

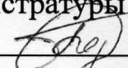
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Электронные приборы»

«СОГЛАСОВАНО»


«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института  
магистратуры и аспирантуры

 / О.А. Бодров  
«09» 06 2020 г



Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко

06 2020 г

Заведующий кафедрой ЭП

 / М.В. Чиркин

«09» 06 2020 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.07 «Проектирование и технология электронной компонентной базы»

Направление подготовки

11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) подготовки

Электронные приборы и устройства

Уровень подготовки

Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»,

утвержденного 22.09.2017 №959

Разработчики

к.т.н., доцент кафедры «Электронные приборы»

А.Е. Серебряков

---

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

« 09 » 06 2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой «Электронные приборы»

д.ф. - м.н., профессор

М.В. Чиркин

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Проектирование и технология электронной компонентной базы» (Б1.О.07) является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) академической магистратуры, разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (уровень магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.10.2014 № 1407.

*Цель освоения дисциплины* - решение задач проектирования современной электронной компонентной базы на основе микроконтроллеров и ПЛИС для решения научно-исследовательских и производственных задач.

*Задачи дисциплины:*

- ознакомить студентов с основными классами СБИС и наиболее распространенными технологиями реализации цифровых устройств, характерными для отечественной практики их разработки.

- привить навыки работы в коллективе над поставленными научными и проектными задачами;

- ознакомить студентов с особенностями архитектуры ARM;

- ознакомить студентов с семейством современных микроконтроллеров STM32.

- ознакомить студентов с основными системными (языки описания аппаратуры) и прикладными (пакеты САПР) инструментами разработчика.

- обеспечить освоение на практике использования базовых синтаксических конструкций языка Verilog для формирования типовых цифровых узлов и построение испытательных файлов (testbench).

- ознакомить с технологией функционального моделирования проектируемых устройств и аппаратного конфигурирования их в ПЛИС в лабораторных условиях.

## Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОК-2	УК- 2Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<u>Знать:</u> особенности применения микроконтроллеров на базе архитектуры ARM; сильные и слабые стороны разработанного решения <u>Уметь:</u> защищать принятые решения при проектировании электронного устройства на базе микроконтроллеров <u>Владеть:</u> навыками поэтапного ведения проектов

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» (Б1.О.07) является обязательной, относится к базовой части блока 1 дисциплин ОПОП «Электронные приборы и устройства» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 1 курсе в 1 семестре.

*Пререквизиты дисциплины.* Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» (Б1.В.04) базируется на следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ОПОП «Электронные приборы и устройства»: «Основы проектирования электронной компонентной базы».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

*знать:* общие разделы высшей математики (алгебра), разделы информатики (системы счисления, двоичная арифметика, Булева алгебра, логические элементы. Существующие классы СБИС, как основной современной электронной компонентной базы, общий алгоритм проектирования СБИС; синтаксис языка описания аппаратуры высокого уровня Verilog, назначение и структуру испытательных файлов на языке Verilog, основные компоненты и внутреннюю архитектуру современных ПЛИС.

*уметь:* использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности; разрабатывать физические и математические модели приборов и устройств электроники и нанoeлектроники; разрабатывать технологические маршруты их изготовления; применять язык Verilog, как системное инструментальное средство для проектирования цифровых устройств, применять стандартные САПР для функционального моделирования, синтеза и верификации цифровых устройств; использовать двоичную арифметику и Булеву алгебру;

*владеть:* методами проектирования электронной компонентной базы и технологических процессов электроники и нанoeлектроники; методами математического моделирования приборов и технологических процессов с целью оптимизации их параметров; навыками экспериментального исследования разработанных устройств в аппаратной реализации, азами программирования на языке высокого уровня.

*Взаимосвязь с другими дисциплинами.* Требования к входным знаниям совпадают с требованиями к освоению перечисленных выше предшествующих дисциплин ОПОП подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», ОПОП «Электронные приборы и устройства». Дисциплина «Электронные устройства в инерциальных технологиях» содержательно и методологически взаимосвязана с указанными дисциплинами.

*Постреквизиты дисциплины.* Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» является основой для дальнейшего изучения дисциплин: «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика», «Выпускная квалификационная работа».

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетные единицы (ЗЕ), 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	180	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	54	-	-
Лекции	26	-	-

Лабораторные работы	18	-	-
Практические занятия	10	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	126	-	-
Курсовой проект/ курсовая работа	-	-	-
Подготовка к экзамену, консультации	40,5	-	-
Консультации в семестре	7	-	-
Иные виды самостоятельной работы	78,5	-	-
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	экзамен	-	-

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

###### Тема 1. Электронная компонентная база.

Понятие электронной компонентной базы. Электронные компоненты с наноразмерными структурами. Телекоммуникационные оптические приемники и передатчики, кремниевые СБИС (VLSI). Основные классы СБИС. Заказные ИС (ASIC), универсальные СБИС (MCU, DSP), ПЛИС (FPGA).

