

Московский физико-технический институт (государственный университет)  
Факультет радиотехники и кибернетики  
Кафедра информатики и вычислительной техники

Магистерская диссертация

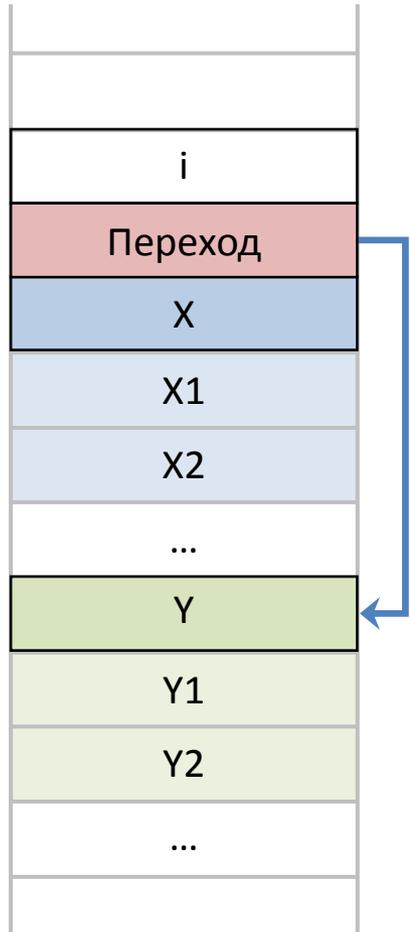
**Устройство предсказания переходов  
для микропроцессора с архитектурой Эльбрус**

Студент: Шабанов Константин, группа 713

Научные руководители: к.т.н. Груздов Ф. А., Волин В. С.

