося 60-74%<br/>Неудовлетворительно: Итоговый рейтинг обучающегося 0-59%</p> | экзамен |
| 21 | 2 | Текущий контроль         | Основные понятия и определения САР (тест) | 1 | 10  | <p>Предлагается дать ответы на 10 вопросов. Время всего теста 15 минут. Дается 3 попытки пройти тест<br/>Разрешено попыток: 3</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | экзамен |

|    |   |                          |                                                                                           |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|----|---|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                          |                                                                                           |   |   | Ограничение по времени: 15 мин.<br>Метод оценивания: Высшая оценка<br>Проходная оценка: 7,00 из 10,00                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |
| 22 | 2 | Текущий контроль         | Преобразования структурных схем САР на основе гидропривода (задание)                      | 1 | 3 | Найти эквивалентную передаточную функцию<br><br>Максимальный балл -3<br><br>Проходной балл -2<br><br>1) Выполнены и проиллюстрированы структурные преобразования в общем виде - 1 балл<br><br>2) Получен верный вид эквивалентной передаточной функции (порядок многочлена и вид ТДЗ) - 1 балл<br><br>3) Получены верные значения эквивалентной передаточной функции - 1 балл                                       | экзамен |
| 23 | 2 | Текущий контроль         | Модифицированный критерий Михайлова (задание)                                             | 1 | 4 | см. файл-вложение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | экзамен |
| 24 | 2 | Текущий контроль         | Конспект по теме "Уравнения движения гидродвигателя дроссельного регулирования" (задание) | 1 | 1 | Наличие конспекта по лекции: "Уравнения движения гидродвигателя дроссельного регулирования" (задание) - 1 балл<br><br>Отсутствие - 0 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                         | экзамен |
| 25 | 2 | Промежуточная аттестация | Конспект: ЛАЧХ семь типовых звеньев (задание)                                             | - | 4 | Приложить файл-конспект: усилительное звено, апериодическое звено, колебательное звено, дифференцирующее звено, дифференцирующие звенья первого и второго порядка)<br><br>Для каждого звена:<br><br>1. Передаточная функция (1 балл)<br><br>2. АФХ (1 балл)<br><br>3. Переходный процесс (для первых двух) (1 балл)<br><br>4. Логарифмические характеристики (1 балл)<br><br>Максимальный балл 4. Проходной балл 3. | экзамен |

|    |   |                  |                                                                              |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |
|----|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------|---|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 26 | 2 | Текущий контроль | Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ (задание)                                             | 1 | 100 | см. файл-приложение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | экзамен |
| 28 | 2 | Текущий контроль | Гидравлические механизмы объемного управления (тест)                         | 1 | 3   | Три вопроса<br>Проходной балл -2<br>Количество попыток -2<br>Метод оценивания -наивысшая оценка                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | экзамен |
| 29 | 2 | Текущий контроль | Последовательные корректирующие устройства (Тест)                            | 1 | 3   | Три вопроса<br>Проходной балл -2<br>Количество попыток -2<br>Метод оценивания -наивысшая оценка                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | экзамен |
| 31 | 2 | Текущий контроль | Синтез САР Часть 1. Анализ качества и передаточная функция САР (задание)     | 1 | 1   | После изучения лекции (Часть 1 и Часть 2) и формулировка задачи выполнить следующие пункты:<br>- Проверка системы на соответствие требованиям к показателям качества переходного процесса.<br>- получить передаточную функцию разомкнутой системы.<br>- построить ЛАЧХ неизменяемой (разомкнутой) системы.<br><br>Прикрепить в качестве ответа файл программы для моделирования (симулинк или виссим) | экзамен |
| 32 | 2 | Текущий контроль | Синтез САР Часть 2. Построение неизменяемой и желаемой ЛАЧХ (задание)        | 1 | 1   | После изучения лекции (см. тему на форуме лекция 18.04.2020. Часть 3, Часть 4 и часть 5) выполнить следующие пункты:<br>- Построение желаемой ЛАЧХ системы<br>- Построение ЛАЧХ корректирующего устройства<br>- Передаточная функция корректирующего устройства<br>Прикрепить в качестве ответа файл программы для моделирования (симулинк или виссим)                                                | экзамен |
| 33 | 2 | Текущий контроль | Синтез САР Часть 3. Определение ЛАЧХ ПКУ. Передаточная функция ПКУ (задание) | 1 | 1   | Исследование скорректированной системы выполнено -1 балл<br>Исследование скорректированной системы не выполнено -0 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                             | экзамен |
| 35 | 2 | Текущий контроль | Линеаризация обобщенной характеристики (тест)                                | 1 | 5   | Разрешено попыток: 2<br><br>Ограничение по времени: 35 мин.<br><br>Метод оценивания: Высшая оценка                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | экзамен |
| 36 | 2 | Текущий контроль | Логарифмические частотные характеристики (тест)                              | 1 | 10  | По предложенным логарифмическим частотным характеристикам линейных систем следует определить коэффициент усиления, количество интегрирующих звеньев, и                                                                                                                                                                                                                                                | экзамен |

