



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вейвлет-анализ и цифровая обработка изображений

направление подготовки/специальность 01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Информационные технологии и математическое моделирование в строительстве

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

изучение методов цифровой обработки изображений, а также приобретение практических навыков работы с изображениями.

- теоретическое и практическое освоение основных областей компьютерной обработки изображений: цифровые изображения;
- преобразование яркости изображения и пространственная фильтрация;
- обработка в частотной области;
- кратномасштабная обработка с использованием вейвлет-преобразования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 Осуществляет выбор математических методов при решении актуальных задач фундаментальной и(или) прикладной математики	<b>знает</b> алгоритмы обработки цифровых изображений; <b>умеет</b> применять базовые алгоритмы цифровой обработки изображений; <b>владеет навыками</b> современными методами обработки цифровых изображений;
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.3 Демонстрирует результат решения задачи фундаментальной и(или) прикладной математики	<b>знает</b> - представление цифровых изображений; - принципы формирования изображений; - алгоритмы преобразования цифровых изображений; - основные методы и алгоритмы цифровой обработки изображений; - приемы обработки изображений в системах автоматизации и управления; <b>умеет</b> - реализовывать и использовать алгоритмы для обработки (преобразования) изображений; - использовать пакеты прикладных программ для обработки изображений; - реализовывать алгоритм обработки изображений в системах автоматизации и управления; <b>владеет навыками</b> - применения методов и алгоритмов цифровой обработки изображений; - работы с пакетами прикладных программ;

ОПК-2 способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.2 Выполняет реализацию математического метода на ЭВМ для решения прикладной задачи	<b>знает</b> стандартные библиотеки сред разработки, используемые для цифровой обработки изображений; <b>умеет</b> обрабатывать сложные цифровые изображения с использованием информационных технологий; <b>владеет навыками</b> работы с системами программирования, математическими пакетами;
---	---	--

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.08 основной профессиональной образовательной программы 01.04.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Методы обработки данных и анализ временных рядов	ОПК-1.1, ОПК-1.3
2	Анализ больших данных	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1
3	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			1
<b>Контактная работа</b>	32		32
Лабораторные занятия (Лаб)	32	0	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			



4.1.	Иная контактная работа	1							1,25	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2
5.	5 раздел. Контроль									
5.1.	Зачет	1							4	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2

### 5.1. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ								
1	Основные градационные преобразования	Исследование основных градационных преобразований улучшения изображений. Преобразование изображения в негатив. Логарифмическое преобразование. Степенные преобразования (гамма-коррекция) Кусочно-линейные функции преобразований. Вырезание битовых плоскостей.								
2	Видоизменение гистограммы	Исследование гистограммных методов улучшения изображений Эквализация гистограммы. Приведение гистограммы (задание гистограммы). Локальная гистограммная обработка. Использование гистограммных статистик для улучшения изображения.								
3	Основы пространственной фильтрации	Методы пространственной фильтрации Сглаживающие пространственные фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Фильтры, основанные на порядковых статистиках (нелинейные фильтры). Пространственные фильтры повышения резкости. Повышение резкости изображений с использованием вторых производных: лапласиан. Нерезкое маскирование и фильтрация с подъемом высоких частот. Использование производных первого порядка для (нелинейного) повышения резкости изображений: градиент.								
4	Преобразование Фурье функции одной непрерывной переменной	Преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье Оконное преобразование Фурье. Частотно-временное оконное преобразование. Функции оконного спектрального анализа.								
5	Преобразование Фурье функции двух переменных	Основы фильтрации в частотной области Частотные фильтры сглаживания изображения: идеальные фильтры низких частот, фильтры низких частот Баттерворта, гауссовы фильтры низких частот, дополнительные примеры низкочастотной фильтрации. Повышения резкости изображений частотными фильтрами: идеальные фильтры высоких частот, фильтры высоких частот Баттерворта, гауссовы фильтры высоких частот, лапласиан в частотной области, нерезкое маскирование, высокочастотная фильтрация с подъемом частотной характеристики, фильтрация с усилением высоких частот, гомоморфная фильтрация.								
6	Предпосылки кратномасштабной обработки	Предпосылки кратномасштабной обработки Пирамиды изображений. Субполосное кодирование. Преобразование Хаара.								
7	Одномерные вейвлет-преобразования	Одномерные вейвлет-преобразования Разложение в вейвлет-ряды, дискретное вейвлет-преобразование, интегральное вейвлет-преобразование.								
8	Двумерные вейвлет-	Двумерные вейвлет-преобразования								