###### Тема 2. Основы языка высокого уровня Си. Компиляция проектов.

Переменные и арифметика. Типы и размеры данных. Константы. Оператор for. If-else. Переключатели. Циклы. Символические константы. Массивы. Функции. Компилятор GCC. Структуры. Указатели. Среда разработки кода микропрограмм для микроконтроллера семейства STM32.

###### Тема 3. Архитектура микроконтроллеров на основе ядра ARM

Особенности архитектуры ARM. Структурная схема микроконтроллеров семейства STM32. Особенности и классификация вычислительных ядер серии Cortex. Библиотека конфигурации ядра CMSIS. Библиотечная система периферийных устройств stdlibrary. Конфигурирование проектов и программирование микроконтроллера.

###### Тема 4. Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллеров

Особенности аналоговых и цифровых цепей питания микроконтроллера. Методы снижения индуктивности цепей питания. Схемы тактирование микроконтроллера. Типовые схемы подключения нагрузки цифровых портов ввода/вывода. Схемы подключения аналого-цифрового преобразователя. Схемы подключения цифро-аналогового преобразователя. Интерфейсы I2C, SPI, UARTю

###### Тема 5. Архитектура ПЛИС типа CPLD и FPGA

Основные архитектурные отличия ПЛИС типа CPLD и FPGA. Преимущества и недостатки архитектуры FPGA. Основные компоненты микросхем FPGA. Структурная схема логического элемента. Блоки памяти. Аппаратные умножители. Структура межсоединений. Система синхронизации. Блоки ввода/вывода. Простейшие интерфейсные стандарты.

###### Тема 6. Основные синтаксические конструкции последовательностных устройств

Понятие синхронизации. Синхронные и асинхронные цифровые устройства. Синхроимпульсы. Процедурные операторы, применение в конструкторском файле. Процедурное управление временем. Список реагирования процедурного оператора. Реагирование на фронты

синхроимпульсов. Управляющие процедурные операторы. Условный оператор. Простой синхронный D-триггер. Двоичный счетчик. Счетчик по указанному модулю. Оператор варианта. Регистр сдвига. Комбинационные устройства на базе процедурных операторов, специфические дешифраторы. Циклические операторы. Процедурные операторы присваивания. Моделирование синхронных цифровых устройств. Задание синхроимпульсов в испытательном файле. Инициализирующие значения сигналов. Функции в языке Verilog.

### Тема 7. Способы конфигурирования ПЛИС

Системы хранения конфигурационных данных ПЛИС типа CPLD и FPGA. Интерфейс JTAG. Конфигурирование в системе. Аппаратное обеспечение процесса конфигурирования.

### Тема 8. Синтезируемые и не синтезируемые конструкции

Синтезируемые и не синтезируемые конструкции языка Verilog. Блок generate. Сущность и назначение не синтезируемых элементов. Директивы компилятора. Системные задачи. Масочные варианты реализации проектов цифровых устройств на ПЛИС, преимущества и недостатки.

## 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	лабор	
1	Электронная компонентная база.	7	2	2	-	-	5
2	Основы языка высокого уровня Си. Компиляция проектов.	23	8	4	-	4	15
3	Архитектура микроконтроллеров на основе ядра ARM	19	14	4	2	8	5
4	Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллеров	27	10	4	6	-	17
5	Архитектура ПЛИС типа CPLD и FPGA	13	8	4	-	4	5
6	Основные синтаксические конструкции последовательностных устройств	24	4	4	-	-	20
7	Способы конфигурирования ПЛИС	11	6	2	2	2	5
8	Синтезируемые и не синтезируемые конструкции	8,5	2	2	-	-	6,5
9	Консультации в семестре	7	-	-	-	-	7
10	Экзамены и консультации	40,5	-	-	-	-	40,5
	<b>Всего:</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>126</b>