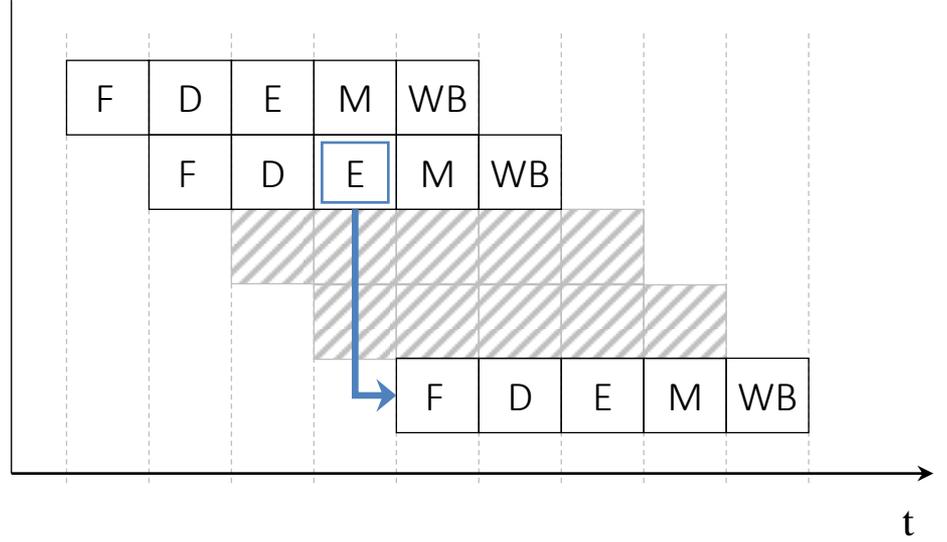
Москва, 2013

# Предсказание переходов снижает негативный эффект конфликтов по управлению



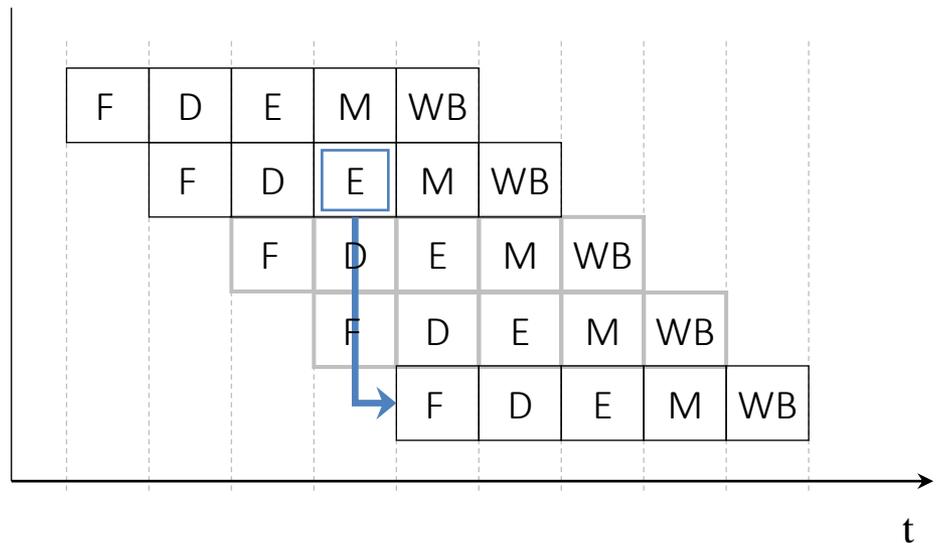
i  
Переход

Y или X

