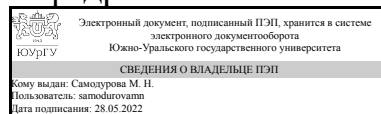


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



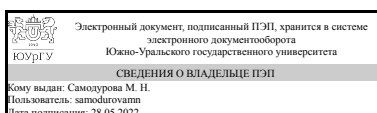
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.03** Оценивание в измерительных системах  
**для направления 12.04.01** Приборостроение  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Информационно-измерительная техника и технологии в инновационных проектах промышленности  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

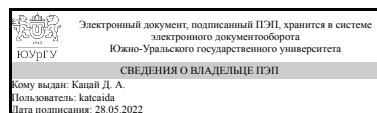
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Кацай

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Оценивание в измерительных системах» является углубление общего информационного образования и информационной культуры студентов, а также формирование базовых практических знаний и навыков в одном из современных интенсивно развивающихся направлений информационно-измерительной техники. Основная задача дисциплины: освоение методов обработки измерительной информации, связанных с определением характеристик объектов, процессов, систем недоступных прямым измерениям на основе методов теории пространства состояний.

## Краткое содержание дисциплины

Методы построения математических моделей динамических систем. Представление уравнений состояний в матричной форме. Описание в переменных «входы-выходы». Описание в пространстве состояний. Описание во временной области. Описание в частотной области и на комплексной плоскости. Создание модели на основе дифференциальных уравнений. Матричное представление уравнения состояния. Наблюдаемость и управляемость динамических систем. Детерминированные методы оценивания. Наблюдатель Льюинбергера. Стохастические методы оценивания. Фильтр Калмана. Методы решения уравнения Риккати. Построение рекуррентных алгоритмов решения плохо обусловленных систем линейных уравнений и синтез рекуррентных алгоритмов оценивания, исходя из требуемых точностных характеристик.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции	Знает: методы описания и построения математических моделей исследуемых динамических процессов и объектов Умеет: использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач своей предметной области Имеет практический опыт: самостоятельной подготовки и оформления реферативных и учебных материалов в виде отчетов по практическим занятиям, выполненных в соответствии с нормативными требованиями

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных, Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами,	Производственная практика, производственно-технологическая практика (4 семестр)

Адаптивные электронные и микропроцессорные системы, Цифровая обработка сигналов	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами	<p>Знает: современную научную методологию, новые методы исследования, методы синтеза систем программного управления, реализацию синтезированной системы на различной элементной базе, структуру и состав распределенных интеллектуальных автоматизированных систем управления технологическими процессами в промышленности, инструкции по эксплуатации технологического оборудования, режимы производства, контроль качества приборов систем и их элементов, методы инженерного прогнозирования и диагностических моделей состояния приборов и систем в процессе их эксплуатации</p> <p>Умеет: осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; поставить задачу на автоматизацию объекта, требующего в основном систему циклового программного управления; выбрать элементную базу для реализации системы автоматизации; выполнить принципиальную схему разработанной системы автоматизации объекта, составлять техническую документацию, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства</p> <p>Имеет практический опыт: решения задач, решаемых различными этапами иерархии управления технологическими комплексами, работы с системами автоматизации технологических процессов и промышленных установок, создания прогностических моделей в технологических процессах, программ испытаний, инструкций по эксплуатации</p>
Цифровая обработка сигналов	<p>Знает: методы математического описания линейных дискретных систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров, преимущества, недостатки и сферы применения различных методов ЦОС</p> <p>Умеет: использовать интегративные умения, необходимые для написания, письменного перевода или редактирования различных технических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей) с целью объяснения математического описания линейных</p>

	<p>дискретных систем в виде алгоритмов, обсуждения результатов компьютерного моделирования линейных дискретных систем на основе их математического описания и т.д., рассчитывать и проектировать цифровые устройства для решения конкретных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, определенных созданием конкурентоспособной наукоемкой продукции</p> <p>Имеет практический опыт: демонстрации интегративных умений, необходимых для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях в данной предметной области, работы с цифровыми устройствами различного назначения; проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, включающих расчет характерных частот аналого-цифрового преобразования при различных видах спектров входных сигналов, расчет требуемых основных параметров ЦАП для систем ЦОС, исследование устройств формирования и преобразования сигналов и др.</p>
<p>Беспроводные технологии передачи измерительной информации и данных</p>	<p>Знает: способы организации и координации работы участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов при выполнении наиболее ответственных частей проекта: организации технологии передачи дискретных данных и выбор аппаратных средств; выбор протоколов локальных компьютерных сетей передачи данных, протоколов сетевого уровня при построении больших сетей и др., методы проектирования беспроводных компьютерных и промышленных сетей</p> <p>Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по современным сетевым технологиям, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; настраивать и администрировать аппаратное и программное обеспечение компьютерных сетей., осуществлять организацию работ по созданию беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных</p> <p>Имеет практический опыт: решения научно-исследовательских, проектных и технологических задач с использованием информационных технологий; навыками самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; готовностью к участию в командной работе по</p>