### 4.3 Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Электронная компонентная база.	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	5
2	Основы языка высокого уровня Си. Компиляция проектов.	Лабораторная работа	Конфигурирование и компиляция проекта	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Указатели на функцию. Методы разыменовывания указателей и функций. Модель памяти языка Си. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета	15
3	Архитектура микроконтроллеров на основе ядра ARM	Лабораторная работа	1) Вывод графической информации 2) Обмен данными с акселерометром	8
		Самостоятельная работа обучающегося	Модуль прерываний. Модуль прямого доступа к памяти. Интерфейсы ввода/вывода. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	5
		Практическая работа	Вычисление параметров конфигурирования PLL	2
4	Проектирование электронных устройств на основе микроконтроллеров	Самостоятельная работа обучающегося	Аналоговые цепи обеспечения опорного напряжения аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразователя. Особенности проектирования цепей питания на печатных платах. Изучение конспекта лекций.	17
		Практическая работа	Разработка принципиальной электрической схемы электронного устройства	6
5	Архитектура ПЛИС типа CPLD и FPGA	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	5
		Лабораторная работа	Разработка параметризованного модуля	4
6	Основные синтаксические конструкции последовательных устройств	Самостоятельная работа обучающегося	Понятие синхронизации. Синхронные и асинхронные цифровые устройства. Синхроимпульсы. Процедурные операторы, применение в конструкторском файле. Изучение конспекта лекций.	20
7	Способы конфигурирования	Лабораторная работа	Аппаратная реализация параметризованного модуля	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
	ПЛИС	Самостоятельная работа обучающегося	Аппаратное обеспечение процесса конфигурирования. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета	5
		Практическая работа	Подготовка модулей на языке Verilog	2
8	Синтезируемые и не синтезируемые конструкции	Самостоятельная работа обучающегося	Директивы компилятора. Системные задачи. Изучение конспекта лекций.	6,5
9	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций.	7

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Амосов В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. - СПб.: "БХВ-Петербург", 2007. - 560 с.
2. Аверченков, О.Е. Особенности программирования однокристалльной ВМ x51 на языке Си [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Е. Аверченков. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 110 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4142>
3. Стешенко, В.Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры [Электронный ресурс] / В.Б. Стешенко. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 573 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60976>.

#### Перечень учебно-методического обеспечения лабораторных занятий

1. Ашихмин А.С. Основы проектирования электронной компонентной базы: Методические указания к лабораторным работам. Ч.1/ РГРТУ, 2012– 36 с.
2. Базылев В.К. Микропроцессорные системы сбора и обработки данных: Методические указания к лабораторным работам / РГРТУ. Рязань, 2012. 56 с

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Проектирование и технология электронной компонентной базы»).

### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная учебная литература:

1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2014. – 528с.
2. Ашихмин А.С. Основы проектирования электронной компонентной базы: Методические указания к лабораторным работам. Ч.1/ РГРТУ, 2012– 36 с.
3. Базылев В.К. Микропроцессорные системы сбора и обработки данных: Методические указания к лабораторным работам / РГРТУ. Рязань, 2012. 56 с.



### **Дополнительная учебная литература:**

1. Организация ЭВМ, 5-е изд. / К. Хамахер, З. Вранешич, С. Заки. – СПб.: Питер ВХВ, 2003. – 848 с.
2. Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. М.: "Техносфера", 2004. – 216 с.
3. Ашихмин А.С. Цифровая схемотехника. Шаг за шагом. – М.: Издательство "Диалог-МИФИ", 2008. – 304 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

### **Электронные образовательные ресурсы:**

1. ModelSim® User's Manual. Software Version 6.5a. Mentor Graphics Corporation, 2011. - 580 p. [электронное издание] - URL: <https://www.xilinx.com/Attachment/modelsim.pdf>
2. Quartus II Verion 10.0 Handbook. Altera Corporation, 2010. - 2728 p. [электронное издание] - URL: [https://www.altera.com/ja\\_JP/pdfs/literature/hb/qts/qts\\_qii5v2\\_03.pdf](https://www.altera.com/ja_JP/pdfs/literature/hb/qts/qts_qii5v2_03.pdf)
3. Электронно-библиотечная система «IPRBook». ЭБС издательства «IPRBook» [Электронный ресурс]. – URL: <http://iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань». ЭБС издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – URL: <http://e.lanbook.com>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Материал каждой лекции рекомендуется изучать в день ее прочтения лектором, когда она еще не забыта. При этом необходимо использовать конспект и рекомендованную литературу. Использовать литературу необходимо для углубленного изучения материала лекции и для уточнения тех мест, которые в конспекте оказались записаны недостаточно понятно. В конспекте каждой лекции необходимо оставлять чистое место и конспектировать в нем изученную литературу, чтобы при подготовке к текущей, промежуточной или итоговой аттестации можно было повторить всю тему. Лектором в течение всего семестра проводятся консультации по лекционному материалу.