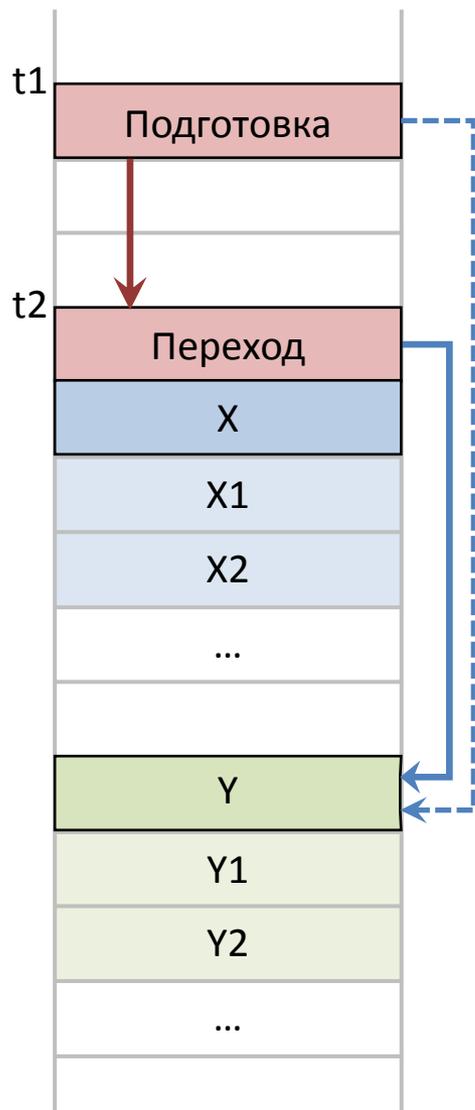


i  
Переход

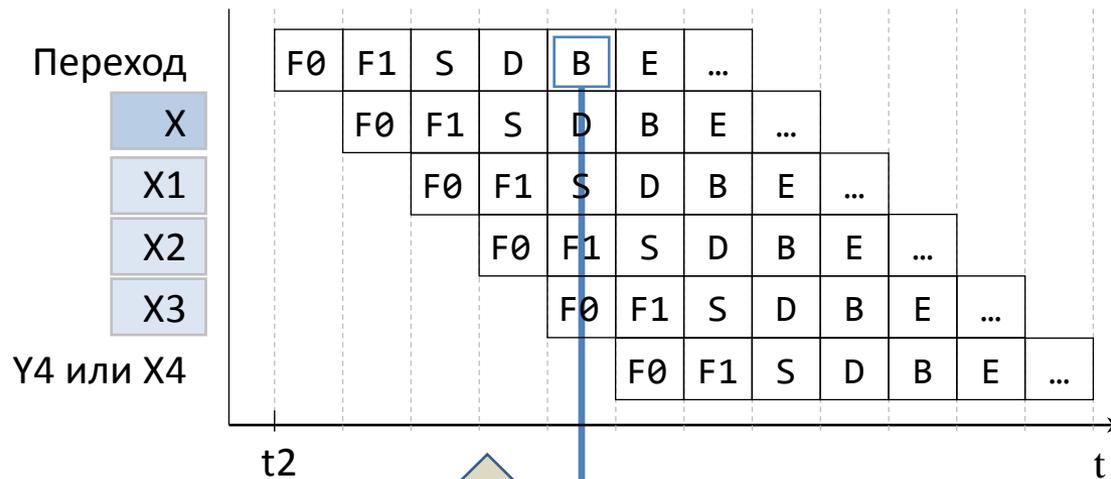
X  
X1  
Y или X2



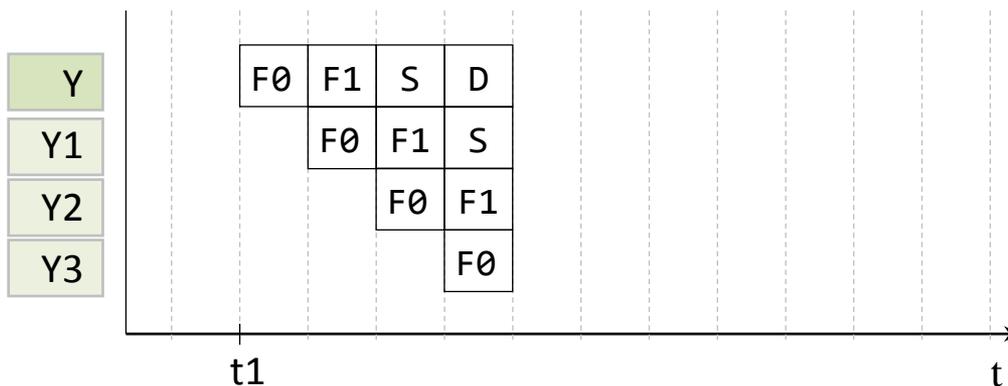
# Текущая структура подкачки в процессорах с архитектурой Эльбрус



