

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной гидромеханики

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>1</sup>  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ  
ГИДРАВЛИЧЕСКИХ И ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ»

Уровень подготовки  
высшее образование - магистратура

Направление подготовки (специальность)  
13.04.03 Энергетическое машиностроение

Направленность подготовки (профиль, специализация):  
Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Квалификация (степень) выпускника  
магистр

Форма обучения  
очная

Уфа 2015

Исполнители:

Профессор

должность

Алиев

подпись

Месроbian A.B.

расшифровка подписи

Заведующий кафедрой

Прикладной гидромеханики

наименование кафедры

личная подпись

Целишев В.А.

расшифровка подписи

<sup>1</sup> Аннотация рабочей программы дисциплины отражает краткое содержание рабочей программы дисциплины, являющейся неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы.

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Моделирование переходных процессов в системах гидравлических и пневматических приводов (СГиППр)» является дисциплиной по выбору вариативной части ОПОП по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение (уровень магистратура).

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение(уровень магистратура), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «21» ноября 2014 г. № 1501. Является неотъемлемой частью основной образовательной профессиональной программы (ОПОП).

**Целью освоения дисциплины** является изучение методологических основ моделирования переходных процессов и регулирования в системах гидро- и пневмоприводов, приобретения навыков разработки математических моделей с применением современных информационных технологий.

### Задачи:

- ❖ приобретение навыков разработки математических моделей различного уровня сложности для гидропневмосистем и их элементов;
- ❖ приобретение навыков разработки математических моделей различного уровня сложности для гидропневмосистем и их элементов;
- ❖ изучение этапов моделирования электрогидравлического следящего привода (ЭГСП) на примере машиностроительного гидропривода и быстродействующего рулевого гидропривода беспилотного летательного аппарата (БЛА) специального назначения.

Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*
1	способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию	ОК-1	базовый

\*- **пороговый уровень** дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

-**базовый уровень** позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

-**повышенный уровень** предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Исходящие компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции
1	способностью использовать методы решения задач оптимизации параметров различных систем	ПК-1	базовый
2	способностью использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ПК-4	базовый

## Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью использовать методы решения задач оптимизации параметров различных систем	ПК-1	основные этапы решения инженерных и научных задач по моделированию и проектированию гидро- и пневмопривода с использованием современных ЭВМ и пакетов прикладных программ	использовать объектно-ориентированные и иные пакеты прикладных программ для решения задач расчета электрогидравлических систем управления	навыками использования основных законов гидромеханики, методов расчета параметров гидропневмоагрегатов и характеристик гидропневмоприводов;
2	способностью использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности	ПК-4	о принципах действия и конструкции основных систем и агрегатов энергетических установок (насосы, гидромоторы, гидроцилиндры), элементов гидропневоавтоматики и вспомогательных устройств (баки, фильтры, теплообменники)	производить численные расчеты по нелинейным математическим моделям электрогидравлических следящих приводов с учетом нестационарных гидрогазодинамических эффектов	методами исследования рабочих процессов в гидравлических, пневматических, вакуумных и компрессорных машинах, аппаратах и установках

## Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ:

Вид работы	Трудоемкость, час.
	1 семестр бз.е. (216 час)
Лекции (Л)	16
Практические занятия (ПЗ)	22
Лабораторные работы (ЛР)	12
КСР	6
Курсовая работа (проект) (КР)	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	124
Подготовка и сдача экзамена	36
Подготовка и сдача зачета	-
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен

## Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов					Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**	
		Аудиторная работа				СРС			Всего
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	<p><b>Место и назначение СГиППр в перспективных летательных аппаратах и мобильной технике.</b>  Введение. Задачи курса. Значение современных информационных технологий для решения сложных технических задач при моделировании СГиППр. Роль СГиППр в серийно выпускаемых и перспективных летательных аппаратах и мобильной техники. Основные задачи динамического анализа машин, аппаратов и систем расчетным путем. Краткая история развития методов математического моделирования в процессе создания гидравлических и пневматических машин, аппаратов и систем. Литература и методика изучения дисциплины  Управление проектом выполнения научно-исследовательских работ теоретического и прикладного характера при разработке новых СГиППр.</p>	2				5	7	<p><i>Р 6.1 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.3 №1, гл.1</i></p>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение
2	<p><b>Классификация гидромеханических следящих гидроприводов.</b>  Общие сведения об управлении и регулировании. Функциональные схемы. Определение, состав, принцип действия, основные элементы и устройства следящих систем. Примеры следящих систем и их функциональные схемы. Основные требования, предъявляемые к следящим системам и их элементам. Классификация гидромеханических</p>					10		<p><i>Р 6.1 №2, гл.1</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.3 №1, гл.1</i></p>	обучение на основе опыта

	следящих приводов (ГСП) с дроссельным управлением. Схемы бустеров (ГСП) с положительными и отрицательными коэффициентами передачи.								
3	<p><b>Устойчивость и автоколебания бустера. Способы обеспечения устойчивости бустера.</b></p> <p>Устойчивость и автоколебания бустера, алгебраический критерий устойчивости.</p> <p>Влияние на устойчивость бустера жесткости опоры гидроцилиндра, гидравлического и сухого трения, наклона и нелинейности обобщенной характеристики и т.д.</p> <p>Энергетический метод определения устойчивости.</p> <p>Способы обеспечения устойчивости бустера: установка демпфера на золотнике, введение перетечки жидкости между полостями гидроцилиндра, использование упругости опоры гидроцилиндра для получения дополнительной обратной связи. Анализ алгебраического критерия устойчивости.</p>	2	2			10		<p><i>Р 6.1 №1, гл.2</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.3 №1, гл.1</i></p>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение
4	<p><b>Гидроприводы с объемным регулированием.</b></p> <p>Принципиальная схема гидропривода с объемным регулированием. Допущения и ограничения, математическая модель, уравнения движения.</p> <p>Структурная схема гидропривода с объемным регулированием. Устойчивость. Влияние основных параметров гидропривода на устойчивость.</p> <p>Влияние на устойчивость (демпфирование) гидропривода с объемным регулированием основных нелинейностей.</p>	2	2			10		<p><i>Р 6.1 №1, гл.2</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.3 №1, гл.1</i></p>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение
5	<b>Электрогидравлический привод с дроссельным управлением.</b>	2	2		6	20		<p><i>Р 6.1 №1, гл.6</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i></p>	лекция-визуализация,

	<p><b>Электрогидравлический следящий привод (ЭГСП) с дроссельным регулированием (ДР). Основные элементы и принцип работы.</b></p> <p>Принципиальная и функциональная схемы электрогидравлического следящего привода с дроссельным регулированием.</p> <p>Электромеханический преобразователь (ЭМП). Гидравлический усилитель. Исполнительный гидродвигатель. Потенциометрическая обратная связь ЭГСП с ДР. Структурная схема ЭГСП с дроссельным регулированием.</p> <p>Математическое моделирование СГиППр с дроссельным регулированием. Допущения и ограничения. Выбор параметров гидроцилиндра. Определение параметров управляющего золотника. Расчет максимального давления управления золотникового гидрораспределителя. Определение диаметра сопел электрогидроусилителя. Расчет максимального момента гидродинамических сил в электрогидроусилителе. Гистерезис управляющей характеристики ЭМП.</p> <p>Определение статических (гидравлических и энергетических) характеристик СГиППр с дроссельным регулированием.</p> <p>Построение логарифмических амплитудно-фазовых частотных характеристик СГиППр с дроссельным регулированием.</p> <p>Нелинейная математическая модель СГиППр с ДР. Анализ переходных процессов, влияние внешних и внутренних параметров на показатели качества переходных процессов.</p>							<i>Р 6.3 №1, гл.2</i>	обучение на основе опыта, проблемное обучение
6	<b>Математическое моделирование СГиППр с учетом случайного разброса параметров и</b>	2	4			20		<i>Р 6.1 №1, гл.4,5</i> <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>	лекция-визуализация,

