Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александ Министерство науки и высшег фобразования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Дата подписания: 05.02.2025 12:02:28

Уникальный программный ключ: «Национальный исследовательский университет

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736**Московоголизицеститут** электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_А.Г. Балашов

» *шиней* 2024 г.

MIT

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Приборно-технологическое моделирование»

Направление подготовки — 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» Направленность (профиль) — «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле»

Программа разработана в Передовой инженерной школе «Средства проектирования и производства электронной компонентной базы»

#### 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**Компетенция ПК-2** «Способен проводить анализ и тестирование характеристик программных продуктов и/или аппаратных средств» сформулирована на основе профессионально стандарта 06.015 «Специалист по информационным системам».

**Обобщенная трудовая функция: D** – «Управление работами по сопровождению и проектами создания (модификации) ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы»

**Трудовая функция: D/16.7** – «Организационное и технологическое обеспечение проектирования и дизайна ИС»

| Подкомпетенции,      | Задачи              | w.  |  |  |
|----------------------|---------------------|---|--|--|
| формируемые в        | профессиональной    | Индикаторы достижения   |  |  |
| дисциплине           | деятельности        | компетенций/подкомпетенций                                    |  |  |
| ПК-2. ПТМ            | - разработка,       | Знать:  |  |  |
| Владеет программными | модернизация,       | - инструменты и методы приборно-                              |  |  |
| средствами TCAD по   | тестирование и      | технологического моделирования и                              |  |  |
| решению задач        | поддержка           | проектирования ИС   |  |  |
| приборно-            | программного        | - методы численного моделирования                             |  |  |
| технологического     | обеспечения         | наноразмерных элементов                                       |  |  |
| моделирования        | приборно-           | интегральных схем.  |  |  |
|                      | технологического    | Уметь:  |  |  |
|                      | моделирования;      | - рассчитывать электрические                                  |  |  |
|                      | - настройка         | характеристики наноразмерных                                  |  |  |
|                      | программного        | КМОП-структур и биполярных                                    |  |  |
|                      | обеспечения         | структур;   |  |  |
|                      | приборно-           | - распределять работы в рамках                                |  |  |
|                      | технологического    | управления работами по  |  |  |
|                      | моделирования, т.е. | сопровождению и проектами создания (модификации) ИС приборно- |  |  |
|                      | внесение изменений  | технологического моделирования.                               |  |  |
|                      | и настройка         |   |  |  |
|                      | существующего       | Опыт: - обеспечения соответствия                              |  |  |
|                      | приложения таким    | проектирования и дизайна                                      |  |  |
|                      | образом, чтобы оно  | интегральных схем в среде приборно-                           |  |  |
|                      | функционировало в   | технологического моделирования                                |  |  |
|                      | рамках              | принятым в проекте технологиям в                              |  |  |
|                      | информационной      | рамках управления работами по                                 |  |  |
|                      | системы заказчика;  | сопровождению и проектами создания                            |  |  |
|                      | - разработка        | (модификации) ИС;   |  |  |
|                      | физических и        | - использования средств приборно-                             |  |  |
|                      | математических      | технологического моделирования для                            |  |  |
|                      | моделей,            | расчета влияния конструкции                                   |  |  |
|                      | компьютерное        | наноразмерных приборов на их                                  |  |  |

| моделирование    | электрические характеристики при    |
|------------------|-------------------------------------|
| исследуемых      | проектировании элементов            |
| физических       | интегральных схем в среде приборно- |
| процессов,       | технологического моделирования      |
| приборов, схем и |                                     |
| устройств,       |                                     |
| относящихся к    |                                     |
| профессиональной |                                     |
| сфере создания   |                                     |
| (модификации) ИС |                                     |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, дисциплина по выбору.

Входные требования к дисциплине — необходимы компетенции в области основ технологии создания электронной компонентной базы, использования компьютерных технологий в научных исследованиях, технического английского языка.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

|      |         | <b>Е Контактная работа</b> |                            |               |                               |                                |                                  |                             |
|------|---------|----------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Kypc | Семестр | Общая трудоёмкос<br>(ЗЕ)   | Общая трудоёмкос<br>(часы) | Лекции (часы) | Лабораторные<br>работы (часы) | Практические<br>занятия (часы) | Самостоятельная<br>работа (часы) | Промежуточная<br>аттестация |
| 2    | 3       | 3                          | 108                        | 16            | 32                            | -                              | 60                               | Зачет                       |

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

|                            | Контактн      | іая работа                    |                                | В                         |                            |  |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--|
| № и наименование<br>модуля | Лекции (часы) | Лабораторные<br>работы (часы) | Практические<br>занятия (часы) | Самостоятельная<br>работа | Формы текущего<br>контроля |  |
| Модуль 1.                  |               |                               |                                | 6                         | Защита ЛР                  |  |
| Алгоритмы и                |               |                               |                                | 4                         | Тестирование               |  |
| методы                     | 8             | 8                             | -                              |                           | Проверка выполнения        |  |
| моделирования              |               |                               |                                | 10                        | части индивидуального      |  |
| технологических            |               |                               |                                |                           | задания                    |  |

|                         | Контакти      | іая работа                    |                                | Б                         |                            |
|-------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| № и наименование модуля | Лекции (часы) | Лабораторные<br>работы (часы) | Практические<br>занятия (часы) | Самостоятельная<br>работа | Формы текущего<br>контроля |
| процессов создания      |               |                               |                                |                           |                            |
| ИС в среде              |               |                               |                                |                           |                            |
| приборно-               |               |                               |                                | 4                         | Рубежный контроль          |
| технологического        |               |                               |                                |                           |                            |
| моделирования           |               |                               |                                |                           |                            |
| Модуль 2.               |               |                               |                                | 6                         | Тестирование               |
| Алгоритмы и             |               |                               |                                | 16                        | Защита ЛР                  |
| методы приборного       | 8             | 24                            | -                              |                           | C                          |
| моделирования при       |               |                               |                                | 14                        | Сдача индивидуального      |
| проектировании ИС       |               |                               |                                |                           | задания                    |