## Основной конвейер



## Конвейер подкачки



— Большие затраты по оборудованию и мощности

### Разработать предсказатель переходов, который:

- Соответствует структуре и логике устройства подкачки
- Оставляет совместимость с системой команд
- Способен работать на целевой частоте
- Обладает приемлемой точностью

# В архитектуре Эльбрус структура предсказателя может отличаться от классической

- Для начала подкачки требуется:**
- Информация о переходе
  - Целевой адрес
  - taken / not taken

## Классический случай



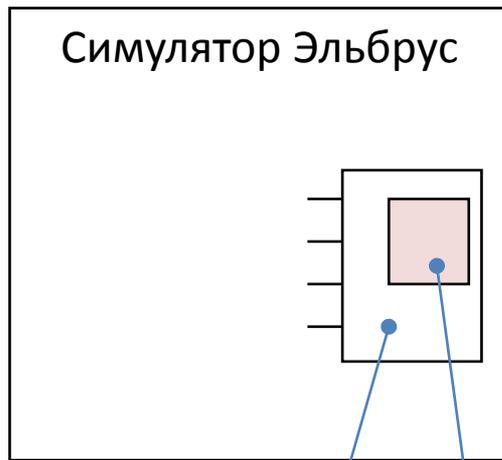
## Случай Эльбрус



# Поиск решения

**Точность – основная характеристика предсказателя переходов**

Проведено моделирование на задачах



Модуль сверки результатов

Программная модель предсказателя

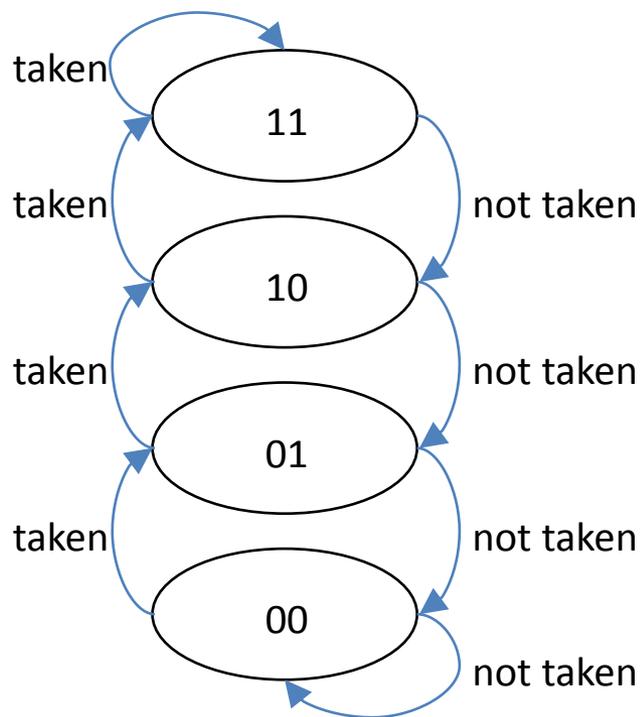
**Точность определяется объемом и вариантом внутренней организации**

Рассмотрена мировая практика применения предсказателей

- Бимодальный
- Gshare
- Комбинированный

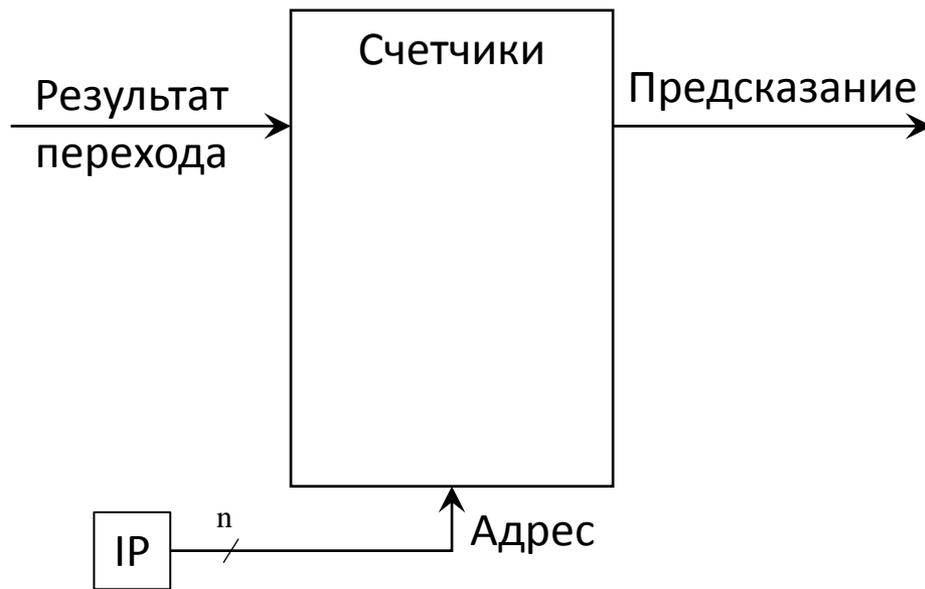
# Основным строительным блоком является двухбитный насыщаемый счетчик

