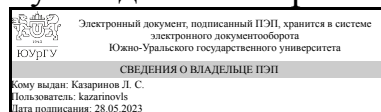


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



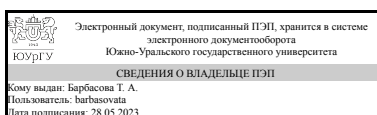
Л. С. Казаринов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Цифровые двойники  
для направления 27.03.04 Управление в технических системах  
уровень Бакалавриат  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Автоматика и управление

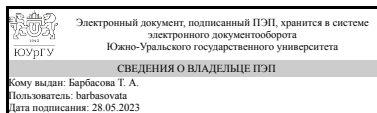
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 871

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



Т. А. Барбасова

Разработчик программы,  
д.техн.н., доц., профессор



Т. А. Барбасова

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины «Цифровые двойники» заключается в формировании у специалистов технических и научно обоснованных подходов к решению проблем, связанных с построением математических моделей технических и информационных систем и с дальнейшим использованием их для анализа и синтеза систем, с использованием моделирующих программ и комплексов для исследования полученных моделей. Задачи преподавания и изучения дисциплины состоят в овладении специалистами определенным объемом знаний, умений и навыков в области моделирования систем, в том числе знанием существующих классификаций моделей и видов моделирования; примеров моделей систем; основных положений теории подобия; этапов математического моделирования; принципов построения и основных требования к математическим моделям систем; целей и задач исследования математических моделей систем, общих схем разработки математических моделей; формализации процесса функционирования системы; понятия агрегативной модели; форм представления математических моделей; методов исследования математических моделей систем и процессов; имитационного моделирования; методов упрощения математических моделей; технических и программных средств моделирования; анализа и синтеза систем и средств управления; методов и средств автоматизация моделирования и испытаний электронных систем и средств управления; умением строить математические модели технических систем; разрабатывать регуляторы для управления объектами различной физической природы; анализировать и повышать качество функционирования систем автоматизации и управления; использовать математическое моделирование и системы автоматизированного проектирования при создании и совершенствовании систем автоматизации и управления; в приобретении навыков построения математических моделей технических систем, технологических процессов и производств как объектов автоматизации и управления; разработки математических моделей систем автоматизации и управления объектами различной физической природы; совершенствования методов моделирования, анализа и синтеза систем управления объектами различной природы; работы с существующими программами компьютерного моделирования систем.

### **Краткое содержание дисциплины**

Дисциплина "Цифровые двойники" включает изучение следующих вопросов: классификация моделей и виды моделирования; примеры моделей систем; основные положения теории подобия; этапы математического моделирования; принципы построения и основные требования к математическим моделям систем; цели и задачи исследования математических моделей систем; общая схема разработки математических моделей; формализация процесса функционирования системы; понятие агрегативной модели; формы представления математических моделей; методы исследования математических моделей систем и процессов; имитационное моделирование; методы упрощения математических моделей; технические и программные средства моделирования.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                   | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен осуществлять проектирование и разработку программно-технического обеспечения для АСУ ТП | Знает: как осуществлять проектирование и разработку программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников<br>Умеет: выполнения работ в области проектирования и разработки программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников<br>Имеет практический опыт: работ по проектированию и разработке программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ФД.01 Геоинформационные системы                               | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                      | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ФД.01 Геоинформационные системы | Знает: как осуществлять проектирование и разработку программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием геоинформационных систем<br>Умеет: выполнять работы в области проектирования и разработки программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием геоинформационных систем<br>Имеет практический опыт: работы в области разработки программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием геоинформационных систем |

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 18,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                 | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                    |             | Номер семестра                     |
|                                                    |             | 8                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                      | 108         | 108                                |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                         | 12          | 12                                 |
| Лекции (Л)                                         | 4           | 4                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды | 8           | 8                                  |

