

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

И.С. Константинов
«27» 05 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Интеллектуальные системы реального времени

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 2025

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  (В.В. Твердохлеб)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

ассистент  (О.Н. Стеценко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 20 » 05 2025 г., протокол № 17

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 20 » 05 2025 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 05 2025 г., протокол № 9

Председатель доцент  (Ю.Д. Рязанов)
(ученая степень и звание, подпись) (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. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №5
Общая трудоёмкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	—	—
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	57	57
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчётно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	—	—
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен	—	—

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объём

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объём на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным
1.	Способы описания графической информации				
	Описание и характеристики изображений. Способы хранения растровых изображений, цветовые модели изображений, базовые характеристики изображений, визуальное и объективное качество изображений.	2		4	5
2.	Компактное представление графических объектов				
	Методы компрессии изображений. Конвертация цветового описания, сегментация, субдискретизация, ортогональные преобразования сегментов, квантование, энтропийное кодирование. Кодирование с потерей и без потери качества.	3		8	8
3.	Преобразование графических объектов				
	Геометрические преобразования изображений. Аффинные преобразования, проективные преобразования, препарирование изображений (бинаризация, яркостный срез, линейное контрастирование, соляризация). Логические и арифметические операции над изображениями.	3		6	10
4.	Основы контурного анализа изображений				
	Методы контурного анализа изображений. Использование контурных эталонных изображений в корреляционных алгоритмах. Формирование контурных изображений, градиентные методы выделения контуров. Выделение контуров с помощью масок. Методы контурного анализа изображений с помощью искусственного интеллекта.	2		6	10
5.	Методы сканирования изображений				
	Корреляционные алгоритмы. Повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов. Методы сканирования изображений, использование алгоритмов прореживания, изменения шага сканирования, изменение масштаба. Использование постоянного и переменного порога. Формирование адаптивных эталонных изображений. Использование аппаратных средств увеличения скорости работы алгоритмов обработки изображений.	3			8

	Алгоритмы распознавания изображений в интеллектуальных системах реального времени.				
6.	Техническое зрение в автономных роботизированных системах				
	Бортовые системы технического зрения. Основные задачи и структуры систем технического зрения БАС. Решение навигационных задач на борту БПЛА, виды алгоритмов улучшения качества изображений, поиск и распознавание объектов, классификация, сегментация, анализ сцены, мониторинг, передача данных на наземный пункт.	4		10	14
	ВСЕГО	17		34	55

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к лабораторным занятиям
семестр №6				
1	Способы описания графической информации	Исследование характеристик графических данных, а также основных метрик качества	4	4
2	Компактное представление графических объектов	Оценка параметров сложности изображений	2	2
		Кодирование графических данных в условиях ограничения на итоговый объем	2	2
		Исследование механизмов ортогонального преобразования изображений	4	4
3	Преобразование графических объектов	Препроцессинг изображений	2	2
		Линейные и нелинейные преобразования изображений	4	4
4	Основы контурного анализа изображений	Исследование градиентных и масочных методов выделения контуров	4	4
		Сравнительный анализ масочных методов выделения контуров	2	2
5	Техническое зрение в автономных роботизированных системах	Сегментация сложных графических и видео-сцен	2	2
		Распознавание объектов на графических образах	4	4
		Улучшение качества растровых изображений	2	2
		Классификация и кластеризация объектов	2	2
	ВСЕГО		34	34

4.3. Содержание курсового проекта/работы

Выполнение курсового проекта/работы не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом выполнение расчётно-графического задания не предусмотрено.

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) для зачёта

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Способы описания графической информации	<ol style="list-style-type: none">1. Основные отличия композитных и цветоразностных моделей.2. Особенности, достоинства и недостатки модели RGB.3. Основные форматы растровых и векторных изображений. Краткая характеристика.4. Охарактеризуйте индексированную цветовую модель.5. Чем отличаются понятия «пиксель» и «компонента»?6. Приведите перечень основных характеристик растрового изображения.7. Отличия метрик SSIM, MSE и PSNR.8. В чем различие между моделями YUV и YCbCr?9. Какие из метрик объективного качества