## Насыщаемый счетчик



Значение счетчика	Предсказание
00 ; 01	not taken
10 ; 11	taken

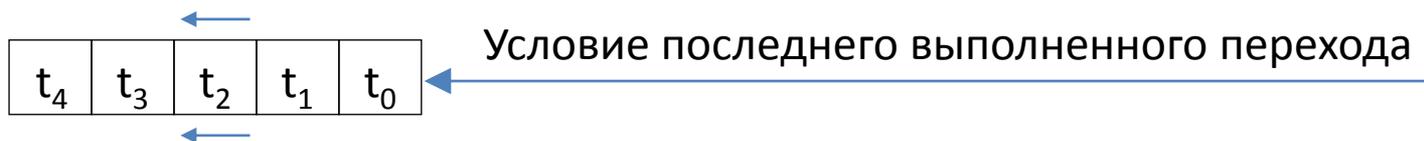
## Схема бимодального предсказателя



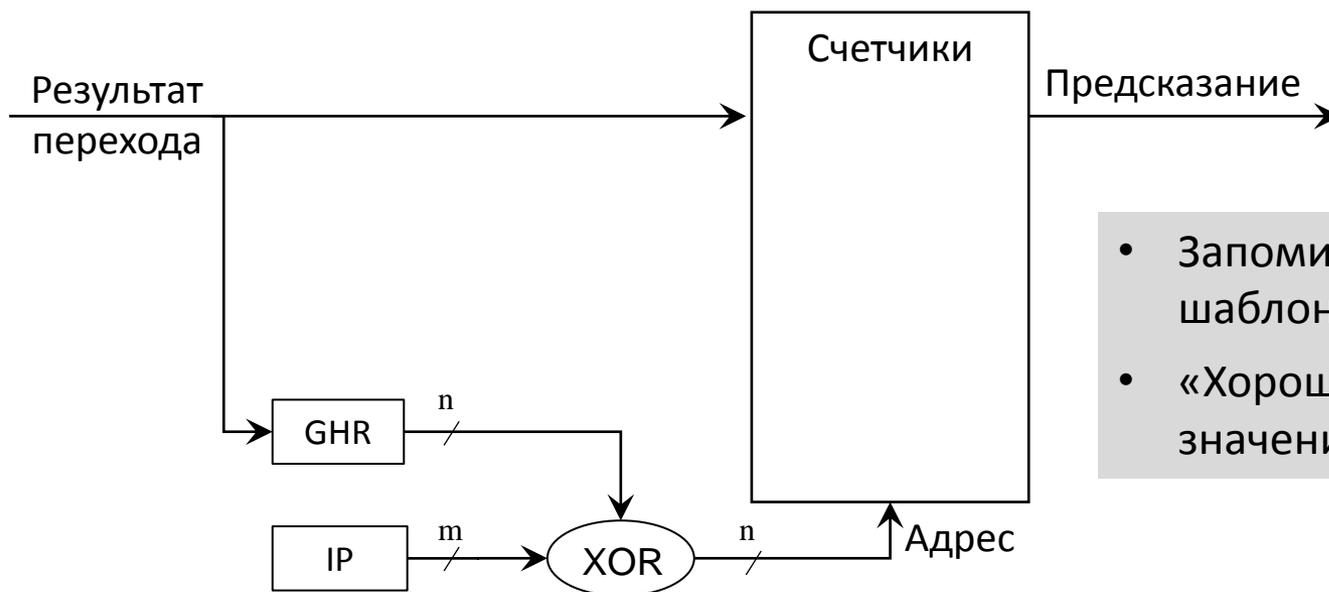
- Быстрое обучение
- Редкие коллизии
- Хорошие показатели при малых размерах