|                                          |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------|
| аудиторных занятий (ПЗ)                  |       |       |
| Лабораторные работы (ЛР)                 | 0     | 0     |
| Самостоятельная работа (СРС)             | 89,75 | 89,75 |
| Подготовка к зачету                      | 28    | 28    |
| Выполнение РГР                           | 45,75 | 23.75 |
| Подготовка к контрольной работе          | 16    | 8     |
| 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         | Общие сведения о цифровом моделировании технологических процессов       | 0,5                                       | 0,5 | 0  | 0  |
| 2         | Представление технологических процессов в пространстве состояний        | 0,5                                       | 0,5 | 0  | 0  |
| 3         | Представления процессов в линейных стационарных динамических системах   | 0,5                                       | 0,5 | 0  | 0  |
| 4         | Представление процессов в фазовом пространстве                          | 0,5                                       | 0,5 | 0  | 0  |
| 5         | Физическая интерпретация технологических процессов                      | 1                                         | 1   | 0  | 0  |
| 6         | Моделирование термодинамических процессов. Моделирование сложных систем | 9                                         | 1   | 8  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                 | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Общие сведения о цифровом моделировании технологических процессов       | 0,5          |
| 2        | 2         | Представление технологических процессов в пространстве состояний        | 0,5          |
| 3        | 3         | Представления процессов в линейных стационарных динамических системах   | 0,5          |
| 4        | 4         | Представление процессов в фазовом пространстве                          | 0,5          |
| 5        | 5         | Физическая интерпретация технологических процессов                      | 1            |
| 6        | 6         | Моделирование термодинамических процессов. Моделирование сложных систем | 1            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                               | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.2       | 6         | Схемы и приемы моделирования линейных СУ по ДУ. Примеры моделирования простых систем на ПК по ДУ                  | 0,5          |
| 1.1       | 6         | Введение. Моделирование СУ, математическая модель (ММСУ), определения. Примеры моделирования простых систем на ПК | 0,5          |
| 2.1       | 6         | Методы численного интегрирования ДУ. Изучение методов численного интегрирования ДУ Эйлера, трапеций и др.         | 0,5          |
| 2.2       | 6         | Канонические формы моделей линейных СУ по ДУ. Проблемы при                                                        | 0,5          |

|     |   |                                                                                                                                                                                                          |     |
|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|     |   | построении моделей линейных СУ по ДУ. Примеры моделирования простых систем на ПК по ДУ в канонических формах.                                                                                            |     |
| 3.2 | 6 | Дискретные системы. Числовые последовательности. Примеры z-преобразований числовых последовательностей. Решение задач. Разностные уравнения. Описания дискретных сигналов, блоков и систем. Примеры.     | 0,5 |
| 3.1 | 6 | Автоматизация моделирования СУ на ПК. Численное решение ДУ. Методы интегрирования ДУ. Примеры моделирования простых систем на ПК по ДУ. Изучение меню программ для качественного моделирования СУ на ПК. | 0,5 |
| 4   | 6 | Дискретные системы. Моделирование дискретных СУ. Моделирование дискретных СУ по разностному уравнению. Регистр сдвига. Примеры моделирования простых дискретных блоков и систем на ПК                    | 1   |
| 5   | 6 | Импульсные системы. Моделирование импульсных СУ. Примеры моделирования простых импульсных систем на ПК                                                                                                   | 1   |
| 6   | 6 | Замкнутые импульсные системы. Моделирование импульсных СУ. Примеры моделирования замкнутых импульсных систем на ПК                                                                                       | 1   |
| 7   | 6 | Синтез импульсных систем. Моделирование импульсных СУ. Методы синтеза импульсных систем. Моделирование импульсных СУ с различными дискретными регуляторами.                                              | 1   |
| 8   | 6 | Программы для моделирования СУ. Демонстрация программных продуктов для моделирования СУ                                                                                                                  | 1   |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |              |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС          | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету | Программные средства для моделирования и анализа линейных систем автоматического управления: Учеб. пособ. / Ю.Э. Плешивцева, А.А. Казаков, А.Г. Мандра. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 123 с.: ил.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8       | 28           |
| Выполнение РГР      | Образовательный математический сайт Exponenta.ru [Электронный ресурс]. Компьютерный лабораторный практикум «Моделирование»; автор Бенькович Е.С. электрон. дан. – М.: Exponenta.ru, 2001. – Режим доступа <a href="http://rrc.dgu.ru/res/exponenta/soft/Others/mvs/stud2/8.asp.htm">http://rrc.dgu.ru/res/exponenta/soft/Others/mvs/stud2/8.asp.htm</a> , свободный. Загл. с экрана – Яз. рус. Дёч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и Z-преобразования / Пер. с 3-го немецкого издания. – 1971. – 288 с. | 8       | 23,75        |
| Выполнение РГР      | Дьяконов, В.П. Vissim+Mathcad+Matlab. Визуальное математическое моделирование. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 384 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8       | 22           |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| Подготовка к контрольной работе | Филлипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филлипс, Р. Харбор; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с. Дорф, Р. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с. | 8 | 8 |
| Подготовка к контрольной работе | Лазарев, Ю.Ф. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учебный курс / Ю.Ф. Лазарев. – СПб. : Питер : Издательская группа BHV, 2005. – 512 с.                                                                                                                                                  | 8 | 8 |