		<p>изображений максимально близки к экспертной оценке?</p> <p>10. Как перевести изображение из RGB в яркостно-хроматическую модель?</p>
2	Компактное представление графических объектов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Типы избыточностей графических объектов. 2. Задача ортогонального преобразования графических данных. 3. Дискретное косинусное преобразование. 4. Форматы цветовой субдискретизации. 5. Механизмы кодирования без потерь. 6. Режимы функционирования формата jpeg. 7. Преобразование Уолша. 8. Преобразование Хаара. 9. Дискретное вейвлетное преобразование. 10. Как строится собственная матрица квантования? 11. Порядок обработки DC-компоненты. 12. Причины возникновения эффекта Гиббса. 13. Достоинства и недостатки форматов gif, png и jpg с позиции эффективности использования в системах технического зрения. 14. Как устраняется психо-визуальная избыточность?
3	Преобразование графических объектов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что собой представляют аффинные преобразования? 2. Что понимается под препроцессингом графического объекта? 3. Для чего выполняется препроцессинг изображений? 4. Какие операции включает в себя препроцессинг изображений? 5. Приведите примеры логических и арифметических операций над изображениями. 6. Что собой представляют и как выполняются проективные преобразования? 7. Для чего выполняется яркостной срез? 8. В чем суть бинаризации изображений?
4	Основы контурного анализа изображений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что собой представляет контур в рамках изображения? 2. Какие особенности характерны для контура в рамках jpeg-преобразования? 3. Цели и задачи контурного анализа. 4. Особенности метода Робертса. 5. Сравните методы Собеля и Превита. 6. Какой из масочных методов контурного анализа обладает наибольшим быстродействием? 7. Какой из масочных методов контурного анализа обладает наибольшей точностью? 8. Какие операции подготовки данных необходимы для создания условий эффективного выявления контуров?
5	Методы сканирования изображений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите суть процесса сканирования изображений. 2. Какие параметры сканирования определяют качество и скорость считывания изображения? 3. За счет чего возможно повышение эффективности работы корреляционных алгоритмов? 4. Приведите примеры корреляционных алгоритмов.

		5. Отличия режимов сканирования изображений разного уровня семантической сложности. 6. Что собой представляет адаптивное эталонное изображение? 7. Перечислите распространенные методы сканирования изображений. 8. Перечислите ключевые подходы к увеличению скорости работы алгоритмов обработки изображений
6	Техническое зрение в автономных роботизированных системах	1. Алгоритмы улучшения качества изображений. 2. Кластеризация изображений. 3. Классические методы распознавания объектов. 4. Интеллектуальные методы распознавания объектов. 5. Классификация объектов в рамках графической сцены. 6. Методы анализа сложной графической и видео-сцены. 7. Проблематика передачи данных на наземный пункт обработки. 8. Режимы фиксации графических данных БПЛА.

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

Текущий контроль проходит в течение семестра в виде выполнения и защиты лабораторных работ. Каждая лабораторная работа проходит процедуру допуска и защиты. Работа допускается к защите в том случае, если выполнены требования к её оформлению и поставленная задача решена правильно. Положительную оценку за выполненную лабораторную работу студент получает в том случае, если он выполнил все требования, предъявляемые к лабораторной работе, и защитил её. Защита лабораторных работ проводится в форме беседы с преподавателем. Для защиты необходимо выучить теоретический материал и выполнить задачу по теме защищаемой лабораторной работы.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1.	1. Дайте характеристику формата png. 2. Почему форматы gif и png ограниченно пригодны для использования в системах технического зрения? 3. В чем особенности форматов HSB и Lab? 4. Целесообразно ли использовать форматы HSB и Lab в системах технического зрения? 5. Чем отличается визуальное и объективное качество изображений? 6. Какие метрики объективной оценки изображений наиболее приближены к визуальным? 7. Раскройте суть метрики структурного подобия. 8. Преимущества PSNR перед MSE.
Лабораторная работа №2.	1. Что следует понимать под термином «сложность»

	<p>изображения»?</p> <ol style="list-style-type: none"> Оценка параметров сложности изображений в пространственном формате. Оценка параметров сложности изображений в спектральном формате. Поясните значения термина «внесение контролируемой погрешности». Можно ли говорить, что показатель сложности в спектральном представлении является доминантным относительно показателя в пространственном представлении? Перечислите методы оценки пространственной сложности. Перечислите методы оценки спектральной сложности. Какова особенность процедуры оценки пространственной сложности?
Лабораторная работа №3.	<p>Каким образом определяется факт превышения объема графического файла нужного уровня?</p> <ol style="list-style-type: none"> Роль цветовой субдискретизации в снижении объема изображения. Приведите примеры моделей цветовой субдискретизации. Как строится матрица квантования? Дайте оценку стандартным матрицам квантования. Какие области сегмента изображения подлежат наиболее интенсивному квантованию? Формализация основной задачи кодирования изображений. В каких зависимостях между собой находятся объем изображения и ошибка кодирования?
Лабораторная работа №4.	<ol style="list-style-type: none"> ДКП. Особенности выполнения. Используется ли ДКП в режиме lossless? Что такое Progressive jpeg? Что является итогом ортогонального преобразования блока изображения? Ориентируется ли алгоритм обработки данных на результат ортогонального преобразования? Отличия ДКП, алгоритмов Уолша и Хаара. Преимущества и недостатки алгоритма ДВП.
Лабораторная работа №5.	<ol style="list-style-type: none"> Что в общем случае собой представляет препроцессинг изображений? Типовые задачи препроцессинга изображений. В каких случаях предобработка изображений нецелесообразна. Общая цель препроцессинга изображений. Основные механизмы предподготовки изображений. Какие параметры графических объектов корректируются в ходе препроцессинга? Можно ли приступить к обработке изображения без препроцессинга?
Лабораторная работа №6.	<ol style="list-style-type: none"> Какие преобразования изображений являются линейными? Какие преобразования изображений являются нелинейными? Суть аффинных преобразований.

	<p>4. Где в процессе обработки растровых данных могут выполняться аффинные преобразования?</p> <p>5. Арифметические операции над изображением.</p> <p>6. Логические операции над изображением.</p>
Лабораторная работа №7.	<p>1. В чём заключается суть контурного анализа изображений?</p> <p>2. Принцип работы градиентных методов выделения контуров.</p> <p>3. Сравните такие операторы, как Робертса, Превитта, Собеля и Лапласа — в чём их различия, преимущества и недостатки при выделении контуров?</p> <p>4. Почему одни методы более чувствительны к шуму, а другие дают более размытые или тонкие контуры?</p> <p>5. По каким критериям можно сравнивать эффективность разных методов?</p> <p>6. В каких практических задачах особенно важен выбор оптимального метода выделения контуров, и какой из рассмотренных подходов вы бы рекомендовали для реальных приложений?</p>
Лабораторная работа №8.	<p>1. Какой из масочных методов контурного анализа обладает наибольшим быстродействием?</p> <p>2. Какой из масочных методов контурного анализа обладает наибольшей точностью?</p> <p>3. Какие операции предподготовки данных необходимы для создания условий эффективного выявления контуров?</p>
Лабораторная работа №9.	<p>1. Методы анализа сложной графической и видео-сцены.</p>
Лабораторная работа №10.	<p>1. Классические методы распознавания объектов.</p> <p>2. Интеллектуальные методы распознавания объектов.</p> <p>3. Режимы фиксации графических данных БПЛА.</p>
Лабораторная работа №11.	<p>1. Алгоритмы улучшения качества изображений.</p>
Лабораторная работа №12.	<p>1. Классификация объектов в рамках графической сцены.</p> <p>2. Кластеризация изображений.</p>

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищённой, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме зачёта проводится по результатам текущего контроля знаний обучающегося во время защиты лабораторных работ. При промежуточной аттестации в форме зачёта результат определяется недифференцировано и используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено. Оценка «зачтено» ставится в случае, если студент защитил все предусмотренные рабочей программой дисциплины лабораторные работы, иначе — «не зачтено».

При промежуточной аттестации в форме зачёта используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

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
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

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

Оценка сформированности компетенции по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зчтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные ответы на большинство вопросов
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенции по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зчтено

Умение решать стандартные профессиональные задачи	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи	Умеет решать стандартные профессиональные задачи
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

Оценка сформированности компетенции по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зчтено
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь

Критерии оценки: для получения зачёта необходимо выполнить и защитить все лабораторные работы.

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.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
4.	Среды программирования Dev C++ , CodeBlocks, Visual Studio Community Edition	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы:

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. – М.: Техносфера, 2005 – 1070 с.
2. Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Сэломон Д. – М.: Техносфера, 2006. – 365 с.
3. Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 – стандарты нового поколения / Ричардсон Я. – М.: Техносфера, 2005. – 368 с.
4. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP: пер. с англ. / Миано Д. – М.: Триумф, 2003. - 335 с.
5. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб.: Питер, 2003. - 603 с.
6. Основы цифровой обработки

сигналов: учеб. пособие / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов и др. - 2-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 753 с.

7. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер; пер. с англ. С. А. Кулешов. - 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2007. – 855 с.

8. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Умняшкин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2016. — 528 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/58892> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).

9. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский. — Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН ПРЕСС, 2015. — 766 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/53863> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).

10. Макаренко А.А. Практикум по цифровой обработке сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Макаренко. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2014. — 51 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/67568> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).

11. Макаренко А.А. Специальные вопросы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Макаренко, М.Ю. Плотников. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2014. — 87 с. — (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/68145> - ЭБС «IPRbooks», по паролю).

Перечень дополнительной литературы:

1. Richardson, J.: Video encoding H.264 and MPEG-4—standards of the new generation, 320 pp. TECHNOSPHERE (2012).

2. Recommendations of the International Telecommunication Union ITU-T G.1010: End-User multimedia QoS categories.

3. Ян, Э. С. Программирование компьютерного зрения на языке Python / Э. С. Ян; перевод с английского А. А. Слинкин. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 312 с.

4. В.В. Инсаров. Техническое зрение в системах наведения автономных беспилотных летательных аппаратов [Текст] / В.В. Инсаров — М: Издательский дом Академии им. Н. Е. Жуковского, 2022 — 376 с.

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/>