	<p><b>характеристик.</b>  СГиППр со случайным разбросом параметров. Основные составляющие элементы привода и внешние факторы, влияющие на разброс параметров ЭГСП.  Допущения и ограничения, принимаемые при математическом моделировании ЭГСП со случайным разбросом параметров.  Основы идентификации статических и динамических характеристик СГиППр.  Определение обобщенной, регулировочной по расходу и регулировочной по давлению характеристик СГиППр с учетом стохастического разброса параметров.  Динамическая модель СГиППр с учетом стохастического разброса параметров.  Создание иерархической математической модели СГиППр, учитывающей стохастический разброс параметров (гистерезис в ЭМП, коэффициенты расхода и восстановления давления в ГУ и т.п.).</p>								обучение на основе опыта, проблемное обучение
7	<p><b>Коррекция СГиППр.</b>  Коррекция СГиППр: основные термины и определения. Корректирующие устройства (КУ) и их классификация. Последовательные и параллельные КУ: схемы и влияние на динамику привода в целом. Коррекция СГиППр устройствами обратной связи (ОС). Отрицательная жесткая ОС. Охват жесткой ОС интегрирующего звена. Инерционная жесткая ОС. Гибкая ОС. Инерционная гибкая ОС. Корректирующие устройства по внешнему воздействию. ЭГСП с неединичной главной ОС.  Виды обратных связей, применяемых в</p>	2	2			10		<p><i>Р 6.1 №2, гл.1</i>  <i>Р 6.2 №1, гл.1</i>  <i>Р 6.3 №1, гл.1</i></p>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение

	СГиППр со СГУ. Обратная связь по положению. Обратная связь по расходу. Обратная связь по давлению. Обратная связь по динамическому давлению. СГиППр с комбинированной дополнительной обратной связью по перепаду давлений и по динамическому давлению.								
8	<b>Резервирование СГиППр.</b> Общие сведения и классификация резервированных СГиППр. Требования, предъявляемые к резервированным СГиППр. Виды и методы резервированных СГиППр, способы соединения резервных каналов.	2				20		<i>Р 6.1 №1, гл.7</i> <i>Р 6.2 №1, гл.1</i> <i>Р 6.3 №1, гл.1</i>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение
9	<b>Экспериментальные исследования характеристик СГиППр.</b> Экспериментальные методы исследования характеристик гидравлических следящих приводов. Цель и методика. Исследования статических и динамических характеристик. Использование статистических методов при обработке экспериментальных данных.	2	4			19		<i>Р 6.1 №1, гл.7</i>	лекция-визуализация, обучение на основе опыта, проблемное обучение

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 92% от общего количества аудиторных часов по дисциплине.



## Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	4	Численные методы решения систем линейных дифференциальных уравнений	4
2	5	Моделирование динамических характеристик СГиППр со струйным гидроусилителем	4
3	5	Моделирование динамических характеристик СГиППр с двухкаскадным электрогидроусилителем	4

## Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	5	Исследование статических и динамических характеристик ЭГСП с дроссельным регулированием	4
2	5	Исследование статических и динамических характеристик ЭГСП со струйным гидроусилителем	4
3	6	Математическое описание корректирующих устройств ЭГСП	4
4	6	Применение методов математической статистики при численном моделировании гидро- и пневмосистем	4
5	8	Обработка результатов экспериментальных исследований	4
6	8	Создание иерархической структуры работ и сетевых графиков проекта разработки перспективного ЭГСП	2

## Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература

1. Месропян А. В. Моделирование струйных гидравлических рулевых машин: Учебное пособие/ А. В. Месропян, В. А. Целищев. – Уфа: Изд. Уфимск.гос. авиац. техн. ун-т, 2008. – 196 с.
2. Целищев В. А. Гидравлический привод и гидроагрегаты/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2008. – 282 с.
3. Гимранов Э.Г. Расчет машиностроительного гидропривода: Учебное пособие/ Э. Г. Гимранов, Р.А. Сунарчин, А. М. Русак, В.А. Целищев.– Уфа: Изд. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та, 2006.– 104 с.
4. Шумилов И. С. Системы управления рулями самолётов: Учебное пособие/ И. С. Шумилов. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 469 с.

