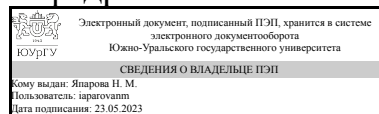


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



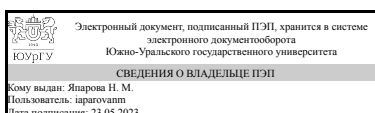
Н. М. Япарова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.06.02 Эволюционные вычисления  
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
уровень Магистратура  
магистерская программа Аналитика данных и цифровые технологии  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Математическое обеспечение информационных технологий

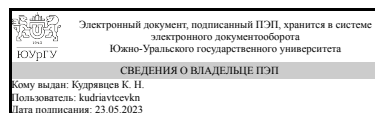
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

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



Н. М. Япарова

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доцент



К. Н. Кудрявцев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является изучение общей теории эволюционных вычислений, инспирированных природными системами, математических моделей и эффективных форм распределенных алгоритмов эволюционных вычислений для решения задач анализа и обработки данных. Задачи дисциплины: изучить основные стратегии, принципы и концепции эволюционных вычислений, получить представление о когнитивных возможностях композиции эволюционных операторов.

## Краткое содержание дисциплины

Введение в общую теорию эволюционных вычислений. Методы оптимизации. Эвристические алгоритмы. Совместные схемы локального и генетического поиска. Инструментальные средства эволюционных вычислений.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3 Способен разрабатывать методику выполнения аналитических работ для создания математического и алгоритмического обеспечения системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | Знает: основные понятия и определения теории генетических алгоритмов, различные модели генетических алгоритмов, их структуру; основные виды генетических операторов; базовые принципы и основные подходы к построению совместных схем локального и генетического поиска оптимальных решений; наиболее распространенные архитектуры и стратегии генетического поиска оптимальных решений<br>Умеет: разрабатывать алгоритмы решения задач, используя в зависимости от специфики решаемой задачи существующие модификации основных генетических операторов или выстраивая новые стратегии и схемы<br>Имеет практический опыт: построения математических моделей решаемых задач и подбора необходимых генетических операторов, выбора необходимой архитектуры и структуры генетического поиска |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Семинар "Современные технологии анализа данных и методов искусственного интеллекта", Математическое моделирование сложных процессов и систем | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                                                                          | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Математическое моделирование сложных процессов и систем                             | Знает: основы математического моделирования процессов, явлений; основные подходы к построению методов анализа данных, основанных на использовании математического аппарата; методы анализа и интерпретации результатов проведения экспериментов, методику выбора оптимальных решений; Умеет: применять перспективные методы анализа данных, необходимые для проведения исследований и решения профессиональных задач и реализуемых на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий; Имеет практический опыт: получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий; |
| Семинар "Современные технологии анализа данных и методов искусственного интеллекта" | Знает: средства получения, хранения и обработки информации Умеет: реализовывать базовые принципы для формирования алгоритмического обеспечения системного анализа с привлечением математического аппарата Имеет практический опыт: использования современных компьютерных технологий хранения, переработки и трансляции информации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 36          | 36                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 12          | 12                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 24          | 24                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 31,75       | 31,75                              |
| Выполнение заданий для самостоятельной работы                              | 15,75       | 15.75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 16          | 16                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                    | Объем аудиторных занятий по видам в<br>часах |   |    |    |
|--------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|---|----|----|
|              |                                                     | Всего                                        | Л | ПЗ | ЛР |
| 1            | Введение в общую теорию эволюционных вычислений.    | 4                                            | 2 | 2  | 0  |
| 2            | Методы оптимизации.                                 | 6                                            | 2 | 4  | 0  |
| 3            | Эвристические алгоритмы                             | 14                                           | 4 | 10 | 0  |
| 4            | Совместные схемы локального и генетического поиска. | 6                                            | 2 | 4  | 0  |
| 5            | Инструментальные средства эволюционных вычислений.  | 6                                            | 2 | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                         | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1            | Введение. Краткие исторические сведения. Концепция эволюционного моделирования. Основные понятия.                                                                                                               | 2                   |
| 2           | 2            | Методы оптимизации. Технологии локального поиска. Градиентные методы. Методы решения задач условной оптимизации.                                                                                                | 2                   |
| 3           | 3            | Генетические алгоритмы. Основные понятия. Классический генетический алгоритм. Основная теорема о генетических алгоритмах.                                                                                       | 2                   |
| 4           | 3            | Метод дифференциальной эволюции. Методы искусственных иммунных систем. Метод рассеивания.                                                                                                                       | 1                   |
| 5           | 3            | Метод, имитирующий распространение сорняков. Метод, имитирующий поведение кукушек.                                                                                                                              | 1                   |
| 6           | 4            | Совместные схемы локального и генетического поиска. Модификации классического генетического алгоритма. Архитектуры и стратегии генетического поиска. Генетические алгоритмы для многокритериальной оптимизации. | 2                   |
| 7           | 5            | Инструментальные средства эволюционных вычислений. Организация параллельных эволюционных вычислений.                                                                                                            | 2                   |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| №<br>занятия | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                               | Кол-<br>во<br>часов |
|--------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1            | 1            | Модель эволюционных стратегий.                                                                                    | 2                   |
| 2            | 2            | Решение задач условной оптимизации. Решение задач безусловной оптимизации. Выдача задания контрольной точки 1.    | 2                   |
| 3            | 2            | Градиентные методы.                                                                                               | 2                   |
| 4-5          | 3            | Генетические алгоритмы. Решение задач. Методы создания начальной популяции. Выдача задания контрольной точки 2.   | 4                   |
| 6            | 3            | Простой генетический алгоритм (Голдберга). Выдача задания контрольной точки 3.                                    | 2                   |
| 7            | 3            | Метод дифференциальной эволюции. Методы искусственных иммунных систем.                                            | 2                   |
| 8            | 3            | Метод рассеивания. Метод, имитирующий поведение кукушек.                                                          | 2                   |
| 9            | 4            | Модифицированные генетические операторы. Параллельные генетические алгоритмы. Выдача задания контрольной точки 4. | 2                   |

