

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

А.С. Гудим

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы цифровой обработки сигналов»

Направление подготовки	<i>11.04.04 Электроника и наноэлектроника</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Промышленная электроника</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Промышленная электроника»</i>

Комсомольск-на-Амуре 2023

Разработчик рабочей программы:

Доцент кафедры, кандидат технических наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

С.Г. Марушенко
(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Промышленная электроника
(наименование кафедры)

Н.Н. Любушкина
(ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 959 от 22.09.2017, и основной профессиональной образовательной программы «Промышленная электроника» по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника.

Задачи дисциплины	Подготовить магистра с глубокими знаниями в области основ теории цифровой обработки сигналов, научить принципам информационного подхода к анализу и синтезу систем передачи и обработки информации.
Основные разделы / темы дисциплины	Дискретные сигналы. Дискретные системы. Цифровые фильтры. Введение в теорию обработки изображений. Аппаратура цифровых сигнальных процессоров.

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

Процесс изучения дисциплины «Методы цифровой обработки сигналов» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает методы синтеза и исследования моделей.	Знать методы и алгоритмы цифрового преобразования сигналов.
	ОПК-2.2. Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования.	Уметь выполнять расчет и синтез схем для преобразования сигналов в цифровых системах.
	ОПК-2.3. Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Владеть навыками разработки и отладки программной реализации основных алгоритмов цифровой обработки сигналов.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к

обязательной части.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / *11.04.04 Электроника и нанoeлектроника /Оценочные материалы*).

Дисциплина «Методы цифровой обработки сигналов» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий, лабораторных работ, выполнения курсовых проектов, иных видов учебной деятельности.

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.035 «ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР АНАЛОГОВЫХ СЛОЖНОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ». Обобщенная трудовая функция: D. Сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговый СФ-блок и отдельные аналоговые блоки. Необходимые знания: ПС 40.035 ТФ 3.4.4 ТД-4 Определение множества специальных математических, логических и других функций и операций, описывающих работу СФ-блока.

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Методы цифровой обработки сигналов» изучается на 1 курсе(ах) во 2 семестре.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 42 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, самостоятельная работа обучающихся 66 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Раздел 1 Дискретные сигналы.						
Тема 1.1 Модели дискретных сигналов.	2					
Дискретизирующая последовательность. Модулированные импульсные последовательности. Спектральная плотность модулированной импульсной последовательности.						1
Дискретизация периодических сигналов.						1
Дискретное преобразование Фурье. Восстановление исходного сигнала по ДПФ. Обратное дискретное преобразование Фурье.						1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Дискретная свертка.						
Тема 1.2 Алгоритмы быстрого преобразования Фурье.	2					
Алгоритм БПФ с прореживанием по времени. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте. Вычисление обратного ДПФ с помощью алгоритма БПФ.						1
Теория z-преобразования						1
Определение z-преобразования; z-преобразование непрерывных функций, обратное z-преобразование; свойства z-преобразования.						1
Раздел 2 Дискретные системы.						
Тема 2.1 Типовая структура дискретной системы.	1					
Структура дискретной системы. квантование сигналов в дискретных системах.						2
Решение типового задания №1 РГР. Передача непрерывного сообщения по дискретному каналу связи.						4
Синтез схем генераторов псевдослучайной последовательности и исследование их работы.			2			
Фильтры для устранения эффекта наложения спектров.						2
Эффект алайзинга, антиалайзинговые фильтры.						2
Построение спектральных диаграмм в определенных точках дискретного канала связи.						4
Тема 2.2 Программное обеспечение дискретных систем.	1					
Представление данных в дискретных системах.						2
Исследование работы преобразователя кодов в конвейерных системах обработки данных.			2			
Раздел 3 Цифровые фильтры.						
Тема 3.1 Общая теория цифровых	2					

