



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 1 » « 06 » 2017г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных»  
вычислений на основе ПЛИС»**

<b>Направление подготовки</b>	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
<b>Научная специальность</b>	05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Автоматика и телемеханика (АТ) Прикладная математика (ПМ)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Зачёт: 3	

Пермь 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника;
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 05.13.05 –Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления  
Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры АТ

Протокол от «15» 05 2017г. № 31.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор  
(учёная степень, звание)

(подпись)

Южаков А.А.  
(Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины заслушана и утверждена на заседании кафедры ПМ

Протокол от «20» 05 2017г. № 9.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор  
(учёная степень, звание)

(подпись)

В.П. Первадчук  
(Фамилия И.О.)

Разработчик д-р техн. наук, профессор  
программы (учёная степень, звание)

(подпись)

Тюрин С.Ф.  
(Фамилия И.О.)

Руководитель д-р техн. наук, профессор  
программы (учёная степень, звание)

(подпись)

Тюрин С.Ф.  
(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник УПКВК

(подпись)

Л.А. Свисткова

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области создания энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие **компетенции**:

- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- готовность к совершенствованию методологии теоретического анализа и экспериментального исследования функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик (ПК-1);

**1.2 Задачи учебной дисциплины:**

**• формирование знаний**

- существующих методов обеспечения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления

**• формирование умений**

- разработки новых методов и средств разработки энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС

**• формирование навыков**

-применения методов и средств разработки энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС.

**1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

«Зелёные» вычисления на основе ПЛИС.

**1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» является дисциплиной по выбору учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

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

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

**Знать:**

-физические и технические принципы создания энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления;

**Уметь:**

-создавать и совершенствовать теоретическую и техническую базу средств вычислительной техники и систем управления, обладающих высокими показателями энергоэффективности;

**Владеть:**

-навыками совершенствования и создания принципиально новых энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления.

## 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-3

<b>Код</b> ОПК-3	<b>Формулировка компетенции</b> способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности
---------------------	--

<b>Код</b> ОПК-3 Б1.ДВ.01.3	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> способность к разработке новых методов создания энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
-----------------------------------	--

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> физические и технические принципы создания энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
<b>Уметь:</b> создавать и совершенствовать теоретическую и техническую базу средств вычислительной техники и систем управления, обладающих высокими показателями энергоэффективности	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> навыками совершенствования и создания принципиально новых энергоэффективных элементов и устройства вычислительной техники и систем управления	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

## 2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

<b>Код</b> ПК-1	<b>Формулировка компетенции</b> готовность к совершенствованию методологии теоретического анализа и экспериментального исследования функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик
--------------------	---

<b>Код</b> ПК-1 Б1.ДВ.01.3	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции</b> готовность к совершенствованию методологии теоретического анализа и экспериментального исследования энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
----------------------------------	--

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знать:</b> принципы, методы и средства повышения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	<i>Лекции. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>

<b>Уметь:</b> разрабатывать новые принципы, методы и средства повышения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
<b>Владеть:</b> Навыками оценки энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	
<b>1</b>	Аудиторная работа	32
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
<b>2</b>	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
	Самостоятельная работа (СР)	72
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	
	Форма итогового контроля:	зачёт

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (3 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	8		8			15	<b>23</b>
	2	10		8	2		15	<b>25</b>
<b>Всего по разделу:</b>								
2	3	8		8			20	<b>28</b>
	4	10		8	2		22	<b>32</b>
<b>Всего по разделу:</b>								
<b>Промежуточная аттестация</b>								
<b>Итого:</b>		<b>36</b>		<b>32</b>	<b>4</b>		<b>72</b>	<b>108/3</b>

## 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

### 4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Введение в масштабируемые энерго-надежные вычисления (ПЗ –16 , СР –30 )

Тема 1. Динамическое масштабирование напряжения и частоты синхронизации. Стандарт АСРІ& ІЕЕЕ 1680. Состояния процессора в соответствии с технологией АСРІ. Энергоэффективное проектирование: снижение паразитной емкости, адиабатические схемы, самосинхронные схемы.

