

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

Согласовано  
Директор института  
Магистратуры  
И. В. Космачева  
« 30 » мая 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ИТГУС  
А. В. Белоусов  
« 30 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

Нейросетевые системы управления

Направление подготовки (специальность):

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность программы (профиль, специализация):

Управление и информатика в технических системах

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 942 от 11 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

Е.Б. Каригов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)


  
(подпись)

Д. А. Бушуев  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
«29» мая 2023 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-3. Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.2 Использует последние достижения в области нейронных сетей и глубокого обучения при разработке систем управления	<p><b>Знать:</b> современную теорию интеллектуальных систем управления; современные средства разработки нейронных моделей процессов;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать современные измерительные средства и комплексы;</p> <p><b>Владеть:</b> методиками выполнения измерений параметров процессов и производств</p>
	ОПК-8 Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	ОПК-8.2 Выбирает методы и разрабатывает нейросетевые системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	<p><b>Знать:</b> новейшие технические средства измерений и методы их использования для выполнения экспериментов;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать новейшую компьютерную технику для имитационного моделирования;</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами, видами и средствами измерений физических величин;</p>
	ПК-2 Способен разрабатывать интеллектуальные системы управления сложными объектами с применением современных цифровых технологий	ПК-2.5. Разрабатывает нейросетевые системы управления с контролем работоспособности и диагностики для повышения живучести	<p><b>Знать:</b> специализированное программное обеспечение для моделирования нейронных сетей; алгоритмы и программы для проектирования нейросетевых систем управления; основы статистической обработки экспериментальных данных;</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно проектировать структуры и рассчитывать алгоритмы нейросетевых систем управления; применять нейросетевые методы контроля и диагностики для повышения живучести БАС</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами обработки результатов экспериментов с помощью компьютерных технологий; методиками выполнения измерений параметров процессов и производств и их информационного анализа</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ОПК-3. Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Нечеткие системы автоматического управления
2	Нейросетевые системы управления

**2. Компетенция** ОПК-8. Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами .

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Нечеткие системы автоматического управления
2	Нейросетевые системы управления

**3. Компетенция** ПК-2. Способен разрабатывать интеллектуальные системы управления сложными объектами с применением современных цифровых технологий .

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Нечеткие системы автоматического управления
2	Нейросетевые системы управления

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>92</b>	<b>92</b>
курсовой проект	0	0
курсовая работа	0	0
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	92	92
экзамен	0	0

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1. Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основы нейронных сетей</b>					
1	Введение, основные определения, виды искусственного интеллекта и области его применения. Программная и аппаратная реализация. Искусственный нейрон. Его структура, математическая модель и модификации.	4	0	4	15
2	Виды нейронных сетей, правила и алгоритмы их обучения. Сети Кохонена, Хопфилда и их применение. Создание и обработка обучающих массивов данных. Определение необходимого размера обучающей выборки. Влияние неоднородности данных в выборке на результат обучения.	6	3	6	15
3	Топологии сетей прямого распространения. Преобразующие функции нейронов, используемые в этом классе сетей. Особенности функционирования. Области применения. Достоинства и недостатки. Примеры использования в промышленности.	6	3	4	15
<b>2. Нейросетевые системы управления</b>					
4	Математическое описание стандартного алгоритма. Его модификации и их математическое описание. Особенности функционирования. Области применения. Достоинства и недостатки. Настройки алгоритма и их использование для оптимизации процесса обучения. Понятие о технической диагностике и живучести систем. Применение нейросетевых методов для решения задачи контроля работоспособности и диагностики состояния для повышения живучести БАС	6	3	8	15
5	Структурные схемы систем управления с нейронным регулятором. Принципы обучения	6	3	6	15