	преобразования	Двумерные вейвлеты. Двумерное дискретное вейвлет преобразование. Удаление шумов и компрессия изображения.
--	----------------	---

## 5.2. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные градационные преобразования	Исследование основных градационных преобразований улучшения изображений. Подготовка к лабораторной работе. Изучение основ яркостных преобразований.
2	Видоизменение гистограммы	Исследование гистограммных методов улучшения изображений Подготовка к лабораторной работе.
3	Основы пространственной фильтрации	Методы пространственной фильтрации Подготовка к лабораторной работе. Изучение тем: механизмы пространственной фильтрации, пространственная корреляция и свертка, векторное представление линейной фильтрации, формирование масок пространственных фильтров.
4	Преобразование Фурье функции одной непрерывной переменной	Преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье Подготовка к лабораторной работе. Изучение тем: Ряды Фурье. Импульсы и их свойство отсеивания. Преобразование Фурье функции одной непрерывной переменной. Свертка. Дискретизация и преобразование Фурье дискретных функций: дискретизация, преобразование Фурье дискретизованных функций, теорема отсчетов, наложение спектров, реконструкция (восстановление) функции из отсчетов, дискретное преобразование Фурье (ДПФ) одной переменной, получение ДПФ из непрерывного преобразования дискретизованных функций, взаимосвязь между шагом дискретизации и частотными интервалами.
5	Преобразование Фурье функции двух переменных	Основы фильтрации в частотной области Подготовка к лабораторной работе. Изучение тем: Расширение на функции двух переменных: двумерный импульс и его свойство отсеивания, пара двумерных непрерывных преобразований Фурье, двумерная дискретизация и двумерная теорема отсчетов, наложение спектров при преобразовании изображений, двумерное дискретное преобразование Фурье и его обращение. Некоторые свойства двумерного дискретного преобразования Фурье: взаимосвязи пространственных и частотных интервалов, сдвиг и поворот, периодичность, свойства симметрии, Фурье-спектр и фаза, двумерная теорема о свертке, краткое изложение свойств двумерного дискретного преобразования Фурье.
6	Предпосылки кратномасштабной обработки	Предпосылки кратномасштабной обработки Подготовка к лабораторной работе.
7	Одномерные вейвлет-преобразования	Одномерные вейвлет-преобразования Подготовка к лабораторной работе. Изучение темы "Кратномасштабное разложение": разложения в ряды, масштабирующие функции, вейвлет-функции.
8	Двумерные вейвлет-преобразования	Двумерные вейвлет-преобразования Подготовка к лабораторной работе. Изучение темы: быстрое вейвлет-преобразование.

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к курсовой работе;
- подготовка к зачету.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить лабораторные задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- выполнить курсовой проект;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет и курсовая работа.

Зачет проводится по расписанию. Форма проведения занятия может быть устная, письменная и в электронном виде. Студенты, не прошедшие аттестацию, должны ликвидировать задолженность в

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основные градационные преобразования	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
2	Видоизменение гистограммы	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
3	Основы пространственной фильтрации	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
4	Преобразование Фурье функции одной непрерывной переменной	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
5	Преобразование Фурье функции двух переменных	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
6	Предпосылки кратномасштабной обработки	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
7	Одномерные вейвлет-преобразования	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-	Устный опрос.

		2.2	
8	Двумерные вейвлет-преобразования	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	Устный опрос.
9	Иная контактная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	
10	Зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.3, ОПК-2.2	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.1, 1.3; ОПК-2.2

1. К какому эффекту на гистограмме приведет обнуление половины младших битовых плоскостей изображения?

2. Предположим, что дискретное изображение было подвергнуто операции эквализации гистограммы. Покажите, что второй проход операции эквализации гистограммы (по изображению с уже эквализованной гистограммой) даст в точности тот же результат, что уже был получен после первого прохода.

3. К исходному изображению применяется усредняющая маска для подавления шума, а затем маска лапласиана для улучшения мелких деталей. Изменится ли результат, если поменять очередность этих операций?

4. Рассмотрите изображение шахматной доски, на котором каждая клетка имеет размеры  $0,5 \times 0,5$  мм. Предположим, что изображение простирается в бесконечность по обеим координатам. Чему будет равна минимальная частота дискретизации (в отсчетах/мм), необходимая, чтобы избежать наложения спектров?

5. Постройте полностью заполненную пирамиду приближений и соответствующую пирамиду разностей с предсказанием для изображения

$f(x,y)=$

[11 12 13 14  
15 16 17 18  
19 20 21 22  
23 24 25 26]

В процедуре фильтрации используйте усреднение по окрестности  $2 \times 2$  и предположите, что интерполяция осуществляется дублированием пикселей.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости



<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные градационные преобразования: преобразование изображения в негатив, логарифмическое преобразование, степенные преобразования (гамма-коррекция), кусочно-линейные функции преобразований.

2. Вырезание битовых плоскостей.

3. Эквализация гистограммы.

4. Приведение гистограммы (задание гистограммы).

5. Локальная гистограммная обработка.

6. Использование гистограммных статистик для улучшения изображения.

7. Сглаживающие пространственные фильтры. Линейные сглаживающие фильтры. Фильтры, основанные на порядковых статистиках (нелинейные фильтры).

8. Повышение резкости изображений с использованием вторых производных: лапласиан.

9. Нерезкое маскирование и фильтрация с подъемом высоких частот.

10. Использование производных первого порядка для (нелинейного) повышения резкости изображений: градиент.

11. Преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье.

12. Частотные фильтры сглаживания изображения: идеальные фильтры низких частот, фильтры низких частот Баттерворта, гауссовы фильтры низких частот,

13. Повышения резкости изображений частотными фильтрами: идеальные фильтры высоких частот, фильтры высоких частот Баттерворта, гауссовы фильтры высоких частот.
14. Пирамиды изображений.
15. Субполосное кодирование.
16. Преобразование Хаара.
17. Одномерные вейвлет-преобразования
18. Двумерные вейвлет-преобразования
19. Двумерное дискретное вейвлет преобразование.
20. Удаление шумов и компрессия изображения.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Как будет выглядеть гистограмма, если обнулить половину старших битовых плоскостей изображения?
2. Исследуйте предельные эффекты многократного применения низкочастотного сглаживающего фильтра размерами  $3 \times 3$  к дискретному изображению. Можете игнорировать влияние границ изображения. Будет ли результат другим, если применять фильтр размерами  $5 \times 5$ ?
3. Задайте маску размерами  $5 \times 5$  для выполнения за один проход операции нерезкого маскирования. Предположите, что среднее значение получается при помощи гауссова фильтра.
4. Докажите, что спектры непрерывного и дискретного двумерных преобразований Фурье инвариантны к сдвигу, а при повороте исходного изображения поворачиваются на тот же угол.
5. Выпишите матрицу преобразования Хаара для случая  $N = 8$ .

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовая работа выполняется на тему «Методы цифровой обработки изображений».

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в форме собеседования.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Рафаэл Гонсалес, Ричард Вудс, Рубанов Л. И., Чочиа П. А., Чочиа П. А., Цифровая обработка изображений, Москва: Техносфера, 2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26905.html">http://www.iprbookshop.ru/26905.html</a>
2	Шефер Е. А., Цифровая обработка изображений, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/102493.html">http://www.iprbookshop.ru/102493.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Сёмина Г. М., Данченков И. В., Высшая математика. Ряды Фурье. Преобразование Фурье, Москва: Издательский Дом МИСиС, 2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78569.html">http://www.iprbookshop.ru/78569.html</a>
2	Дьяконов В. П., Вейвлеты. От теории к практике, Москва: СОЛОН- Пресс, 2017	ЭБС
3	Смоленцев Н. К., Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB, Саратов: Профобразование, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/63941.html">http://www.iprbookshop.ru/63941.html</a>

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Сайт компании MathWorks, выпускающей математический пакет MATLAB	<a href="https://www.mathworks.com/products/matlab.html">https://www.mathworks.com/products/matlab.html</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Matlab версия R2019a	MATLAB договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты"

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
47. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска маркерная белая эмалевая, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
47. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.