Тема 2. Продвижение принципа динамического масштабирования – динамическое масштабирование энергии, логических базисов и времени реализации. Динамическое масштабирование энергии, логических базисов и времени реализации. Концепция энергомодулированного компьютеринга.

Раздел 2. Энергоэффективные отказоустойчивые ПЛИС основанные на «Зеленой» логике. (ПЗ –16 , СР –42)

Тема 3. «Зелёные» ПЛИС технологии. Обзор технологий Зеленых ПЛИС, Разработка ДС-ЛУТ ПЛИС, Разработка ДНФ ПЛИС, Микропрограммно- аппаратный LUT FPGA.

Тема 4. Надёжно-зелёные ПЛИС. Логический элемент LUT с контролем - CLUT FPGA, Отказоустойчивый LUT FPGA, Разработка ячейки конфигурационной памяти SRAM FPGA. Учтвёрённая ячейка SRAM - QSRAM cell. Модифицированный логический элемент МЛУТ ПЛИС для ускорения диагностирования

### 4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

### 4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Моделирование модифицированного LUT для зеленых ПЛИС	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Моделирование отказоустойчивого LUT для зеленых ПЛИС	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3,4	Использование функционально-полного толерантного базиса в зелёных ПЛИС	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

### 4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

#### 4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
Раздел 1	1,2	Влияние трассировки проекта в Quartus II на энергозатраты ПЛИС фирмы Альтера.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
Раздел 2	3,4	Моделирование LUT, вычисляющего две функции одновременно	Творческое задание	Темы творческих заданий

#### 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

#### 6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

#### 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

## 8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.01.3 «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС»	<b>БЛОК 1</b>	
	(цикл дисциплины/блок)	
	*	*
	базовая часть цикла вариативная часть цикла	обязательная по выбору аспиранта
(индекс и полное название дисциплины)		

<b>09.06.01/ 05.13.05</b>	<b>Информатика и вычислительная техника / Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления</b>
код направления / шифр научной специальности	(полные наименования направления подготовки / направленности программы)

2017

Семестр(-ы): 3

(год утверждения учебного плана)

Количество аспирантов: 5

Факультет ЭТФ

Кафедра АТ

тел. +7-952-32-02-510 tyurinsergfeo@yandex.ru  
(контактная информация)

### 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1.	Надежность и диагностика компонентов инфокоммуникационных и информационно-управляющих систем : учебное пособие для вузов / Е. Л. Кон, М. М. Кулагина ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 .— 394 с.	80+ЭБ
2.	Реализация цифровых автоматов в системе Quartus фирмы Altera : лабораторный практикум / С. Ф. Тюрин, А. В. Греков, О.А. Громов ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011 .— 133 с.	30
3.	Тюрин С.Ф. Надёжность систем автоматизации: учеб. пособие. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т .— Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012.-262 с.	5+5 на кафедре+ЭБ
<b>2 Дополнительная литература</b>		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	<i>Угрюмов, Евгений Павлович. Цифровая схемотехника : учебное пособие / Е.П.Угрюмов .— 2-е изд., перераб. и доп. — СПб : БХВ-Петербург, 2007 .— 782 с. : ил. — Прил.: с. 721-730.— Глоссарий: с. 731-755.— Принятые сокр.: с. 756-760.— Библиогр.: с. 761-765.— Предм. указ.: с. 767-782.— ISBN 5-94157-397-9</i>	20
2	<i>С.Ф. Тюрин, М.С. Сторожев. Надежность систем управления: учебно-методическое пособие. /— Пермь: Изд-во Перм. нац. иссл. политех. ун-та, 2014. 79 с.</i>	11+ЭБ+ 5 на кафедре
3.	<i>Вычислительная техника и информационные технологии. Цифровые автоматы и микро-контролеры. Руководство к лабораторным работам в системе PROTEUS 7.2 SP6 : учебно-методическое пособие / С. Ф. Тюрин ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010.— 134 с.</i>	40

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

#### 8.3.1. Лицензионные ресурсы<sup>1</sup>

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. иссл. политехн. ун-т, Науч. б-ка. — Пермь, 2016. — Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». — Санкт-Петербург, 2010-2016. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. иссл. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. — Ann Arbor, 2016. — Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. иссл. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. — Москва, 2003-2016. — Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. иссл. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

#### 8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. — Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. — Санкт-Петербург, 2009-2013. — Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. иссл. политехн. ун-та. — Загл. с экрана.