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
фильтров.						
Алгоритм линейной цифровой фильтрации. Дискретные гармонические последовательности. Частотный коэффициент передачи ЦФ. Системная функция ЦФ.						2
Сэмплирование сигналов и искажение.			8*			
Фильтры с конечной импульсной характеристикой.						2
Фильтры с конечной импульсной характеристикой. Структурная схема, импульсная и частотная характеристики. Фильтр скользящего среднего.						1
Решение типового задания №2 РГР. Дискретизация непрерывного сигнала.						4
Фильтры с конечной импульсной характеристикой.			8*			
Тема 3.2 Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.	2					
Системная функция рекурсивного ЦФ. Структурные схемы рекурсивных ЦФ. Устойчивость рекурсивных ЦФ. Критерий устойчивости рекурсивного ЦФ. Импульсная характеристика рекурсивного ЦФ.						1
Построение временных диаграмм дискретного сигнала (РГР).						4
Синтез линейных цифровых фильтров.						1
Проектирование нерекурсивных цифровых фильтров. Методы проектирования рекурсивных фильтров. Метод инвариантных импульсных характеристик.						1
Моделирование цифрового фильтра на базе биквадратной секции в PSPICE.			4			
Раздел 4 Введение в теорию обработки изображений.						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 4.1 Представление непрерывных изображений.	1					
Математическое описание непрерывных изображений. Двумерные системы. Дискретизация непрерывных изображений.						1
Двумерное преобразование Фурье.						1
Проектирование и исследование характеристик КИХ-фильтров в среде Matlab.			4			
Способы воспроизведения изображений. Интерполяционные функции. Влияние неидеальности восстанавливающих фильтров.						1
Решение типового задания №3 РГР. Определение спектра дискретного сигнала с помощью ДПФ.						6
Тема 4.2 Двумерное дискретное преобразование Фурье.	1					
Подавление шумов, подчеркивание границ. Медианная фильтрация.						1
Построение спектральных диаграмм дискретного сигнала (РГР)						4
Раздел 5 Аппаратура цифровых сигнальных процессоров.						
Тема 5.1 Микроконтроллеры, микропроцессоры и цифровые процессоры обработки сигналов (DSP).	1					
Требования, предъявляемые к цифровым процессорам обработки сигналов.						1
Решение типового задания №4 РГР. Расчет основных характеристик цифрового фильтра.						4
Ядро 16-разрядных DSP с фиксированной точкой семейства ADSP-21XX.						1
Встроенные периферийные устройства процессоров семейства						1

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
ADSP-21XX.						
Тема 5.2 Цифровые сигнальные процессоры с плавающей точкой семейства SHARC®.	1					
Построение временных и спектральных диаграмм цифрового фильтра (РГР).						4
Представление данных в цифровых сигнальных процессорах.						2
Архитектура ядра процессора семейства ADSP-2116X.						1
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-		-	-
ИТОГО по дисциплине	14	-	28			66

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Реестр литературы.

6.2 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1) Марущенко С.Г. Основы цифровой обработки сигналов: Учеб. пособие./ С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: Гос. образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2006. – 187 с.

2) Марущенко С.Г., Исследование функциональных возможностей ортогональной регистровой памяти. Построение генераторов псевдослучайной последовательности: Ме-

тодические указания к лабораторным работам №1, №2 по курсу «Основы цифровой обработки сигналов», «Методы цифровой обработки сигналов»./С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 12 с.

3) Марущенко С.Г., Исследование работы преобразователя кодов в конвейерных системах обработки данных: Методические указания к лабораторной работе №3 по курсу «Основы цифровой обработки сигналов», «Методы цифровой обработки сигналов»./С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 16 с.

4) Марущенко С.Г. Моделирование цифрового фильтра на базе биквадратной секции в PSpice: Методические указания к лабораторной работе №2 по курсам «Основы цифровой обработки сигналов» и «Цифровые технологии в БРЭА»./С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2008. – 22 с.

5) Марущенко С.Г., Проектирование КИХ-фильтров в среде Matlab и исследование их характеристик: Методические указания к лабораторной работе №4, №5 по курсам «Основы цифровой обработки сигналов» и «Цифровые технологии в БРЭА»./С.Г. Марущенко – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2008. – 36 с.

6.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 11.04.04 Электроника и наноэлектроника / Рабочий учебный план / Регистр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

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

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) *11.04.04 Электроника и наноэлектроника:*

<https://knastu.ru/page/539>

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / *11.04.04 Электроника и наноэлектроника* / *Рабочий учебный план* / *Реестр ПО*.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	персональные компьютеры
211/3	Лаборатория компьютерного проектирования и моделирования	NI ELVIS II с платой расширения SIGEx

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия *(при наличии)*.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия *(при наличии)*.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в раз-

личных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.