# Использование истории переходов может повысить точность предсказания

## GHR: регистр глобальной истории

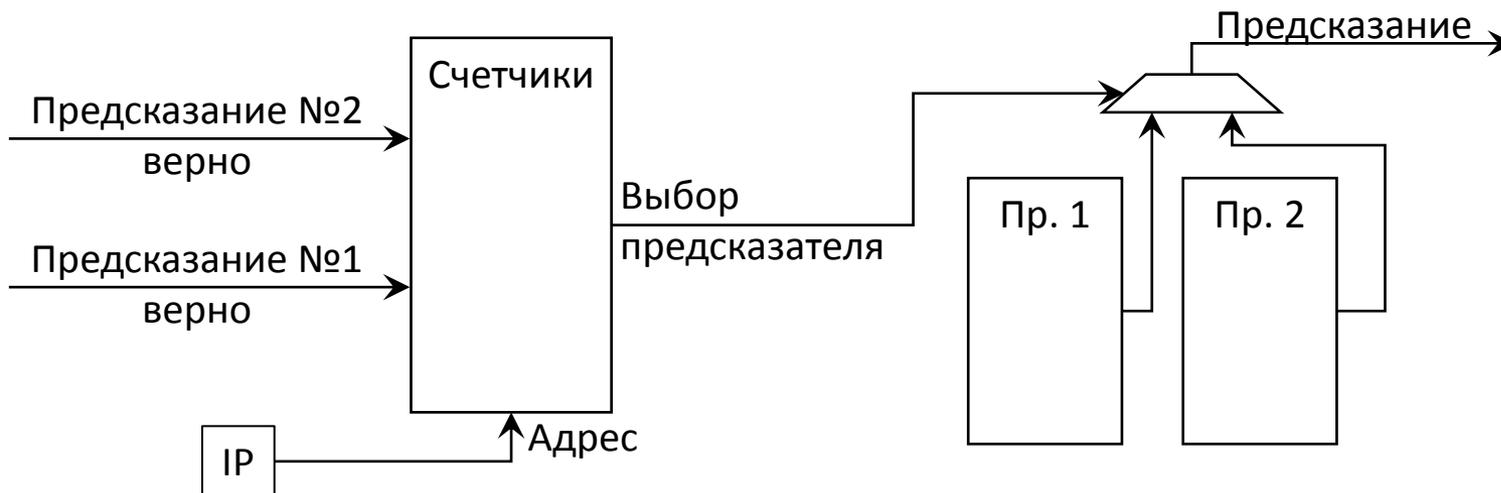


## Схема предсказателя *gshare*

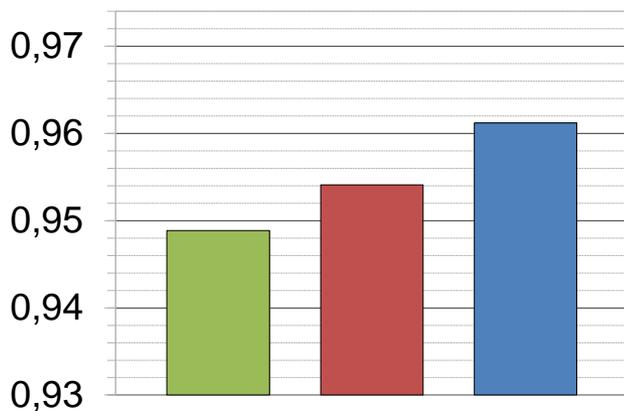


- Запоминание сложных шаблонов
- «Хороший» разброс значений по таблице

## Схема комбинированного предсказателя

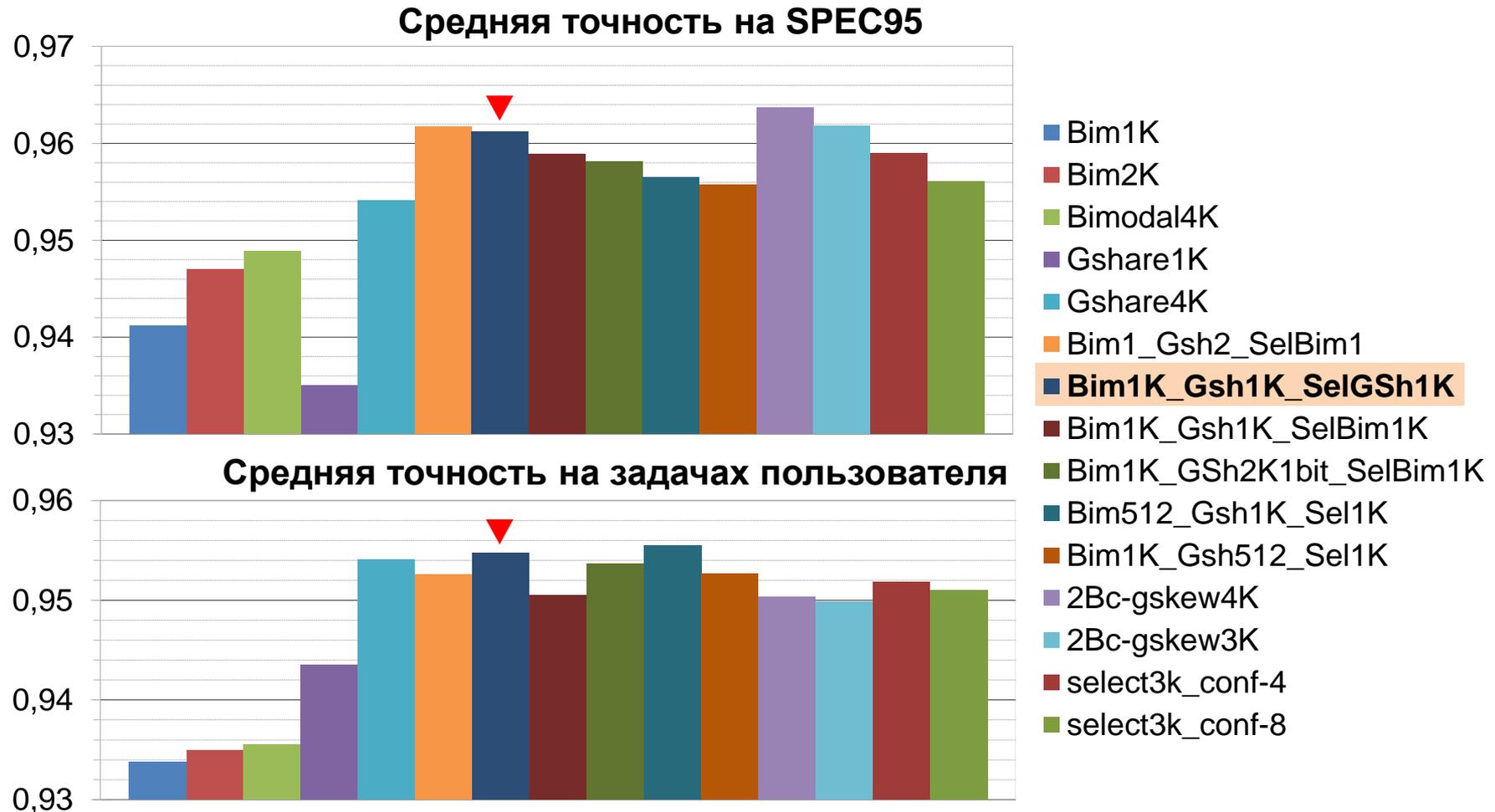


## Средняя точность на тестах SPEC95



- Бимодальный 4к – 94,9%
- gshare 4K – 95,4%
- Комбинированный 3к – 96,1%  
(бим.1к + gsh.1к + сел.1к)