## 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-мestr | Вид контроля             | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|-----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 1               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ1 и ЛР1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 2    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 2               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ2 и ЛР2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 3    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 3               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ3 и ЛР3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 4    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 4               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ4 и ЛР4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 5    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 5               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ5 и ЛР5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 6    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 6               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ6 и ЛР6 .                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | зачет            |
| 7    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 8               | 0,1 | 10         | Начисляется 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ7 и ЛР7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет            |
| 8    | 8        | Текущий контроль         | Контрольная точка 9               | 0,1 | 10         | Начисляется до 10 баллов при грамотном и точном выполнении задания ПЗ8 и ЛР8.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | зачет            |
| 9    | 8        | Промежуточная аттестация | зачет                             | -   | 40         | Зачетная работа состоит из выполненных практических заданий.<br>Каждое задание (ПЗ) оценивается: в 10 баллов, если оно решено полностью и правильно;<br>и -1 балл, если задание решено с одной вычислительной ошибкой, -2 -3 и т.д.;<br>в 0 баллов в случаях отсутствия отчета по ПЗ. Ответы на зачете оцениваются в 40 баллов.<br>Максимальное возможное количество баллов | зачет            |

|  |  |  |  |  |                                             |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | за работу в семестре составляет 100 баллов. |  |
|--|--|--|--|--|---------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Зачетная работа состоит из защиты выполненных ПЗ. Каждое задание (ПЗ) оценивается: в 10 баллов, если оно решено полностью и правильно; и -1 балл, если задание решено с одной вычислительной ошибкой, -2 -3 и т.д.; в 0 баллов в случаях отсутствия отчета по ПЗ и ЛР. Ответы на зачете оцениваются в 40 баллов. Максимальное возможное количество баллов за работу в семестре составляет > 100 баллов. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                              | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ПК-3        | Знает: как осуществлять проектирование и разработку программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников           | +    | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: выполнения работ в области проектирования и разработки программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников | +    | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: работ по проектированию и разработке программно-технического обеспечения для АСУ ТП с использованием цифровых двойников | +    | + | + | + | + | + | + | + | + |

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. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 49 с.

2. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления: учебное пособие / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 69 с.

3. Программные средства для моделирования и анализа линейных систем автоматического управления: Учеб. пособ. / Ю.Э. Плешивцева, А.А. Казаков, А.Г. Мандра. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 123 с.: ил.

4. Озеров, Л.А. (Шифр в библиотеке О-466) Моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 51 с.

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

1. Озеров, Л.А. О-466 Математическое моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам / Л.А. Озеров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. — 49 с.

2. Озеров, Л.А. (Шифр в библиотеке О-466) Моделирование систем управления: учебное пособие по лабораторным работам. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 51 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы                                           | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Григорьев, В.В. Синтез систем автоматического управления методом модального управления. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.В. Григорьев, Н.В. Журавлёва, Г.В. Лукьянова, К.А. Сергеев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2007. — 108 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43643">http://e.lanbook.com/book/43643</a>              |
| 2 | Основная литература                                      | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Макаров, Ю.А. Методические указания к выполнению домашнего задания по курсам «Управление в технических системах» и «Основы теории управления». [Электронный ресурс] : Учебно-методические пособия — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 16 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52140">http://e.lanbook.com/book/52140</a> |
| 3 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5849">http://e.lanbook.com/book/5849</a>                                                                              |
| 4 | Дополнительная литература                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Решмин, Б.И. Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 74 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/80296">http://e.lanbook.com/book/80296</a>                                                                |
| 5 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Музипов, Х.Н. Автоматизированное проектирование средств и систем управления. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Х.Н. Музипов, О.Н. Кузяков. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 168 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/28311">http://e.lanbook.com/book/28311</a>                                                          |
| 6 | Методические пособия для самостоятельной                 | Электронно-библиотечная система                   | Ковалев, П.И. Введение в теорию моделирования систем управления. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 68 с.                                                                                                                                                                                                    |

|   |                                        |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | работы студента                        | издательства<br>Лань                              | — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/64520">http://e.lanbook.com/book/64520</a>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7 | Методические пособия для преподавателя | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Оськин, Д.А. Исследование систем автоматического управления: Учебное пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Д.А. Оськин, В.Е. Маркин. — Электрон. дан. — Владивосток : МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2012. — 160 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/20149">http://e.lanbook.com/book/20149</a>                                   |
| 8 | Методические пособия для преподавателя | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шапкарин, А.В. Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем": учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.В. Шапкарин, И.Г. Кулло. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ, 2012. — 92 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75711">http://e.lanbook.com/book/75711</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
3. Visual Solution, Inc.-VisSim(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самостоятельная работа студента | 712<br>(3б) | Компьютеры                                                                                                                                       |
| Практические занятия и семинары | 712<br>(3б) | Компьютеры, доска                                                                                                                                |
| Лекции                          | 705<br>(3б) | Видеопроектор, компьютер                                                                                                                         |