|       |   |                                                                                      |   |
|-------|---|--------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 10    | 4 | Решение задач многокритериальной оптимизации. Выдача задания контрольной точки 5.    | 2 |
| 11-12 | 5 | Задачи на графах. Решение задачи о коммивояжере. Выдача задания контрольной точки 6. | 4 |

### 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 |
| Выполнение заданий для самостоятельной работы | ЭУМД: осн.лит. п.2, сс. 35-38, 65-70, 126-131, 193-197, 298-300.                                    | 4       | 15,75        |
| Подготовка к зачету                           | ПУМД: осн.лит. п.1, гл. 4. ЭУМД: осн.лит. п.2, гл. 1-3; доп.лит. п.1, гл. 6, п.2, гл. 1, п.3 гл. 7. | 4       | 16           |

## 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    | 4        | Текущий контроль | Контрольная точка 1               | 2   | 5          | Максимальный балл за выполнение задания — 5 баллов.<br>Критерий оценивания:<br>5 баллов - задание выполнено верно.<br>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.<br>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.<br>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.<br>1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.<br>0 баллов - задание не выполнено. | зачет            |
| 2    | 4        | Текущий          | Контрольная                       | 2   | 5          | Максимальный балл за выполнение задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | зачет            |

|   |   |                  |                     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|---|---|------------------|---------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   | контроль         | точка 2             |   |   | <p>— 5 баллов.</p> <p>Критерий оценивания:</p> <p>5 баллов - задание выполнено верно.</p> <p>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.</p> <p>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.</p> <p>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.</p> <p>1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов - задание не выполнено.</p>                                         |       |
| 3 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка 3 | 2 | 5 | <p>Максимальный балл за выполнение задания — 5 баллов.</p> <p>Критерий оценивания:</p> <p>5 баллов - задание выполнено верно.</p> <p>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.</p> <p>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.</p> <p>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.</p> <p>1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов - задание не выполнено.</p> | зачет |
| 4 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка 4 | 2 | 5 | <p>Максимальный балл за выполнение задания — 5 баллов.</p> <p>Критерий оценивания:</p> <p>5 баллов - задание выполнено верно.</p> <p>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.</p> <p>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.</p> <p>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.</p> <p>1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов - задание не выполнено.</p> | зачет |
| 5 | 4 | Текущий контроль | Контрольная точка 5 | 2 | 5 | <p>Максимальный балл за выполнение задания — 5 баллов.</p> <p>Критерий оценивания:</p> <p>5 баллов - задание выполнено верно.</p> <p>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.</p> <p>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.</p> <p>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.</p>                                                                                                               | зачет |