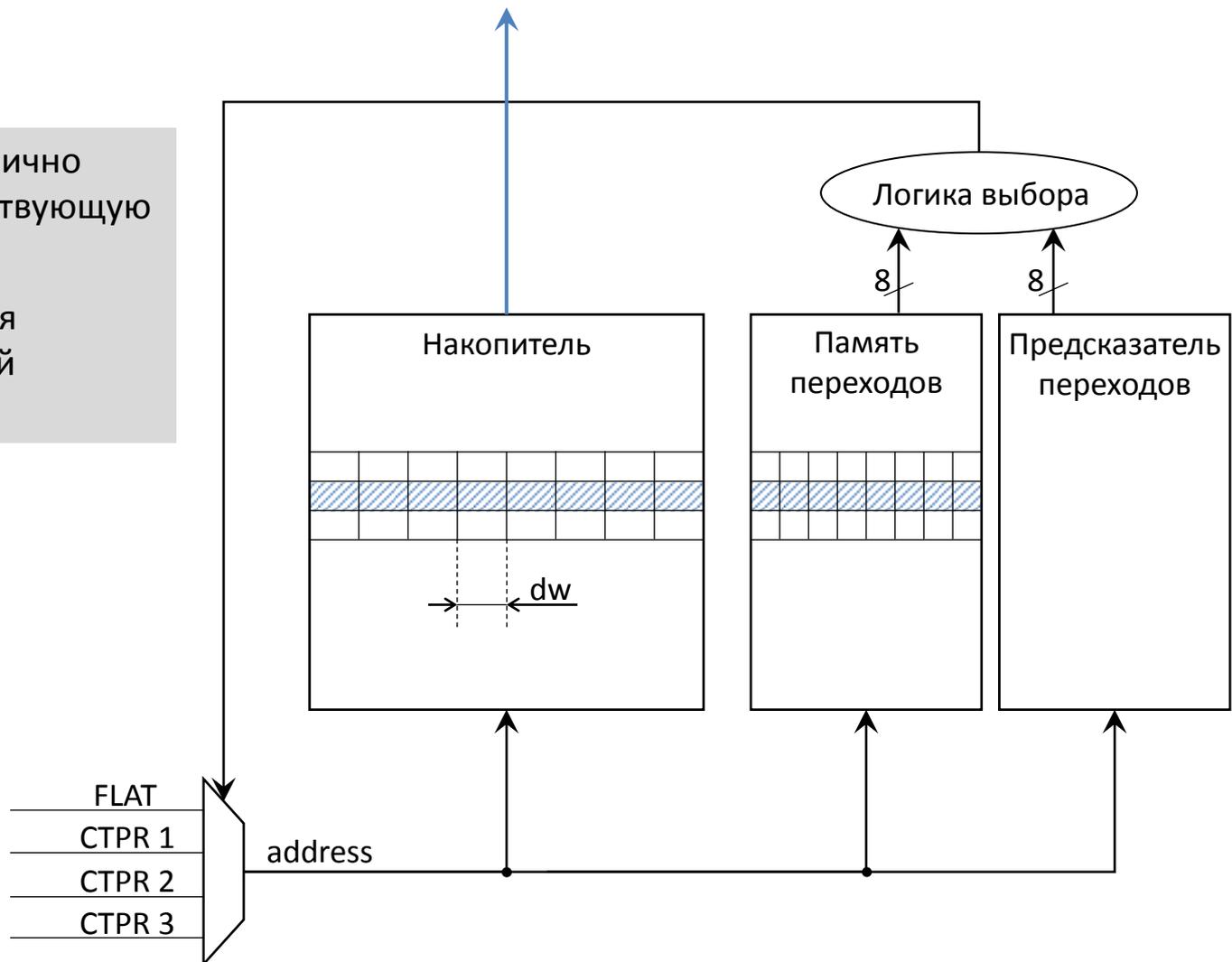
# Моделирование вариантов



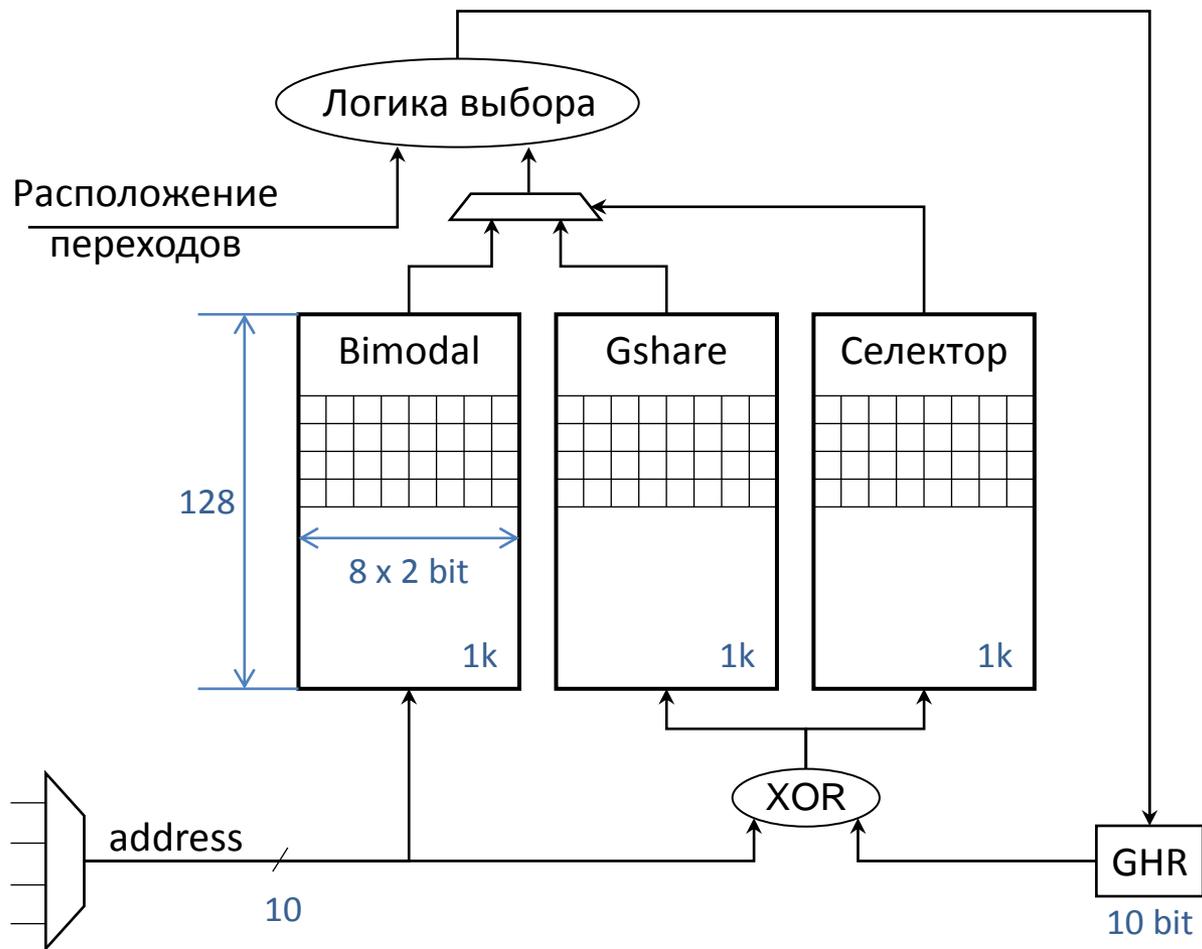
- Высокая точность на разнообразных задачах
- Малая занимаемая площадь в сравнении с конкурентами
- Малое количество логических уровней