### Дополнительная литература

1. Арефьев К.В. Идентификация и адаптивное управление струйными гидравлическими рулевыми машинами/ К.В. Арефьев, А.В. Месропян, Ю.С. Телицын, В.А. Целищев. Под ред. А.В. Месропяна.- М.: Изд-во МАИ, 2007.-282с.
2. Галлямов Ш. Р. Моделирование параметров и характеристик электрогидравлического пластоиспытателя [Электронный ресурс]: [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 141100 –

**Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

Каждый обучающийся (магистрант) в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к следующим электронно-библиотечным системам (ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <http://e-library.ufa-rb.ru>, Консорциум аэрокосмических вузов России <http://elsau.ru/>, Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus>), содержащим все издания основной литературы, перечисленные в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, НИР сформированным на основании прямых договорных отношений с правообладателями.

Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории университета, так и вне ее.

Обучающимся обеспечен доступ к электронным ресурсам и информационным справочным системам, перечисленным в таблице:

№	Наименование ресурса	Объем фонда электронных ресурсов	Доступ	Реквизиты договоров с правообладателями
1.	Электронная база диссертаций РГБ	836206	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014
2.	СПС «Гарант»	6139026 экз.	Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу	ООО «Гарант-Регион», договор № 3/Б от 21.01.2013 (продолгован до 08.02.2016.)
3.	Научная электронная библиотека (eLIBRARY)* <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	9169 полнотекстовых журналов	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ	ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006
4.	Научные полнотекстовые журналы издательства Springer* <a href="http://www.springerlink">http://www.springerlink</a>	1900 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ открыт по гранту РФФИ

	<a href="#">.com</a>			
5.	Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor&FrancisGroup* <a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>	1800 наимен. журнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Государственной публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России)
6.	Научные полнотекстовые журналы издательства SagePublications*	650 наимен. жрнал.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
7.	Научные полнотекстовые журналы издательства OxfordUniversityPress* <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>	275наиме н. журнало в	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
8.	Научныйполнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science <a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a>	1 наимен. журнала.	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
9.	Научный полнотекстовый журнал Natureкомпании NaturePublishingGroup* <a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>	1 наимен. журнала	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России
10	База данных GreenFile компании EBSCO* <a href="http://www.greeninfoonline.com">http://www.greeninfoonline.com</a>	5800 библиографич записей, частично с полными текстами	С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет	Доступ предоставлен компанией EBSCO российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)

11	ЭБС «Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	41716	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ	Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД -1217/0208-15 от 03.08.2015
12	ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» <a href="http://e-library.ufa-rb.ru">http://e-library.ufa-rb.ru</a>	1225	С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ	ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта
13	Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ <a href="http://www.library.ugat.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus">http://www.library.ugat.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xml+rus</a>	528	С любого компьютера по сети УГАТУ	Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012

### **Образовательные технологии**

В процессе подготовки магистров по дисциплине Психология и педагогика используется совокупность методов и средств обучения, позволяющих осуществлять целенаправленное методическое руководство учебно-познавательной деятельностью магистрантов, в том числе на основе интеграции информационных и традиционных педагогических технологий.

В частности, предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Классическая лекция, предусматривающая систематическое, последовательное, монологическое изложение учебного материала.
2. Проблемная лекция, стимулирующая творчество, осуществляемая с подготовленной аудиторией (преимущественно во втором семестре изучения дисциплины)
3. Лекция-визуализация – передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями.
4. Проблемное обучение, стимулирующее магистрантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, в форме письменных эссе различной тематики с их последующей защитой и обсуждением на семинарских занятиях.
5. Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
6. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения,

При реализации настоящей рабочей программы предусматриваются интерактивные и активные формы проведения занятий, дискуссии по темам исследования и поставленным научным проблемам.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения *лекций-визуализаций* предусматривается использование специализированного мультимедийного оборудования и интерактивных досок smartboard.

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.