

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 12 от 09.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Цифровые сигнальные процессоры

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.02 - Информационные системы и технологии

---

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в системах космической связи

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2022 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.12 Цифровые сигнальные процессоры относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-13: Способен участвовать в постановке и проведении экспериментальных исследований, в обработке и анализе результатов;	<p>ПК-13.1: Знать основные принципы планирования, постановки и проведения экспериментальных исследований</p> <p>ПК-13.2: Уметь осуществлять постановку и проведение компьютерного и натурного эксперимента</p> <p>ПК-13.3: Владение опытом постановки и проведения экспериментов по разработанной методике</p>	<p>ПК-13.1: Знать архитектуру сигнальных процессоров Analog Devices и методику программирования и задействования их составных частей.</p> <p>ПК-13.2: Уметь создавать каркасы программных проектов в среде разработки Analog Devices VisualDSP реализовывать на языках высокого уровня программирование периферийных интерфейсов процессора.</p> <p>ПК-13.3: Владеть методиками отладки программного обеспечения сигнальных процессоров и функционирования периферийных устройств.</p>	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Отчет по лабораторным работам
ПК-4: Способен применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов и функциональных	<p>ПК-4.1: знать современные методы описания физических явлений и процессов</p> <p>ПК-4.2: Уметь применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы</p>	<p>ПК-4.1: Знать особенности действия наиболее распространенных цифровых фильтров и алгоритмов обработки звуковых сигналов.</p> <p>ПК-4.2: Уметь реализовывать</p>	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Отчет по лабораторным работам

устройств информационных систем;	приборов и функциональных устройств информационных систем ПК-4.3: Иметь навыки использования приборов и функциональных устройств в информационных измерительных системах	алгоритмы цифровой обработки сигналов в реальном времени.  ПК-4.3: Владеть методиками программирования вычислительных устройств сигнальных процессоров, а также методиками отладки программ, работающих в реальном времени с цифровыми сигналами.		
----------------------------------	---	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>48</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>7</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Обзор истории и архитектур сигнальных процессоров	2	2		2	
Сигнальные процессоры архитектуры SHARC	8	8		8	

Интегрированная среда разработки программного обеспечения VisualDSP++	10	2	8	10	
Отладочные платформы EX-Kit Lite	6	2	4	6	
Методика программирования устройств на отладочной платформе	45	2	36	38	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	48	65	7

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Обзор истории и архитектур сигнальных процессоров

Тема 2. Сигнальные процессоры архитектуры SHARC

2.1. Процессор ADSP-21065L

2.2. Ядро процессора

2.3. Системные регистры

2.4. Регистры IOP

2.5. Адресация

2.6. Память

2.7. ПДП

2.8. Прерывания

2.9. Последовательные порты

2.10. Внешний интерфейс

2.11. Загрузка

2.12. Эмуляция процессора

2.13. Особенности процессора ADSP-21262

2.14. Порты SPI

2.15. Устройство коммутации сигналов SRU

Тема 3. Интегрированная среда разработки программного обеспечения VisualDSP++

Тема 4. Отладочные платформы EX-Kit Lite

4.1. Платформа ADSP-21065L-EZKIT-LITE

4.2. Платформа ADSP-21262-EZLITE

Тема 5. Методика программирования устройств на отладочной платформе

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Методические материалы не используются

### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

## 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

1. Работа с цифровыми сигналами
2. Работа с проектами в интегрированной среде разработки VisualDSP++

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Управление световыми индикаторами и кнопками платы
2. Управление аудиокодеком. Генерирование простых цифровых сигналов.
3. Управление аудиокодеком. Проигрывание мелодии.
4. Обработка аудиосигналов в цифровой форме. Обработка НЧ, ВЧ и полосовыми фильтрами.
5. Обработка аудиосигналов в цифровой форме. Добавление пространственного звучания.
6. Обработка аудиосигналов в цифровой форме. Изменение высоты голоса.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент четко представляет себе методику программирования периферийных устройств на лабораторной плате для реализации выбранной задачи и понимает архитектуру требуемого алгоритма цифровой обработки сигнала.
не зачтено	Студент не имеет четкого представления о методиках программирования сигнального процессора и периферийных узлов либо о методике реализации выбранных алгоритмов цифровой обработки сигнала.

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных ошибок		
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Представление отчета по лабораторной работе.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Представление отчета по лабораторной работе.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны ответы на вопросы по теме лабораторной работы и по коду реализованного программного обеспечения.
не зачтено	Не даны ответы на вопросы по теме лабораторной работы или по коду реализованного программного обеспечения.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов / пер. с англ. под ред. С. Ф. Боева. - Изд. 3-е, испр. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. - (Мир радиоэлектроники / ред. совет: А. С. Якунин (пред.) [и др.] ; 17 - 15). - ISBN 978-5-94836-329-5 : 1300.00., 1 экз.
2. Хемминг Ричард В. Цифровые фильтры / пер. с англ. В. И. Ермишина ; под ред. А. М. Трахтмана. - М. : Советское радио, 1980. - 224 с. : ил. - 0.80., 2 экз.
3. Сажнев А. М. Микропроцессорные системы: цифровые устройства и микропроцессоры / Сажнев А. М. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 139 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/496182> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-12092-9 : 359.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784759&idb=0>.
4. Гребенников В.Ф. Архитектура средств вычислительной техники. Общие сведения об ЭВМ. Процессоры и устройства управления : учебное пособие / Гребенников В.Ф.; Овчеренко В.А. - Москва : НГТУ, 2019. - 76 с. - ISBN 978-5-7782-4003-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736074&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Косырев К. А. Микропроцессоры и микроконтроллеры. Методы программирования систем промышленной автоматизации. ПЛК ОВЕН: Лабораторный практикум / Косырев К. А., Руденко А.

В. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2021. - 208 с. - Книга из коллекции НИЯУ МИФИ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7262-2765-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=830391&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Analog Devices VisualDSP++

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: в том числе, – высокотехнологичным оборудованием: комплекты микропроцессорной техники, включая материнские платы, процессорные и отладочные модули; серверная вычислительная техника, включая сервера и АРМы Гравитон, серверные шкафы, программно-аппаратные комплексы, сетевое оборудование;

– вычислительными ресурсами: терминал-классы с 26 стационарными и 3 мобильными рабочими местами на базе современных ПК с лицензионным программным обеспечением;

– специализированным прикладным программным обеспечением: среды разработки и отладки программ MCStudio 3A и MCStudio 4 для процессорного оборудования;

– офисным и мультимедийным оборудованием, включая проектор, экран и ТВ-панель, специализированная мебель.

Перечисленное выше оборудование входит в состав Учебно-лабораторного интерактивного комплекса "Распределенные вычисления" для проведения занятий для студентов с использованием современной вычислительной техники при обучении моделированию, проектированию и разработке распределенных вычислительных комплексов и проведения практических занятий по дисциплинам, предусмотренных программой.

Специальное образовательное пространство (СОП) Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Распределенные вычисления» (уч. корп.3, ауд. 513, 528, 520) создано научно-образовательным отделением космической связи ПИШ ННГУ и утверждено приказом ННГУ №06.49-04-0669/23 от 29.12.2023 г. для реализации образовательных программ (ОП) ПИШ ННГУ, в том числе, для ОП «Информационные технологии в системах космической связи» направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», разработанной с целью исполнения Программы развития ПИШ ННГУ в рамках федерального проекта Минобрнауки России "Передовые инженерные школы" государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (<https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn>).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.02 - Информационные системы и технологии.



Автор(ы): Сорохтин Михаил Михайлович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.01.2022, протокол № б/н.