	нейронных моделей объектов и нейронных регуляторов. Достоинства и недостатки нейросетевых систем управления.				
6	Изучение особенностей функционирования и имитационное моделирование нейросетевых систем управления. Имитационное моделирование процесса обучения нейронного регулятора и анализ результатов его функционирования. Изучение проблем оптимизации нейронного регулятора.	6	5	6	17
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>92</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр №2</b>				
1.	Основы нейронных сетей	Разработка структуры обучающих массивов данных	2	4
2.	Основы нейронных сетей	Разработка топологий нейронных сетей	2	4
3.	Основы нейронных сетей	Изучение возможностей и особенностей алгоритма обратного распространения ошибки	2	6
4.	Нейросетевые системы управления	Разработка структуры нейросетевой системы управления	4	4
5.	Нейросетевые системы управления	Обучение нейронной модели и регулятора в соответствии со структурой системы управления.	4	8
6.	Нейросетевые системы управления	Исследование зависимости переходных процессов в нейросетевой системе управления от настроек алгоритма обучения	3	6
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>	<b>32</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № <u>2</u>				
1	Основы нейронных сетей	Многослойный персептрон	4	4
2	Основы нейронных сетей	знакомство с алгоритмом обучения ИНС без учителя, изучение сети Кохонена на примере задачи кластеризации данных	10	10
3	Нейросетевые системы управления	Синтез нейросетевого оптимального регулятора	8	12
4	Нейросетевые системы управления	Нейросетевые методы контроля работоспособности и диагностики неисправностей элементов систем управления БАС	6	12
5	Нейросетевые системы управления	Нейросетевая система управления нестационарным объектом	6	10
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>48</b>

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ОПК-3.** Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.2 Использует последние достижения в области нейронных сетей и глубокого обучения при разработке систем управления	дифференцированный зачет



**2. Компетенция ОПК-8** Способен выбирать методы и разрабатывать системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-8.2 Выбирает методы и разрабатывает нейросетевые системы управления сложными техническими объектами и технологическими процессами	дифференцированный зачет

**3. Компетенция ПК-2** Способен разрабатывать интеллектуальные системы управления сложными объектами с применением современных цифровых технологий (проектно-конструкторский) . .

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.5. Разрабатывает нейросетевые системы управления с контролем работоспособности и диагностики для повышения живучести	дифференцированный зачет

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы нейронных сетей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нейронные сети – как новейшее направление практического применения информационных технологий . Классификация нейронных сетей по направлениям их использования (ОПК-3).</li> <li>2. История возникновения нейронных сетей. Использование нейросетей в задачах управления и прогнозирования. Основные достоинства и недостатки нейросетей (ОПК-3).</li> <li>3. Искусственный нейрон , как модель биологического прототипа, структура нейрона. Понятие синаптических весов и преобразующей функции (ОПК-3).</li> <li>4. Виды преобразующих функций нейронов (ОПК-3). Использование преобразующих функций нейронов для различных областей применения (ОПК-8).</li> <li>5. Примеры применения нейросетей в различных областях науки и техники.Классификация задач, решаемых с помощью нейросетей (ОПК-8).</li> <li>6. Этапы проектирования нейронной модели (ОПК-8).</li> <li>7. Основные структуры нейросетей и их использование для различных областей применения (ОПК-8).</li> <li>8. Сети прямого распространения. ( персептроны) . Характерные особенности, функционирование, области применения (ОПК-8).</li> </ol>
2	Нейросетевые системы управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Обучение нейросетей прямого распространения. Алгоритм Back – Propagation, его сущность (ОПК-8).</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Характерные особенности, функционирование, области применения (ОПК-8).</li> <li>11. Функция взаимного влияния нейронов в слое Кохонена. Обучение сетей Кохонена. Правило Кохонена (ОПК-8).</li> <li>12. Сети Хопфилда. Особенности, функционирование, области применения. Обучение сети Хопфилда в случае ее использования как ассоциативной памяти (ОПК-8).</li> <li>13. Нейронная модель процесса. Достоинства и недостатки. Вопросы применимости (ПК-2).</li> <li>14. Принцип обучения и функционирования нейрорегулятора в соответствии с алгоритмом Back – Propagation (ПК-2).</li> <li>15. Нейрокомпьютер как аппаратная реализация нейросетей. Параллельные вычисления (ПК-2).</li> <li>16. Использование априорной информации об объекте управления для построения структуры нейронной модели (ПК-2).</li> <li>17. Применение нейронных сетей в управлении. Структурные схемы систем управления с нейронными сетями (ПК-2).</li> <li>18. Алгоритмы функционирования системы управления с нейронным регулятором (ПК-2).</li> <li>19. Задача получения и обработки экспериментальных данных для создания обучающих массивов данных (ПК-2).</li> <li>20. Задача контроля работоспособности и диагностики состояния БАС (ПК-2)</li> </ol>
--	--	---

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.2.3. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

. Примерный перечень контрольных вопросов:

### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей при решении практических задач; применять информационные технологии в задачах, использующих интеллектуальные методы управления
	Умение выполнять операции над нейронными сетями как с применением математических пакетов программ так и вручную
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками работы с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей при решении задач, использующих интеллектуальные методы управления	Не умеет самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей при решении задач, использующих интеллектуальные методы управления	Умеет самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей с подсказками преподавателя.	Умение самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей при решении типовых задач, использующих интеллектуальные методы управления	Умеет самостоятельно применять знания теории искусственных нейронных сетей при решении задач, использующих интеллектуальные методы управления
Умение выполнять операции над нейронными сетями как с применением математических пакетов программ, так и вручную	Не умеет самостоятельно выполнять операции над нейронными сетями как с применением математических пакетов программ, так и вручную	Умеет самостоятельно выполнять операции над нейронными сетями с подсказками преподавателя.	Умение самостоятельно выполнять операции над нейронными сетями при решении типовых задач, использующих матричные методы	Умеет выполнять операции над нейронными сетями как с применением математических пакетов программ, так и вручную

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям	Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний
Владеть навыками работы с программным обеспечением	В принципе не понимает как работать с программным обеспечением	Имеет поверхностное представление о том как работать с программным обеспечением	Имеет представление о работе с программным обеспечением при	Владеет навыками работы с программным обеспечением при

обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	печением при решении задач, требующих использования матричных методов	программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	решении задач, требующих использования матричных методов	решении задач, требующих использования матричных методов
---	---	---	--	--

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированный компьютерный класс для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий УК 4, № 229	15 персональных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в электронно-информационную образовательную среду, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система ASTRA LINUX Вариант лицензирования «Орел» 1.7	Контракт №144-22 от 27.10.2022 лицензия №223100026-alse-1.7-client-base_orel-x86_64-0-11874 от 07.11.2022 Лицензия бессрочная
2	Офисный пакет Мой офис Профессиональный 2.	Договор №143-22 от 31.10.2022 Лицензия бессрочная
3	Kaspersky Endpoint Security «Расширенный Russian Edition»	Контракт № 03261000041230000160001 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 21.08.2023. Срок действия лицензии 26.08.2025.
4	Yandex browser	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	nanoCAD	Соглашение №НР-22/220-ВУЗ от 17.02.2022г. Лицензия бессрочная
6	MSC Adams, Easy5, Patran, Nastran	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 г. Лицензия бессрочная
7	VirtualBox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v2
8	Ubuntu	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v3

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Теория проектирования бортовых систем управления мобильными роботами, обладающих свойством живучести: монография / В. Г. Рубанов, И. А. Рыбин, А. Г. Бажанов [и др.]. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 211 с. — ISBN 978-5-4497-1468-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://ipr-smart.ru/117048.html>
1. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт ; пер. с англ. Слинкин А. А.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>
2. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. — М: ООО «ИД Вильямс», 2017. — 480 с.: ил. — (Серия «O'Reilly»). ISBN 978-5-9908910-8-1
3. Неделько, В. М. Основы статистических методов машинного обучения: учебное пособие / В. М. Неделько. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-1385-2. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/45418.html>
4. Павлова, А. И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей: учебное пособие / А. И. Павлова. - Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017. - 191 с. - ISBN 978-5-7014-0801-0. - Текст: электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/87110.html>
5. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 576 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-496-03068-7
6. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения [Электронный ресурс] : руководство / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100905>
7. Саттон, Р. С. Обучение с подкреплением [Электронный ресурс] / Р. С. Саттон, Э. Г. Барто ; пер. с англ. - Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 399 с.: ил. - (Адаптивные и интеллектуальные системы). - ISBN 978-5-9963-1349-5. <http://e.lanbook.com/view/book/4405/>
8. Теория и практика машинного обучения: учебное пособие / В. В. Воронина, А. В. Михеев, Н. Г. Ярушкина, К. В. Святков. - Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2017. - 291 с. - ISBN 978-5-9795-1712-4. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/106120.html>

9. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / П. Флах. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69955>
10. Шапиро, Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 752 с.: ил. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-9963-1312-9. <http://e.lanbook.com/view/book/42631/>

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
2. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
3. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
4. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.
5. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.
6. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
7. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
8. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.
9. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
10. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.

11. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
12. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научно-техническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
13. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
14. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
15. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
16. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
17. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.
18. <http://www.scinet.cc/> – удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
19. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
20. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы



## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Д. А. Бушуев  
подпись ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ И.В. Космачева  
подпись ФИО