

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Программирование мобильной робототехники

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Интеллектуальные системы

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(В.М. Поляков)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 16 » 05 2023 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(В.М. Поляков)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент

(ученая степень и звание, подпись)

(В.М. Поляков)

(инициалы, фамилия)

« 16 » 05 2023 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2023 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент

(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
	ПК-1 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение	ПК-1.1 Анализирует требования к программному обеспечению	Знания
		ПК-1.2 Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие	Умения
		ПК-1.3 Проектирует программное обеспечение, в том числе для беспилотных авиационных систем	умения
	ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для информационных систем с интеллектуальными компонентами	ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение обработки информации на основе интеллектуальных технологий	Умения
		ПК-2.2 Обосновывает использование интеллектуальных технологий в практических задачах	Умения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Алгоритмы и структуры данных
2.	Объектно-ориентированное программирование
3.	Интеллектуальные системы реального времени
4.	Программирование мобильных устройств
5.	Тестирование программных систем
6.	Моделирование систем
7.	Архитектура вычислительных систем
8.	Программирование распределённых систем
9.	Программирование микроконтроллеров
10.	Микропроцессорные системы
11.	Технологии Web-программирования
12.	Программирование мобильной робототехники
13.	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение для информационных систем с интеллектуальными компонентами

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Алгоритмы и структуры данных
2.	Объектно-ориентированное программирование
3.	Анализ данных

4.	Методы машинного обучения
5.	Интеллектуальные системы реального времени
6.	Архитектура вычислительных систем
7.	Программирование распределённых систем
8.	Программирование мобильной робототехники
9.	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	—	—
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	107	107
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задания	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Форма промежуточная аттестация (экзамен)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в разработку ПО мобильных роботизированных комплексов					
	Низкоуровневые и высокоуровневые языки программирования. Роль среды разработки программного обеспечения. Подходы к разработке программного обеспечения для мобильных робототехнических систем.	2	-	-	3
	Структура современных микроконтроллеров и микропроцессоров. Операционные системы и языки программирования реального времени. Определения, основные характеристики и требования. Основные программно-аппаратные платформы, применяемые при разработке ПО робототехнических систем. Современные среды программирования микроконтроллеров, одноплатных компьютеров, программируемых логических контроллеров.	2			
2. Среда разработки специализированного ПО робототехнических систем					
	Среды разработки на языке, Си, Си++, Python, Ассемблер для ОС реального времени	2	-	2	5
	Применение библиотек открытого доступа при разработке ПО робототехнических систем на примере OpenCV	2		4	7
3. Разработка математических моделей, алгоритмов и ПО управления дискретными системами в мобильной робототехнике					
	Задачи системы управления. Типы конечно-автоматных систем управления. Задачи синтеза. Алгоритмы синтеза. Свойства алгоритмов. Анализ поведения конечно-автоматных систем управления. Агрегатные конечно-автоматные системы управления. Иерархические конечно-автоматные системы управления. Разработка ПО конечно-автоматных систем управления. Метрики ПО систем реального времени.	6	-	10	18
	Обеспечение живучести информационно-вычислительных систем реального времени. Методы организации ПО. Управление и организация памяти. Диагностика и контроль. Реконфигурация. Организация перераспределения ресурсов.	4	-	-	2
4. Организация систем сбора и передачи информации в мобильной робототехнике					