<sup>1</sup> собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

#### 8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	Mathcad 14 University Classroom	SE14RYMMEV 0002-FLEX	Оценка эффективности устройства
2	Практическое	MATLAB 7,9 Classroom	568405	Схемотехническое моделирование устройства
3	Практическое	QuartusII	Свободно распространяемая для обучения версия фирмы Альтера	Схемотехническое моделирование устройства

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

#### 9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 9.1 Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь (м <sup>2</sup> )	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Дисплейный класс	Кафедра АТ	312	30	9

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2– Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
	ПК Intel Core i3-4160 CPU 3.6 ГГц	9	Оперативное управление	312

**Лист регистрации изменений**

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев

« 1 » « 06 » 2017г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине**  
«Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных»  
вычислений на основе ПЛИС»

<b>Направление подготовки</b>	09.06.01 Информатика и вычислительная техника
<b>Направленность (профиль) программы аспирантуры</b>	Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
<b>Научная специальность</b>	05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель-исследователь
<b>Выпускающая(ие) кафедра(ы)</b>	Автоматика и телемеханика (АТ) Прикладная математика (ПМ)
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 2</b>	<b>Семестр (ы): 3</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
Зачёт:	3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.13.05 - Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры АТ

Протокол от «15» 05 2017г. № 31.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор

(учёная степень, звание)

(подпись)

Южаков А.А.

(Фамилия И.О.)

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры ПМ

Протокол от «26» 05 2017г. № 9.

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор

(учёная степень, звание)

(подпись)

В.П. Первадчук

(Фамилия И.О.)

Разработчик программы д-р техн. наук, профессор

(учёная степень, звание)

(подпись)

Тюрин С.Ф.

(Фамилия И.О.)

Руководитель программы д-р техн. наук, профессор

(учёная степень, звание)

(подпись)

Тюрин С.Ф.

(Фамилия И.О.)

Согласовано:

Начальник управления  
подготовки кадров  
высшей квалификации

(подпись)

(подпись)

Л.А. Свисткова

# 1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

## 1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.3 «Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений на основе ПЛИС» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

**(ОПК-3).** Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

**(ПК-1).** Готовность к совершенствованию методологии теоретического анализа и экспериментального исследования функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик

## 1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине  
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	3 семестр			
	Текущий	Зачёт		
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> физические и технические принципы создания энергоэффективных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	С	ТВ		
<b>3.2</b> принципы, методы и средства повышения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	С	ТВ		
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> создавать и совершенствовать теоретическую и техническую базу средств вычислительной техники и систем управления, обладающих высокими показателями энергоэффективности	ОТЗ	ПЗ		
<b>У.2</b> разрабатывать новые принципы, методы и средства повышения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и	ОТЗ	ПЗ		

систем управления				
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> навыками совершенствования и создания принципиально новых энергоэффективных элементов и устройства вычислительной техники и систем управления	ОТЗ	ПЗ		
<b>В.2</b> Навыками оценки энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления	ОТЗ	ПЗ		

*С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.*

*Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

*Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.*

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр), проводимые с учетом результатов текущего контроля.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.**

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

### **2.1 Текущий контроль**

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

#### **• Собеседование**

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

<b>Уровень освоения</b>	<b>Критерии оценивания уровня освоения учебного материала</b>
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и

	грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

- **Защита отчета о творческом задании**

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> , аспирант ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

## 2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) и кандидатского экзамена (5 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

### Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные

Оценка	Критерии оценивания
	<p>пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незначительно</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

Таблица 5

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **кандидатском экзамене**

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение <b>навыков</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные <b>знания</b> в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое <b>применение</b> полученных знаний и <b>умений</b> при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные <b>знания</b> при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>