|    |   |                  |                                                           |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |
|----|---|------------------|-----------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                  |                                                           |   |   | <p>постоянные времени типовых звеньев из которых состоит передаточная функция системы. Выбрать полученную передаточную функцию из предложенных вариантов. Время выполнения теста 20 минут. На выполнение теста у вас не более двух попыток<br/>Разрешено попыток: 2</p> <p>Ограничение по времени: 20 мин.</p> <p>Метод оценивания: Высшая оценка</p> <p>Проходная оценка: 8,00 из 10,00</p> |         |
| 37 | 2 | Текущий контроль | Типовые нелинейности САР на основе гидропривода (задание) | 1 | 1 | <p>график сигнала на выходе нелинейного звена построен верно - 1 балл;<br/>график сигнала на выходе нелинейного звена построен неверно - 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                       | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Экзамен является обязательной процедурой промежуточной аттестации. До экзамена допускаются студенты, защитившие курсовой проект и имеющие рейтинг по результатам текущего контроля выше 59. Экзамен проводится в форме письменного опроса. Студенту выдается билет с двумя вопросами из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку -45 минут оценивается письменный ответ на два вопроса билета. За ответ на каждый вопрос начисляется максимум 50 баллов | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                         | № КМ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             |                                                                                                                                             | 1    | 3 | 7 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 37 |
| ПК-8        | Знает: основы теории автоматического управления                                                                                             | +    | + | + | +  | +  |    |    | +  | +  |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| ПК-8        | Умеет: составлять математические модели и передаточные функции гидросистем                                                                  |      | + | + |    | +  | +  |    | +  | +  |    |    |    |    |    | +  | +  |    |
| ПК-8        | Имеет практический опыт: разработки и моделирования регуляторов обеспечивающих требуемые динамические свойства электрогидравлических систем |      | + | + |    |    | +  |    |    |    |    | +  | +  | +  | +  |    | +  |    |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## **Печатная учебно-методическая документация**

### *а) основная литература:*

1. Шумилов, И. С. Системы управления рулями самолетов Текст учеб. пособие для вузов И. С. Шумилов. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. - 469 с.
2. 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.
3. Ту, Ю. Т. Современная теория управления Ю. Т. Ту; Пер. с англ. Я. Н. Гибадулина; Под ред. В. В. Солодовникова. - М.: Машиностроение, 1971. - 472 с. черт.

### *б) дополнительная литература:*

1. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления : Теория, применение, моделирование в MATLAB Текст учеб. пособие для техн. и классич. ун-тов А. Ю. Ощепков. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2013. - 208 с. ил.
2. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления Текст учеб. пособие для вузов по специальности 210106 - "Промышл. электроника" Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. и др.: Лань, 2010. - 218, [1] с. ил.
3. Гамынин, Н. С. Гидравлический привод систем управления Учеб. пособие для авиац. вузов и фак. Н. С. Гамынин. - М.: Машиностроение, 1972. - 376 с. ил.
4. Гамынин, Н. С. Основы следящего гидравлического привода Н. С. Гамынин. - М.: Оборонгиз, 1962. - 293 с. черт.
5. Хохлов, В. А. Гидравлические усилители мощности [Текст] В. А. Хохлов ; Акад. наук СССР, Ин-т автоматики и телемеханики. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство АН СССР, 1963. - 104 с. черт.

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

1. Известия РАН. Теория и системы управления. Государственное унитарное предприятие Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук Издательство Наука. Электронная версия: <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=teorsist> [полные тексты статей]
2. Автоматизация и управление в технических системах / Красноярск: Издательство «Общество с ограниченной ответственностью Научно-инновационный центр».
3. Вестник московского университета. Серия 15: вычислительная математика и кибернетика / МГУ – Москва: Издательство Московского государственного университета

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

1. Динамика и регулирование гидропневмосистем: методические указания и ва-рианты заданий к выполнению курсового проекта /

Составители; И.И.Лапин, К.В.Федяев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 28 с.

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

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

### **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 | 314<br>(2) | Мультимедийная аудитория                                                                                                                         |