	Понятие асинхронного процесса. Согласование асинхронных процессов и организация интерфейсов. Протокольные взаимодействия в мобильной робототехнике. Разработка и программирование протоколов передачи данных в реальном времени. Отказоустойчивость и механизмы ее реализации.	4		6	18
5. Алгоритмические основы роевой робототехники					
	Понятие роевого интеллекта и коллективного поведения. Задачи надежности, масштабируемости, адаптивности. Понятие паттернов коллективного поведения: агрегация роя роботов в один кластер; расположение роботов в форме заданной фигуры; коллективная навигация; координированное движение; децентрализованное принятие решений; динамическое распределение обязанностей и задач среди роя роботов.	6		8	9
6. Тестирование ПО систем мобильной робототехники					
	Основные понятия. Тестирование в контексте разработки ПО. Причины появления ошибок. Ошибки на разных этапах жизненного цикла ПО.	2	–		2
	Тестирование компонентов. Интеграционное тестирование. Системное тестирование. Приемочное тестирование. Типы тестирования и цели тестирования. Процесс разработки тестов. Категории методов проектирования тестов. Методы черного ящика. Эквивалентное разбиение. Методы белого ящика.	4	–	4	7
	ВСЕГО	34	–	34	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
Семестр №7				
1	Среды разработки на языке, Си, Python, Ассемблер для ОС реального времени	Знакомство с особенностями программирования на языках для ОС реального времени	2	4
2	Применение библиотек открытого доступа при разработке ПО робототехнических систем на примере OpenCV	Знакомство с особенностями библиотек для разработки ПО. Работа с модельными примерами.	4	6

3	Разработка математических моделей, алгоритмов и ПО управления дискретными системами в мобильной робототехнике	Разработка дискретной модели заданного процесса управления. Программная реализация алгоритмов управления.	8	16
4	Разработка математических моделей, алгоритмов и ПО управления дискретными системами в мобильной робототехнике	Оценка метрик ПО	2	2
5	Организация систем сбора и передачи информации в мобильной робототехнике	Разработка и программирование протоколов передачи данных в реальном времени	6	12
6	Алгоритмические основы роевой робототехники	Разработка роевого алгоритма и программного обеспечения сортировки предметов	8	8
7	Тестирование ПО систем мобильной робототехники	Процесс разработки тестов. Формирование задания к тестированию Выполнение тестирования компонентов ПО	4	6
ИТОГО:			34	54

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 ПК-1 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Анализирует требования к программному обеспечению	защита лабораторной работы
ПК-1.2 Разрабатывает технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие	защита лабораторной работы
ПК-1.3 Проектирует программное обеспечение, в том числе для беспилотных авиационных систем	защита лабораторной работы

2. Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для информационных систем с интеллектуальными компонентами.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение обработки информации на основе интеллектуальных технологий	защита лабораторной работы
ПК-2.2 Обосновывает использование интеллектуальных технологий в практических задачах	защита лабораторной работы

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в разработку ПО мобильных роботизированных комплексов	Роль среды разработки и аппаратных средств.
		Структура современных микроконтроллеров и микропроцессоров.
		Операционные системы и языки программирования реального времени.
		Основные программно-аппаратные платформы, применяемые при разработке ПО робототехнических систем.
		Современные среды программирования микроконтроллеров, одноплатных компьютеров, программируемых логических контроллеров.
		Характеристика библиотек открытого доступа при разработке ПО робототехнических систем на примере OpenCV
2	Разработка математических моделей, алгоритмов и ПО управления дискретными системами в мобильной робототехнике	Типы конечно-автоматных систем управления.
		Задачи синтеза конечно-автоматных моделей. Алгоритмы синтеза. Свойства алгоритмов.
		Анализ поведения конечно-автоматных систем управления.
		Агрегатные конечно-автоматные системы управления
		Иерархические конечно-автоматные системы управления.
		Метрики ПО систем реального времени
		Понятие живучести вычислительной системы.
		Задачи контроля и диагностирования. Реконфигурация.
3	Организация систем сбора и передачи информации в мобильной робототехнике	Понятие асинхронного процесса. Согласование асинхронных процессов и организация интерфейсов
		Понятие протокола. Протокольные взаимодействия в мобильной робототехнике.
		Особенности программирования протоколов передачи данных в реальном времени.
		Понятие отказоустойчивости передачи данных и механизмы ее реализации.
4	Алгоритмические основы роевой робототехники	Понятие роевого интеллекта и коллективного поведения.
		Формулировка задачи надежности, масштабируемости, адаптивности в роевой робототехнике.
		Обобщенный алгоритм агрегация роя роботов в один кластер.
		Обобщенный алгоритм расположения роботов в форме заданной фигуры.
		Обобщенный алгоритм коллективной навигации.
		Обобщенный алгоритм координированного движения
		Обобщенный алгоритм децентрализованного принятия решений
		Обобщенный алгоритм динамического распределения обязанностей и задач среди роя роботов.
5	Тестирование ПО систем мобильной	Цели тестирования на различных этапах жизненного цикла
		Уровни тестирования.