	отладке и сдаче в эксплуатацию подсистем передачи данных различных информационно-измерительных систем., управления проведением опытно-конструкторских работ в области беспроводных сетей передачи измерительной информации и данных
Адаптивные электронные и микропроцессорные системы	Знает: принципы построения и функционирования адаптивных электронных и микропроцессорных систем Умеет: описывать на математическом уровне адаптивные электронные и микропроцессорные системы, применять практические методы адаптивного управления техническими объектами в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в промышленности Имеет практический опыт: анализа результатов исследований в области создания адаптивных электронных и микропроцессорных систем при создании конкурентоспособной наукоемкой продукции

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка к выполнению контрольных мероприятий с №1 по № 8	53,75	53.75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Методы описания (построения математических моделей) измерительных систем	8	4	4	0
2	Наблюдаемость и управляемость измерительных систем	8	4	4	0
3	Детерминированные методы оценивания	16	8	8	0
4	Стохастические методы оценивания	16	8	8	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Методы описания (построения математических моделей) измерительных систем во временной области	2
2	1	Методы описания (построения математических моделей) измерительных систем в частотной области	2
3	2	Наблюдаемость и управляемость измерительных систем	2
4	2	Наблюдаемость и управляемость измерительных систем	2
5	3	Математическая модель наблюдающего устройства в детерминированной постановке	2
6	3	Настройка параметров наблюдающего устройства по динамическим характеристикам измерительной системы	2
7	3	Программная реализация наблюдающего устройства	2
8	3	Моделирование работы наблюдающего устройства совместно с измерительной системой	2
9	4	Математическая модель наблюдающего устройства (фильтра Калмана) в стохастической постановке	2
10	4	Настройка параметров фильтра Калмана по статистическим характеристикам измерительной системы	2
11	4	Программная реализация фильтра Калмана	2
12	4	Моделирование работы фильтра Калмана совместно с измерительной системой	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Методы описания (построения математических моделей) измерительных систем во временной области	2
2	1	Векторно-матричная модель измерительной системы в форме Коши	2
3	2	Наблюдаемость динамических систем	2
4	2	Управляемость динамических систем	2
5	3	Математическая модель наблюдающего устройства в детерминированной постановке	2
6	3	Настройка параметров наблюдающего устройства по динамическим характеристикам измерительной системы	2
7	3	Программная реализация наблюдающего устройства Льюинбергера	2
8	3	Моделирование работы наблюдающего устройства Льюинбергера совместно с измерительной системой	2
9	4	Формирование математической модели наблюдающего устройства (фильтра Калмана) в стохастической постановке	2
10	4	Настройка параметров фильтра Калмана по статистическим характеристикам измерительной системы	2
11	4	Программная реализация фильтра Калмана	2
12	4	Моделирование работы фильтра Калмана совместно с измерительной системой	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 выполнению контрольных мероприятий с №1 по № 8	Воскобойников, Ю. Е. Рекуррентное оценивание вектора состояния динамических систем : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2486-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118217">https://e.lanbook.com/book/118217</a> (дата обращения: 17.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	3	53,75

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

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

#### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №1. Разработка измерительного устройства с наблюдателем Льюинбергера	1	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
2	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №2. Моделирование работы измерительного устройства с наблюдателем Льюинбергера	1	10	изложен в файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
3	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №3. Разработка измерительного	1	10	изложен в файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет

			устройства с регулятором по состоянию				
4	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №4. Моделирование работы измерительного устройства с регулятором по состоянию	1	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
5	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №5. Разработка измерительного устройства с регулятором по состоянию и наблюдателем Льюинбергера	1	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
6	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №6. Моделирование работы измерительного устройства с регулятором по состоянию и наблюдателем Льюинбергера	1	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
7	3	Текущий контроль	Контрольное мероприятие №7. Разработка измерительного устройства с регулятором по состоянию и фильтром Калмана	1	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет
8	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	В файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf"	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в форме устного опроса. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на зачет. Оценивание выполняется по критериям, изложенным в файле "ФОС к дисциплине Оценивание в измерительных системах для 12.04.01.pdf". При всех положительных ответах студенту выставляется средняя оценка. Зачет считается не сданным, если студент не смог ответить хотя бы на один из вопросов или средняя оценка	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения



оказалась менее 60%.

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1	Знает: методы описания и построения математических моделей исследуемых динамических процессов и объектов	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы для решения задач своей предметной области	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: самостоятельной подготовки и оформления реферативных и учебных материалов в виде отчетов по практическим занятиям, выполненным в соответствии с нормативными требованиями	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Методические указания по дисциплине "Оценивание в измерительных системах"

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

1. Методические указания по дисциплине "Оценивание в измерительных системах"

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Воскобойников, Ю. Е. Рекуррентное оценивание вектора состояния динамических систем : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2486-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118217">https://e.lanbook.com/book/118217</a> (дата обращения: 17.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная	Электронно-	Степанов, О. А. Методы обработки навигационной

литература	библиотечная система издательства Лань	измерительной информации : учебное пособие / О. А. Степанов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-7577-0554-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110420">https://e.lanbook.com/book/110420</a> (дата обращения: 17.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
------------	--	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет, диф.зачет	536 (36)	Компьютеры с доступом в сеть Интернет
Самостоятельная работа студента	536 (36)	Компьютеры с доступом в сеть Интернет
Контроль самостоятельной работы	536 (36)	Компьютеры с доступом в сеть Интернет
Лекции	536 (36)	Компьютеры с доступом в сеть Интернет
Практические занятия и семинары	536 (36)	Компьютеры с доступом в сеть Интернет