Оценка	Критерии оценивания
	При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное <b>умение</b> и <b>применение</b> полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать

необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

#### **4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### **4.1 Типовые творческие задания:**

1. Задание 1. Анализ энергоэффективности выбранного устройства вычислительной техники.
2. Задание 2. Разработка усовершенствованного метода энергосбережения выбранного устройства вычислительной техники.
3. Задание 3. Оценка энергозатрат выбранного устройства вычислительной техники
4. Задание 4. Оценка энергонадёжности выбранного устройства вычислительной техники

##### **4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:**

1. Вопрос. Оптимизация энергопотребления элементов и устройств вычислительной техники и систем управления градиентным методом.
2. Вопрос. Методология теоретических и экспериментальных исследований в области энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
3. Вопрос. Принципы разработки новых методов обеспечения энергоэффективности области элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
4. Вопрос. Принципы разработки новых методов обеспечения энергоэффективности элементов и устройств вычислительной техники и систем управления

##### **4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:**

1. Задание. Применить методологию теоретических и экспериментальных исследований энергоэффективности заданных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
2. Задание. Выполнить масштабирование энергопотребления заданных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления
3. Задание. Усовершенствовать методологию теоретического анализа и экспериментального исследования функционирования заданных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью снижения энергопотребления.

4. Усовершенствовать методологию теоретического анализа и экспериментального исследования функционирования заданных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью масштабирования напряжения питания.

**4.4** Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на кандидатском экзамене по дисциплине:

Перечень контрольных вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления разработан на основе утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации Программы экзамена кандидатского минимума с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

1. Вопрос. Методы снижения энергопотребления устройств реализации систем логических функций в LUT FPGA.
2. Вопрос. Обеспечение энергоэффективности устройств реализации логических функций на основе ДНФ в LUT FPGA.
3. Вопрос. Использование функционально-полного толерантного базиса в зелёных ПЛИС.
4. Вопрос. Влияние трассировки проекта в Quartus II на энергозатраты ПЛИС фирмы Альтера.

**4.5** Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на кандидатском экзамене по дисциплине:

1. Задание. Выполнить расчёт энергоэффективности модифицированного LUT FPGA для реализации систем логических функций в системе Quartus II
2. Задание. Выполнить расчёт энергозатрат модифицированного LUT FPGA для реализации систем логических функций в ДНФ в системе Quartus II
3. Задание. Выполнить расчёт энергопотребления при контроле модифицированного LUT FPGA в системе Quartus II
4. Задание. Выполнить расчёт энергоэффективности модифицированного LUT FPGA с «обратным» диагностированием в СКМ «Малтисим»

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «АТ».

Приложение 1  
Пример типовой формы экзаменационного билета



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФГБОУ ВО «Пермский национальный**  
**исследовательский политехнический**  
**университет» (ПНИПУ)**

**Направление**  
**09.06.01 Информатика и вычислительная**  
**техника**  
**Программа**  
**Элементы и устройства вычислительной**  
**техники и систем управления**  
**Кафедра**  
**Автоматика и телемеханика**

**Дисциплина**

Разработка и исследование методов и средств энергоэффективных «зелёных» вычислений  
на основе ПЛИС

1. Методы обеспечения энергоэффективности ПЛИС типа FPGA. *(контроль знаний)*
2. Оценить энергозатраты заданных элементов и устройств вычислительной техники и систем управления *(контроль умений)*
3. Выполнить расчёт энергозатрат модифицированного LUT FPGA с контролем за счёт использование неактивного поддерева передающих транзисторов в системе Quartus II *(контроль умений и владений)*

Составитель д-р техн. наук, профессор  
(учёная степень, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Тюрин С.Ф.  
(Фамилия И.О.)

Зав. кафедрой д-р техн. наук, профессор  
(учёная степень, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

Южаков А.А.  
(Фамилия И.О.)

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

### Лист регистрации изменений

<b>№ п.п.</b>	<b>Содержание изменения</b>	<b>Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой</b>
1	2	3
1		
2		
3		
4		