## 4.1. Лекционные занятия

| № модуля | дисциплины<br>№ лекции | Объем занятий (часы) | Краткое содержание   |
|----------|------------------------|----------------------|--|
|          | 1.                     | 2                    | Введение в предмет курса. Роль приборно-технологического моделирования в проектировании интегральных микросхем. Структура пакета TCAD Synopsys.                              |
| 1.       | 2.                     | 4                    | Алгоритмы моделирования и модели основных технологических процессов. Ионная имплантация. Диффузия примесей. Окисление. Травление и осаждение.                                |
|          | 3.                     | 2                    | Алгоритмы и методики проведения исследований средствами TCAD   |
|          | 1.                     | 2                    | Основные задачи и алгоритмы численного приборного моделирования. Базовые уравнения, переменные, граничные условия.   |
| 2.       | 2.                     | 2                    | Модели подвижности, рекомбинации и генерации, используемые при моделировании полупроводниковых приборов. Методики проведения малосигнального анализа.                        |
| 2.       | 3.                     | 2                    | Алгоритм решения одномерного уравнения Пуассона для обратносмещенного n+-p — перехода. Особенности расчета напряжения пробоя p-n-переходов, МДП - и биполярных транзисторов. |
|          | 4.                     | 2                    | Особенности приборного моделирования субмикронных МДП-транзисторов и гетероструктур.   |

# 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

# 4.3. Лабораторные работы

| № модуля | дисциплины | № лабораторной | работы | Объем занятий | (часы)   | Наименование работы  |
|----------|------------|----------------|--------|---------------|--|--|
| 1.       |            | 1.             |        | 4             |  | Одномерное моделирование технологических процессов. Анализ и тестирование программы Sim1D  |
|          |            | 2.             |        | 4             |  | Моделирование технологических процессов в среде TCAD Synopsys.                             |
|          |            | 1.             |        | 4             |  | Алгоритм формирования структуры с использованием программы SDE.                            |
|          |            | 2.             |        | 4             |  | Формирование структуры трехмерного КНИ - МОП - транзистора с использованием программы SDE. |
|          |            | 3.             |        | 4             |  | Приборное моделирование биполярного транзистора с помощью программы SDEVICE.               |
| 2.       |            | 4.             |        | 4             |  | Расчет АЧХ биполярного транзистора с помощью программы SDEVICE.                            |
|          | 5. 4       |                |        |               | Алгоритмы и методики моделирования с использованием интегральной среды SWB пакета TCAD Synopsys. Расчет характеристик МОП – транзистора. |  |
|          |            | 6.             |        | 4             |  | Расчет пробивного напряжения p-n-перехода с плавающими кольцами.                           |

## 4.4. Самостоятельная работа студентов

| № модуля<br>дисциплины | Объем занятий<br>(часы) | Вид СРС                                  |
|------------------------|-------------------------|--|
|                        | 6                       | Подготовка к лабораторным работам        |
| 1.                     | 4                       | Подготовка к тестированию                |
| 1.                     | 10                      | Выполнение части индивидуального задания |
|                        | 4                       | Подготовка к рубежному контролю          |
|                        | 6                       | Подготовка к тестированию                |
| 2.                     | 16                      | Подготовка к лабораторным работам        |
|                        | 14                      | Выполнение индивидуального задания       |

# 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , http://orioks.miet.ru/):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Варианты индивидуальных заданий
- Варианты заданий для зачета.

#### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

- 1 Лабораторный практикум по курсу "Моделирование элементов твердотельной электроники" / Е. А. Артамонова, А. Г. Балашов, А. Ю. Красюков, А. В. Козлов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; под редакцией Т. Ю. Крупкиной. Москва: МИЭТ, 2022. 91 с. Имеется электронная версия издания. б.ц., 100 экз. Текст: непосредственный: электронный.
- 2 Лабораторный практикум по курсу "Моделирование технологических процессов" / Е.А. Артамонова, А.Г. Балашов, А.С. Ключников [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Т.Ю. Крупкиной. М.: МИЭТ, 2018. 108 с. Имеется электронная версия издания. б.ц., 150 экз.
- 3 Лабораторный практикум по курсу "Моделирование в среде TCAD". Ч. 2. Приборнотехнологическое моделирование элементов интегральных схем / Е.А. Артамонова, А.Г. Балашов, А.С. Ключников [и др.]; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ"; Под ред. Т.Ю. Крупкиной. М.: МИЭТ, 2012. 140 с. Имеется электронная версия издания. б.ц., 100 экз.
- 4 Методические указания по выполнению курсового проекта по курсу "Маршруты БИС" / А.Г. Балашов, А.В. Козлов, А.Ю. Красюков, С.А. Поломошнов; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Т.Ю. Крупкиной. М.: МИЭТ, 2010. 48 с. Имеется электронная версия издания. б.ц., 200 экз.
- 5 Лабораторный практикум по курсу "Моделирование в среде TCAD". Ч. 1. Введение в приборно-технологическое моделирование / Е.А. Артамонова, А.Г. Балашов, А.С. Ключников [и др.]; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Т.Ю. