

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Декан радиотехнического факультета

Д.Н. Кадеев

11 октября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина (модуль)	<u>Пространственно-временная обработка сигналов</u> <i>наименование дисциплины (модуля)</i>
Уровень образования	<u>высшее образование – магистратура</u> <i>(СПО/бакалавриат/магистратура/специалитет/подготовка кадров высшей квалификации)</i>
Квалификация	<u>магистр</u> <i>(Техник/Бакалавр/Магистр/Инженер/ Исследователь, Преподаватель-исследователь)</i>

г. Ульяновск, 2021 г.

Рабочая программа составлена

на кафедре

Телекоммуникации

факультета

Радиотехнического

в соответствии с учебным
планом по направлению
подготовки (специальности)

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и
системы связи»

профиль
(программа / специализация)

«Искусственный интеллект и анализ больших
данных в обработке изображений»

Составитель рабочей программы
Зав. каф. Телекоммуникации,
доцент, д.т.н.

(должность, ученое звание, степень)

(подпись)

Дементьев В.Е.
(Фамилия И. О.)

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры
Заведующий кафедрой

(должность)

(подпись)

Дементьев В.Е.
(Фамилия И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП
«11» октября 2021 г.

(подпись)

Елягин С.В.
(Фамилия И. О.)

Заведующий выпускающей кафедрой /научный руководитель ОПОП
«11» октября 2021 г.

(подпись)

Дементьев В.Е.
(Фамилия И. О.)

Директор библиотеки
«11» октября 2021 г.

(подпись)

Синдюкова Е.С.
(Фамилия И. О.)

1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Таблица 1

Бюджет времени с учетом формы обучения, семестра и видов занятий

Форма обучения	Очная				Очно-заочная				Заочная			
Семестр	3											
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего часов	32											
в том числе:												
- занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), часов	16											
- занятия семинарского/практического типа (семинары, практические занятия, практикумы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), часов	-											
- лабораторные занятия (включая работу обучающихся на реальных или виртуальных объектах профессиональной сферы), часов	16											
Самостоятельная работа обучающихся, часов	76											
в том числе:												
- групповые и индивидуальные консультации обучающихся с преподавателями	10											
- проработка теоретического курса	6											
- курсовая работа (проект)	20											
- расчетно-графическая работа	-											
- реферат	-											
- эссе	-											
- подготовка к занятиям семинарского/практического типа	-											
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	30											
- взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	10											
Контроль	36											
Итого, часов	144											
Трудоемкость, з.е.	4											

2 ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Изучение дисциплины (модуля) осуществляется на русском языке.

3 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью преподавания дисциплины Пространственно-временная обработка сигналов (ПВОС) является приобретение студентами знаний в области обнаружения сигналов разного вида (в том числе и с неизвестными параметрами), обучение студентов основам знаний по постановке и решению типовых задач связанных с анализом и синтезом стохастических систем, что позволит расширить инженерную эрудицию и компетентность. Задачи дисциплины связаны с последовательным изучением соответствующих разделов: Математические модели случайных полей, Фильтрация многомерных изображений, Обнаружение аномалий на фоне мешающих изображений, Совмещение изображений.

В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно синтезировать методы описания и обработки для различных случаев случайных процессов и полей, а также выполнять анализ их эффективности.

В результате изучения дисциплины (модуля) «Пространственно-временная обработка сигналов» обучающиеся на основе приобретенных знаний, умений и навыков достигают освоения компетенций на определенном уровне.

Аннотация дисциплины (модуля) представлена в Приложении А.

4 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 2

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), с указанием индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Формулировка компетенции	Код индикатора достижения компетенции (по данной дисциплине (модулю))	Индикаторы достижения компетенции (связанные с данной дисциплиной (модулем))
Профессиональные			
ПКи-4	Способен исследовать применение интеллектуальных систем для различных предметных областей	ИД-1 ПКи-4	Исследует направления применения систем искусственного интеллекта для различных предметных областей: - знает направления развития систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции решаемых задач с использованием искусственного интеллекта; - умеет осуществлять декомпозицию решаемых задач с использованием искусственного интеллекта.

5 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина (модуль) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 образовательной программы (дисциплины по выбору).

(Обязательной части/ Части, формируемой участниками образовательных отношений)

6 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1 Тематический план изучения дисциплины (модуля)

Таблица 3

Тематический план с указанием выделенных академических часов на освоение каждого из разделов и проведение промежуточной аттестации

№	Наименование разделов (включая промежуточную аттестацию)	Очная (час)					Очно-заочная (час)					Заочная (час)				
		Лекции	Практические (сем.) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего	Лекции	Практические (сем.) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего	Лекции	Практические (сем.) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего
1	Раздел 1. Математические модели случайных полей	4	-	4	14	22										
2	Раздел 2. Фильтрация многомерных изображений	4	-	4	14	22										
3	Раздел 3. Обнаружение аномалий на фоне мешающих изображений	4	-	4	14	22										
4	Раздел 4. Совмещение изображений	4	-	4	14	22										
5	Курсовая работа				20	20										
6	Подготовка к промежуточной аттестации, консультации перед промежуточной аттестацией и сдача промежуточной аттестации	-	-	-	-	36										
	Итого часов	16	-	16	76	144										

6.2 Теоретический курс

Таблица 4

Основные вопросы, освещаемые на лекциях

Раздел, тема учебной дисциплины, содержание темы
3 семестр
Раздел 1. Математические модели многомерных изображений
Тема 1.1. Случайные поля
1.1.1. Случайные поля. Простейшие авторегрессионные модели.
1.1.2. Корреляционные свойства изображений. Анализ и идентификация параметров.
Тема 1.2. Тензорные модели изображений
1.2.1. Анализ и синтез обобщенных тензорных моделей многомерных изображений. Пример линейной и нелинейной тензорной модели.

<p>1.2.2. Обоснование применимости рекуррентных процедур при описания временных последовательностей многомерных изображений. Каузальная модель двумерного изображения. Виды разверток.</p> <p>Тема 1.3. Авторегрессионные модели</p> <p>1.3.1. Многомерная авторегрессия. Особенности построения корреляционных функций для многомерных авторегрессионных случайных полей. Авторегрессионные модели с кратными корнями характеристических уравнений.</p> <p>1.3.2. Анализ и синтез многомерных авторегрессионных моделей. Идентификация параметров авторегрессионных моделей.</p> <p>Тема 1.4. Авторегрессионные модели с кратными корнями характеристических уравнений</p> <p>1.4.1. Недостатки простых АР моделей при описании многомерных изображений. Синтез АР моделей с кратными корнями характеристических уравнений.</p> <p>1.4.2. Примеры определения корреляционных функций для АР моделей с кратными корнями характеристических уравнений. Идентификация параметров.</p> <p>Тема 1.5. Негауссовым модели многомерных изображений</p> <p>1.5.1. Волновые модели изображений. Корреляционная функция. Особенности реализации.</p> <p>1.5.2. Смешанные модели изображений. Проблемы описания пространственно неоднородного материала.</p> <p>1.5.3. Использование методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения для моделирования и анализа многомерных изображений.</p>
<p>Раздел 2. Фильтрация многомерных изображений</p> <p>Тема 2.1. Байесово оценивание многомерных изображений</p> <p>2.1.1. Постановка задачи байесовской фильтрации. Байесовский критерий качества.</p> <p>2.1.2. Использование метода инвариантного погружения для оценки коэффициентов байесовского фильтра.</p> <p>Тема 2.2. Рекуррентные методы фильтрации</p> <p>2.2.1. Особенности рекуррентной обработки временных последовательностей многомерных изображений. Доказательство состоятельности тензорного фильтра Калмана на основе метода инвариантного погружения.</p> <p>2.2.2. Пример расчета тензоров при калмановской фильтрации для многомерных авторегрессионных моделей. Квазиоптимальные фильтры.</p> <p>Тема 2.3. Тензорная фильтрация</p> <p>2.3.1. Вывод тензорного фильтра на основе метода инвариантного погружения</p> <p>2.3.2. Анализ эффективности обобщенного тензорного фильтра</p> <p>Тема 2.4. Эффективность оптимальной фильтрации многомерных изображений</p> <p>2.4.1. Интегральное уравнение Винера-Хопфа для непрерывного многомерного случайного поля. Особенности его решения для изотропных и анизотропных случайных полей.</p> <p>2.4.2. Расчет характеристик эффективности фильтрации для частных случаев многомерных случайных полей.</p> <p>2.4.3. Использование методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения для фильтрации многомерных изображений.</p>
<p>Раздел 3. Обнаружение аномалий на фоне мешающих многомерных изображений</p> <p>Тема 3.1. Постановка задачи обнаружения сигналов на многомерных изображениях</p> <p>3.1.1. Особенности обнаружения сигналов на многомерных изображениях. Отношение правдоподобия и его использования в детекторах разного вида.</p> <p>3.1.2. Особенности применения байесовского критерия при обнаружении сигналов при обработке многомерных изображений</p> <p>Тема 3.2. Критерий Неймана-Пирсона</p> <p>3.2.1. Особенности применения критерия Немана-Пирсона при обнаружении сигналов при обработке многомерных изображений</p> <p>3.2.2. Принципы выбора порога при использовании критерия Немана-Пирсона</p> <p>Тема 3.3. Эффективность обнаружения сигналов</p> <p>3.3.1. Анализ эффективности обнаружения сигналов на фоне многомерных изображений и их временных последовательностей.</p> <p>3.3.2. Ипользования метода статистического моделирования для оценки эффективности</p>

обнаружителей
Тема 3.4. Обнаружения сигналов на многомерных изображениях в условиях априорной неопределенности
3.4.1. Виды априорной неопределенности. Модифицированное отношение правдоподобия.
3.4.2. Адаптивные рекуррентные алгоритмы декорреляции случайных полей
3.4.3. Использование методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения для обнаружения аномалий и объектов на многомерных изображениях.
Раздел 4. Совмещение изображений
Тема 4.1. Постановка задачи оценки смещений
4.1.1. Общие принципы оценки смещения изображений. Тензорная оценка смещений.
4.1.2. Совмещение случайных полей при межкадровых геометрических трансформациях
Тема 4.2. Совмещение гауссовых случайных полей
4.2.1. Совмещение простых гауссовых случайных полей. Совмещение бинарных изображений.
4.2.2. Совмещение изображений со значительными яркостными искажениями
Тема 4.3. Алгоритмы совмещения изображений
4.3.1. Корреляционно-экстремальные алгоритмы
4.3.2. Метод неподвижной точки
4.3.3. Псевдоградиентные алгоритмы совмещения
4.4.4. Использование методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения для совмещения многомерных изображений.

6.3 Практические (семинарские) занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом

6.4 Лабораторный практикум

Распределение часов на выполнение лабораторных занятий

Таблица 5

Номер	Наименование лабораторного занятия
1	Моделирование и анализ случайных величин с заданными законами распределения.
2	Моделирование авторегрессионных случайных последовательностей с заданными статистическими характеристиками
3	Реализация и исследование скалярного фильтра Калмана
4	Реализация и исследование фильтра Винера
5	Моделирование и анализ статистических характеристик пространственно однородных изображений
6	Моделирование временных последовательностей изображений на основе тензорной модели
7	Векторный фильтр Калмана
8	Многомерный фильтр Винера

6.5 Курсовой проект (работа), реферат, расчетно-графические работы

Учебным планом направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» предусмотрена *курсовая работа* в третьем семестре.

Целью курсовой работы является закрепление и углубление теоретических знаний по дисциплине, получение навыков разработки алгоритмов, в том числе различных методов обработки многомерных сигналов.

Задания на курсовую работу распределены по четырем типам.

1. Моделирование многомерных изображений с использованием каузальных и некаузальных моделей
2. Фильтрация многомерного изображения на основе использования расширенного фильтра Винера
3. Фильтрация многомерного изображения на основе использования векторного фильтра Калмана
4. Обнаружения объектов на многомерных изображениях

Планируемый объем пояснительной записки – 20-30 страниц.

Законченная курсовая работа (исходный код программы в электронном виде и пояснительная записка – в бумажном виде) не позже 15-й недели семестра предъявляется руководителю. После проверки работы студенту назначается время защиты.

В случае обнаружения в программе недочетов (неоптимальное использование машинных ресурсов, недостаточно проработанный человеко-машинный интерфейс и др.), наличия в тексте пояснительной записки большого числа грамматических ошибок, а также в случае небрежного оформления текста, курсовая работа возвращается на доработку.

Общая оценка за курсовую работу проставляется с учетом работы студента в течение семестра, качества представленной работы и ее защиты.

Среднее время самостоятельной работы студента на выполнение курсовой работы 20 часов.

6.6 Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы распределяются в течение семестра. Подготовка к промежуточной аттестации ведется в установленные календарным учебным графиком сроки.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ) ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Таблица 6

Наименование оценочных средств (оценочных материалов)

№ п/п	Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции (по данной дисциплине (модулю))	Индикаторы достижения компетенции (связанные с данной дисциплиной (модулем))
1.	ПКи-4	ИД-1 ПКи-4	Выполнение лабораторных заданий и собеседование по результатам их выполнения, зачет

8 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Васильев, Константин Константинович. Оптимальная обработка сигналов в дискретном времени: учебное пособие для студентов и аспирантов / Васильев К. К. -

Москва: Радиотехника, 2016. - 282 с.: ил. - Библиогр.: с. 279-282 (44 назв.). - ISBN 978-5-93108-132-8

2. Васильев, К.К. Статистический анализ изображений / К.К. Васильев, В.Р. Крашенинников. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – 214 с., 20 экз.

3. Наместников, Сергей Михайлович. Основы теории телетрафика: учебное пособие / Наместников С. М., Служивый М. Н., Украинцев Ю. Д.; Ульян. гос. техн. ун-т. - Ульяновск: УлГТУ, 2016. - 153 с.: рис. - Библиогр.: с. 148-151 (38 назв.). - ISBN 978-5-9795-154-1

4. Васильев К.К. Дементьев В.Е., Представление и обработка спутниковых многозональных изображений // Ульяновск, 2017, 247 с.

9 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Методы моделирования и оптимизации [Текст]: учебно-методическое пособие / сост. М. Н. Служивый. - Ульяновск: УлГТУ, 2017. - 31 с.: рис. - Доступен также в Интернете. - Библиогр.: с. 30 (8 назв.) <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2017/256.pdf>

2. Математическая статистика [Электронный ресурс]: методические указания к типовому расчёту по математической статистике / [составители: В. Р. Крашенинников, М. Н. Служивый] ; Ульян. гос. техн. ун-т. - Электрон. текст. данные (файл pdf). - Ульяновск: УлГТУ, 2012. - Доступен в Интернете <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2013/Krasheninnikov.pdf>

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

10.1 Справочные системы и современные профессиональные базы данных, к которым обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

1. Справочная система Гарант

2. База ГОСТы и СанПиНы <https://standartgost.ru/>

3. База СНиПы. Нормативно-техническая документация <http://snipov.net/>

4. Федеральный портал Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/library>

5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

6. РГБ фонд диссертаций <http://diss.rsl.ru/>

7. Энциклопедия <http://encyclopaedia.bigru.ru>

10.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Электронная библиотека полнотекстовых учебных и научных изданий УлГТУ <http://venec.ulstu.ru/lib/faculty.php>

3. Математический образовательный сайт <http://old.exponenta.ru/default.asp>

11 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Таблица 7

Наименование и оснащенность помещений, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения (подлежит ежегодному обновлению)
1	Учебные аудитории для проведения лекций	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска.	Не требуется
2	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, практических работ, групповых и индивидуальных консультаций	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; кресла рабочие, стол, стул для преподавателя, доска. Компьютеры с выходом в интернет, МФУ, проектор интерактивный, экран.	Проприетарные лицензии: Microsoft Windows; Microsoft Office, Microsoft Visual Studio Свободные и открытые лицензии: LinuxFedora, MozillaFirefox, LibreOffice, PyCharm Edu, Python, GNUOctave, Maxima, SciLab, Adobe Reader, Архиватор 7-zip
3	Учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; кресла рабочие, стол, стул для преподавателя, доска. Компьютеры с выходом в интернет, МФУ, проектор интерактивный, экран.	Проприетарные лицензии: Microsoft Windows; Microsoft Office, Microsoft Visual Studio Свободные и открытые лицензии: LinuxFedora, MozillaFirefox, LibreOffice, PyCharm Edu, Python, GNUOctave, Maxima, SciLab, Adobe Reader, Архиватор 7-zip
4	Помещения для самостоятельной работы (читальный зал научной библиотеки)	Рабочие места, оборудованные ПЭВМ с выходом в интернет (Wi-Fi)	Проприетарные лицензии: Microsoft Windows; Microsoft Office, Microsoft Visual Studio Свободные и открытые лицензии: LibreOffice или OpenOffice, Mozilla Firefox, Adobe Reader, Архиватор 7-zip

Аннотация рабочей программы

Дисциплина (модуль)	Пространственно-временная обработка сигналов
Уровень образования	Магистратура
Квалификация	Магистр
Направление подготовки / специальность	11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
Профиль / программа / специализация	Искусственный интеллект и анализ больших данных в обработке изображений
Дисциплина (модуль) нацелена на формирование компетенций	ПКи-4
Цель освоения дисциплины (модуля)	<p>Приобретение студентами знаний в области обнаружения сигналов разного вида (в том числе и с неизвестными параметрами), обучение студентов основам знаний по постановке и решению типовых задач связанных с анализом и синтезом стохастических систем, что позволит расширить инженерную эрудицию и компетентность. Задачи дисциплины связаны с последовательным изучением соответствующих разделов: Математические модели случайных полей, Фильтрация многомерных изображений, Обнаружение аномалий на фоне мешающих изображений, Совмещение изображений.</p> <p>В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, навыки и умения, позволяющие самостоятельно синтезировать методы описания и обработки для различных случаев случайных процессов и полей, а также выполнять анализ их эффективности.</p> <p>В результате изучения дисциплины (модуля) «Пространственно-временная обработка сигналов» обучающиеся на основе приобретенных знаний, умений и навыков достигают освоения компетенций на определенном уровне.</p>
Перечень разделов дисциплины	1. Математические модели случайных полей, 2. Фильтрация многомерных изображений, 3. Обнаружение аномалий на фоне мешающих изображений 4. Совмещение изображений
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	4 з.е., 144 часа
Форма промежуточной аттестации	Экзамен, курсовая работа