# Предсказатель подстраивается под текущую систему подкачки

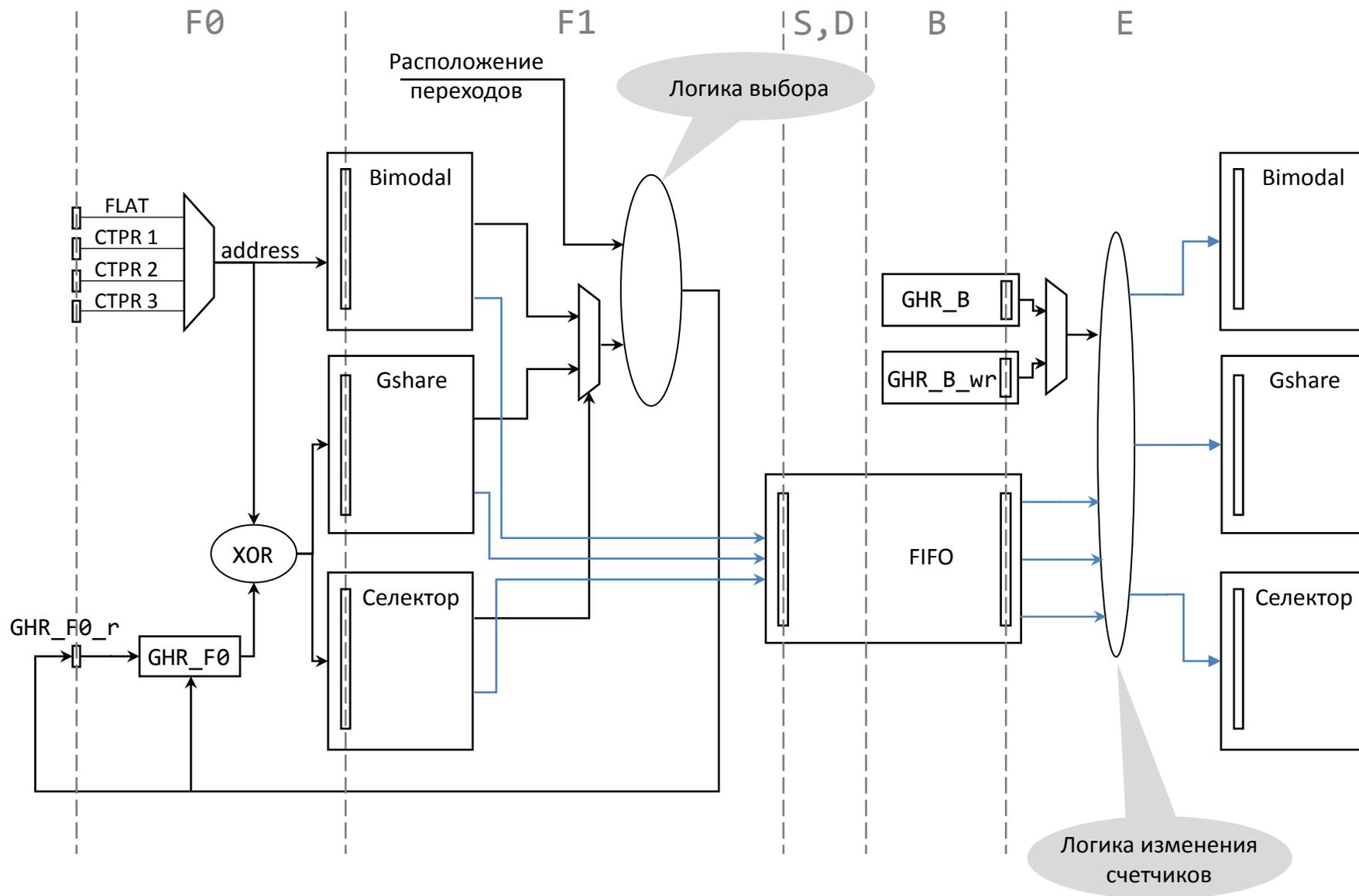
- Предсказатель органично вписывается в существующую структуру
- Работа предсказателя согласуется с работой накопителя



# Внутреннее устройство блока выдачи предсказаний



# Потактовая схема работы предсказателя



### Новый предсказатель переходов

- Органично вписывается в существующую структуру подкачки
- Не нарушает совместимости с набором инструкций
- Предварительный синтез позволяет предполагать достижимость целевой частоты
- Занимаемая площадь –  $0,1\text{мм}^2$
- Точность 95,5% на приложениях пользователя

Спасибо за внимание!

# Приложение 1

## Пакет задач пользователя

Agat	execprfmfile_sim1	Linlst
ALMAZ	execstrfile	lu
APCHO	exectimefile	makeRotate
assign	Fgauss	nnet
bitfield	filter	primes
Dgauss	fpmul	sieve
dijkstra	gostcrypt	strsort
execlogfile	Hanoi	zzz
execprfmfile	kbp	

# Приложение 2

## SPEC95

Benchmark	Reference Time (Sec)	Application Area	Specific Task
099.go	4600	Game playing; artificial intelligence	Plays the game Go against itself.
124.m88ksim	1900	Simulation	Simulates the Motorola 88100 processor running Dhrystone and a memory test program.
126.gcc	1700	Programming & compilation	Compiles pre-processed source into optimized SPARC assembly code.
129.compress	1800	Compression	Compresses large text files (about 16MB) using adaptive Lempel-Ziv coding.
130.li	1900	Language interpreter	Lisp interpreter.
132.jpeg	2400	Imaging	Performs jpeg image compression with various parameters.
134.perl	1900	Shell interpreter	Performs text and numeric manipulations (anagrams/prime number factoring).
147.vortex	2700	Database	Builds and manipulates three interrelated databases.
101.tomcatv	3700	Fluid Dynamics / Geometric Translation	Generation of a two-dimensional boundary-fitted coordinate system around general geometric domains.
102.swim	8600	Weather Prediction	Solves shallow water equations using finite difference approximations. (The only single precision benchmark in CFP95.)
103.su2cor	1400	Quantum Physics	Masses of elementary particles are computed in the Quark-Gluon theory.
104.hydro2d	2400	Astrophysics	Hydrodynamical Navier Stokes equations are used to compute galactic jets.
107.mgrid	2500	Electromagnetism	Calculation of a 3D potential field.
110.applu	2200	Fluid Dynamics/Math	Solves matrix system with pivoting.
125.turb3d	4100	Simulation	Simulates turbulence in a cubic area.
141.apsi	2100	Weather Predication	Calculates statistics on temperature and pollutants in a grid.
145.fpppp	9600	Chemistry	Performs multi-electron derivatives.
146.wave	3000	Electromagnetics	Solve's Maxwell's equations on a cartesian mesh.