

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Проектирование и исследование идентификационных моделей систем управления  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.04.04 Управление в технических системах  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Распределенные компьютерные информационно-управляющие системы  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - расширение и углубление знаний математики и теории автоматического управления для решения задач структурной и параметрической идентификации, приобретения навыков использования методик и аппаратно-программных средств моделирования, идентификации и технического диагностирования динамических систем управления.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных методов структурной и параметрической идентификации, планирования эксперимента и оценивания адекватности идентификационных моделей.
- Формирование умений систематизировать информацию об объектах управления, осуществлять выбор наилучшего метода и модели идентификации, постановку эксперимента и оценивать адекватность моделей
- Формирование навыков расчета и исследования идентификационных моделей; использования типовых программных средств и методик моделирования и идентификации объектов управления.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные принципы создания современных систем автоматического управления;
- математические методы описания систем автоматического управления;
- основные подходы к решению задачи идентификации;
- основные подходы к решению задачи структурной идентификации;
- основные методы параметрической идентификации;
- способы оценивания адекватности расчетных моделей исходным объектам;
- основные методы одновременного оценивания параметров и состояния;
- способы применения методов идентификации в адаптивных системах.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку задачи идентификации;</li> <li>• математические методы описания систем автоматического управления;</li> <li>• методы решения структурной идентификации;</li> <li>• методы идентификации с использованием тестовых сигналов;</li> <li>• методы линейного регрессионного анализа;</li> <li>• методы идентификации динамических систем управления;</li> <li>• методы решения задачи идентификации нелинейных систем;</li> <li>• основные подходы к совместному оцениванию состояния и параметров систем;</li> <li>• основные программно-аппаратные средства идентификации систем управления;</li> <li>• основные принципы исследования идентификационных моделей;</li> <li>• методы постановки эксперимента в задачах идентификации;</li> <li>• методы оценивания адекватности моделей.</li> </ul>	Знает виды научных исследований и методы их проведения, порядок разработки задания на проведение исследований.	Тест
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• систематизировать информацию о состоянии объекта управления;</li> <li>• выявлять основные значимые параметры объектов и систем управления;</li> <li>• решать задачу</li> </ul>	Умеет оформлять результаты исследований в виде научно-технического отчета.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>структурной идентификации динамических систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы линейного регрессионного анализа для идентификации динамических систем;</li> <li>• осуществлять выбор наилучшего метода и модели идентификации;</li> <li>• решать задачу совместного оценивания параметров и состояния;</li> <li>• осуществлять выбор программно-аппаратных средств для идентификации и анализа систем управления;</li> <li>• оценивать адекватность моделей систем управления;</li> <li>• осуществлять постановку эксперимента и обработку экспериментальных данных.</li> </ul>		
ПК-1.1	ИД-ЗПК-1.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками формализации процессов в объектах и системах управления;</li> <li>• навыками построения моделей идентификации объектов и систем управления;</li> <li>• навыками исследования идентификационных моделей</li> </ul>	Владеет навыками организации и проведения экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Исследование идентификационных моделей объектов и систем управления	8	8	10	45
Тема 3. Основные принципы исследования идентификационных моделей Постановка эксперимента в задачах идентификации систем управления. Пассивный и активный эксперимент. Методы оценивания адекватности моделей. Алгоритм исследования идентификационных моделей. Тема 4. Программные средства идентификации и моделирования УС РВ Основные программные инструментальные средства моделирования и идентификации систем управления: Matlab, LabView. Постановка эксперимента и обработка экспериментальных данных в среде Simulink System Identification Toolbox. Моделирование и исследование систем средствами Simulink System Identification Toolbox. Применение LabView: System Identification Toolkit для решения задачи идентификации и моделирования систем управления.				
Методы идентификации систем управления	10	8	8	45
Тема 1. Основные подходы к решению задачи идентификации. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задача дисциплины. Постановка задачи идентификации. Основные подходы к решению задачи идентификации. Применение идентификации при проектировании и анализе систем автоматического управления. Классификация методов идентификации. Понятие структурной и параметрической идентификации. Основные этапы структурной идентификации. Тема 2. Идентификация объектов и систем управления. Определение задачи параметрической оптимизации как оптимизационной задачи. Методы идентификации линейных систем на основе линейного регрессионного анализа. Основные подходы к решению задач идентификации нелинейных систем. Идентификация динамических систем. Совместное оценивание параметров и состояния. Основные принципы выбора метода идентификации. Применение нейросетевого подхода в построении идентификационных моделей объектов в системах управления.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	16	18	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	18	90

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные этапы структурной идентификации
2	Выбор класса модели по экспериментальным данным
3	Расчет параметров линейной динамической системы управления
4	Построение нелинейной динамической модели объектов и систем управления
5	Постановка эксперимента в задачах идентификации систем управления
6	Методы оценивания адекватности моделей
7	Применение нейросетевого подхода в построении идентификационных моделей объектов в управляющих системах реального времени

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Идентификация линейных САУ в среде System Identification Toolbox (Matlab)
2	Идентификация нелинейных САУ в среде System Identification Toolbox (Matlab)
3	Исследование адекватности идентификационных моделей в среде System Identification Toolbox (Matlab)
4	Идентификация САУ в среде System Identification Toolkit (LabView)

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Андриевская Н. В. Идентификация систем управления : учебное пособие для вузов / Н. В. Андриевская, Н. Н. Матушкин, А. А. Южаков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	5
2	Андриевская Н. В. Проектирование и исследование идентификационных моделей управляющих систем реального времени : учебное пособие / Н. В. Андриевская. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	5
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Алексеев А. А. Идентификация и диагностика систем : учебное пособие / А. А. Алексеев, Ю. А. Кораблев, М. Ю. Шестопапов. - Москва: Академия, 2009.	6
2	Андриевская Н. В. Моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Андриевская, С. В. Бочкарёв. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
3	Вучков И. Н. Прикладной линейный регрессионный анализ : пер. с болг. / И. Н. Вучков, Л. Н. Бояджиева, Е. Б. Солаков. - Москва: Финансы и статистика, 1987.	2
4	Дьяконов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем : специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. - СПб: Питер, 2002.	9
5	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем : учебное пособие / Т. С. Леготкина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	46
6	Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / К. А. Пупков [и др.]. - Москва: , Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - (Методы классической и современной теории автоматического управления : учебное пособие для вузов : в 5 т.; Т. 2)	17
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		

	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Методы идентификации систем	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2922">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2922</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Моделирование систем	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2708">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2708</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Идентификация систем управления	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3492">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3492</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Проектирование и исследование идентификационных моделей управляющих систем реального времени	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3613">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3613</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LabVIEW (NI Academic Site License № 469934 )

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1
Практическое занятие	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------