	робототехники	Интеграционное тестирование
		Качество программного обеспечения: характеристики качества ПО, модель качества программного обеспечения

5.3. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена 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, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи, связанные с анализом требований к программному обеспечению, разработке тестового обеспечения программных систем.
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения
	Качество выполнения исследований программного обеспечения
	Самостоятельность выполнения исследований

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, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного	Не знает значительной	Знает только основной	Знает материал дисциплины в	Обладает твердым и полным знанием

материала	части материала дисциплины	материал дисциплины, не усвоил его деталей	достаточном объеме	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 решать стандартные профессиональные задачи с применением известных методов тестирования программных систем	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач	Умеет решать стандартные профессиональные задачи	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверить и обосновать полученные результаты	Проверка и обоснование полученных результатов вызывает затруднения	Умеет проводить проверку и обосновывать результаты тестирования программного	Полностью владеет методами исследования программного обеспечения

			обеспечения	
--	--	--	-------------	--

Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки.**

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения	Профессионально владеет навыками теоретического и экспериментального исследования программного обеспечения
Качество выполнения исследований программного обеспечения	Не качественно выполняет исследования программного обеспечения, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования программного обеспечения, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования программного обеспечения, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования программного обеспечения
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

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.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Среды разработки на языке, Си, Си++, Python, Ассемблер для ОС реального времени	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Орлов С. А. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов / С.А.Орлов, Б.Я.Цилькер. 4-е изд. — СПб: Питер, 2012. — 609 с.
2. Брауде Э. Д. Технология разработки программного обеспечения. — СПб.: Питер, 2004. . — 654 с.
3. Сеницын С.В. Верификация программного обеспечения [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Сеницын, Н.Ю. Налютин. — Москва, Саратов: ИНТУИТ, Вузовское образование, 2017. — 368 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67396.html>
4. Котляров В.П. Основы тестирования программного обеспечения [Электронный ресурс]. — М.: ИНТУИТ, 2016. — 334 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62820.html>
5. Плаксин, М.А. Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих [Электронный ресурс] / М.А. Плаксин. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 170 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84131>.
6. Дмитриев, Н. А. Теория автоматов: лабораторный практикум / Н. А. Дмитриев, А. А. Дюмин, М. Н. Ёхин, Б. Н. Ковригин. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. - 192 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75814. - ISBN 978-5-7262-1781-9 : Б. ц. - Текст : непосредственный.
7. Акинина, Ю. С. Теория автоматов : учебное пособие / Акинина Ю. С. - Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. - 156 с. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/127573.html>. - ISBN 978-5-4497-1877-8 : Б. ц. - Текст : электронный.
- 8.
9. Автоматное управление асинхронными процессами в ЭВМ и дискретных системах/ Под ред. В.И. Варшавского. — М: Наука., 1986.-400с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Соммервиль Иан. Инженерия программного обеспечения, 6-е издание: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. - 624 с

2. Петрухин, В.А. Методы и средства инженерии программного обеспечения [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Петрухин, Е.М. Лаврищева. — Москва: 2016. — 467 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100645>.

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

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
5. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научнотехнологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
6. <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.
7. <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
8. <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.
9. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
10. <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.
11. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
12. <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.
13. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
14. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научнотехническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
15. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
16. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
17. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.

18. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
19. <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.
20. <http://www.scinet.cc/> - удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
21. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
22. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