|   |   |                          |                     |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|---|---|--------------------------|---------------------|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                     |   |   | 1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.<br>0 баллов - задание не выполнено.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |
| 6 | 4 | Текущий контроль         | Контрольная точка 6 | 2 | 5 | Максимальный балл за выполнение задания — 5 баллов.<br>Критерий оценивания:<br>5 баллов - задание выполнено верно.<br>4 балла - задание выполнено с незначительными ошибками.<br>3 балла - ход решения верный, но решение содержит одну грубую ошибку.<br>2 балла - ход решения верный, но решение содержит две грубые ошибки, либо задание выполнено не полностью, но не менее, чем на половину.<br>1 балл - задание выполнено с более чем двумя грубыми ошибками.<br>0 баллов - задание не выполнено. | зачет |
| 7 | 4 | Промежуточная аттестация | Зачет               | - | 6 | Каждый из трех вопросов билета оценивается от 0 до 2 баллов. Максимальный балл за билет - 6 баллов.<br>Критерий оценивания (для каждого вопроса):<br>2 балла - студент правильно и полно ответил на вопрос;<br>1 балл - ответ был не полным или содержал неточности;<br>0 баллов - ответ неверный или содержит грубые ошибки или студент не ответил на вопрос.                                                                                                                                          | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Зачет проводится в устно-письменной форме. Магистрант должен подготовить в течение 45 минут ответы на вопросы в выбранном билете. Оценка может быть выставлена по результатам письменного ответа при условии успешного прохождения всех контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости. В случае если в ответе допущены ошибки и/или неточности, преподаватель может задать от 1 до 3 дополнительных вопросов по теме вопроса в билете. Зачет выставляется с учетом ответов на дополнительные вопросы. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | № KM |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| ПК-3        | Знает: основные понятия и определения теории генетических алгоритмов, различные модели генетических алгоритмов, их структуру; основные виды генетических операторов; базовые принципы и основные подходы к построению совместных схем локального и генетического поиска оптимальных решений; наиболее распространенные архитектуры и |      |   |   |   |   |   |   |

|      |                                                                                                                                                                                                     |   |  |  |   |  |   |    |   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|--|---|--|---|----|---|
|      | стратегии генетического поиска оптимальных решений                                                                                                                                                  |   |  |  |   |  |   |    |   |
| ПК-3 | Умеет: разрабатывать алгоритмы решения задач, используя в зависимости от специфики решаемой задачи существующие модификации основных генетических операторов или выстраивая новые стратегии и схемы | + |  |  |   |  | + |    | + |
| ПК-3 | Имеет практический опыт: построения математических моделей решаемых задач и подбора необходимых генетических операторов, выбора необходимой архитектуры и структуры генетического поиска            |   |  |  | + |  |   | ++ |   |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. с пол. И. Д. Рудинского. - 2-е изд., стер. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013. - 383 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для вузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.

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

1. Вестник ЮУрГУ. Серия: Математическое моделирование и программирование.

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

1. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/13727> — Загл. с экрана.

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

1. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2009. — 456 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/13727> — Загл. с экрана.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                 |
|---|---------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная                  | Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы. [Электронный ресурс] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                           | система<br>издательства Лань                      | Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2163">http://e.lanbook.com/book/2163</a> — Загл. с экрана.                                                                                                                                                                    |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Курейчик, В.В. Теория эволюционных вычислений. [Электронный ресурс] / В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, С.И. Родзин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 260 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5278">http://e.lanbook.com/book/5278</a> — Загл. с экрана.                                                 |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Матвеев, М.Г. Модели и методы искусственного интеллекта. Применение в экономике. [Электронный ресурс] / М.Г. Матвеев, А.С. Свиридов, Н.А. Алейникова. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2008. — 448 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5343">http://e.lanbook.com/book/5343</a> — Загл. с экрана. |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Гладков, Л.А. Биоинспирированные методы в оптимизации. [Электронный ресурс] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, П.В. Сороколетов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/59539">http://e.lanbook.com/book/59539</a> — Загл. с экрана.                    |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Бородакий, Ю.В. Эволюция информационных систем (современное состояние и перспективы). [Электронный ресурс] / Ю.В. Бородакий, Ю.Г. Лободинский. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5127">http://e.lanbook.com/book/5127</a> — Загл. с экрана.       |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)
2. -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 |
|---------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 486 (3) | компьютеры с предустановленным ПО (Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно))                                                                |