Каждую тему, предусмотренную планом самостоятельной работы, следует изучать самостоятельно в течение отведенных для ее изучения двух недель с помощью рекомендованной литературы. Все возникающие при этом вопросы надо записывать, чтобы получить на них ответы на консультации. По каждой теме для каждой учебной группы лектор проводит консультации в конце ее изучения (один раз в две недели).

К каждой лабораторной работе надо готовиться с помощью конспекта лекций по теме работы, изучения рекомендованной литературы и методических рекомендаций к лабораторным работам. Необходимо подготовить и шаблон отчета, чтобы за время, отведенное для выполнения работы, можно было оформить отчет, защитить и сдать его.

Отчет о лабораторной работе должен содержать следующие элементы:

- номер, название и цель работы;
- чертеж функциональной схемы установки, выполненный карандашом по линейке либо при помощи соответствующей компьютерной программы;
- основные расчетные соотношения;
- таблицы результатов экспериментов, выполненные карандашом по линейке;
- графики экспериментальных зависимостей, полученных при выполнении лабораторной работы;
- выводы, содержащие анализ экспериментальных зависимостей, сравнение результатов, полученных в работе, с данными справочной литературы.

При выполнении лабораторной работы каждому студенту необходимо иметь полностью оформленный отчет о ранее выполненной работе и отчет о выполняемой работе, содержащий все перечисленные элементы (за исключением экспериментальных данных в таблице, графиков, выводов). При несоблюдении указанных требований студент к лабораторной работе не допускается.

Практическая работа студента заключается в решении или выполнении типовых задач и заданий. Каждое решение должно быть оформлено в виде отчета и должно содержать следующие элементы:

- титульный лист;
- начальное данные;
- решение задачи или результат выполненного задания.

В конце семестра при подготовке к аттестации студент должен повторить изученный в семестре материал и в ходе повторения обобщить его, сформировав цельное представление о нем. Следует иметь в виду, что на подготовку к промежуточной аттестации времени бывает очень мало, поэтому начинать эту подготовку надо заранее, не дожидаясь последней недели семестра.

Следует всегда помнить, что залог успеха студента в учебе – планомерная работа в течение всего семестра и своевременное выполнение всех видов работы.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов по темам самостоятельных работ (п.4.3);
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.
- подготовка к защите лабораторных работ, оформление отчета.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», при изучении студентами дисциплины «реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных технологий проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой преподавателя и студента.

Изучение дисциплины предусматривает применение активных форм проведения занятий с целью формирования и развития общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

При проведении самостоятельной работы обучающихся используются следующие информационные технологии:

- доступ в сеть Интернет, обеспечивающий, поиск актуальной научно-методической и научно-технической информации;
- необходимое программное обеспечение для выполнения программы дисциплины, установленное в вузе, а также для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях;

При организации самостоятельной работы студентов используется комплекс учебных и учебно-методических материалов в сетевом доступе (программа, методические пособия, список рекомендуемых источников литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме и вопросы для самоконтроля).

Принятая технология обучения базируется на интерактивной работе в аудитории, когда в процессе лекций, лабораторных и практических занятий, дополняемых самостоятельной работой обучаемых, в том числе и с участием преподавателя, выполняется серия экспресс-заданий, совокупность которых позволяет практически применить полученные знания, развивая компетенции, предусмотренные для данной дисциплины.

Проведение ряда занятий осуществляется с использованием компьютеров и мультимедийных средств, наглядных пособий.

**Перечень лицензионного программного обеспечения:**

- 1) Операционная система Windows XP (лицензия Microsoft DreamSpark Membership ID 700102019);
- 2) Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice (лицензия LGPL-3.0+)
- 3) Свободно распространяемое программное обеспечение для функционального моделирования цифровых устройств фирмы Mentor Graphics - ModelSim® 6.5a.
- 4) Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на ПЛИС фирмы Altera Corporation - Quartus II 10.0.
- 5) Свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования и конфигурирования цифровых устройств на основе микроконтроллеров STM32 - SWB4STM32

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для освоения дисциплины необходимы:

1) для проведения лекционных занятий необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест, соответствующая необходимым противопожарным нормам и санитарно-гигиеническим требованиям;

2) для проведения лабораторных работ необходим компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением:

- Операционная система Windows XP;
- Свободно распространяемый офисный пакеты LibreOffice, SWB4STM32, Mentor Graphics – ModelSim, Quartus II 10.0.

3) образцы отчетов по лабораторным работам;

4) для проведения лекций и практических занятий аудитория должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Программу составили  
к.т.н., доц. кафедры ЭП

Серебряков А. Е.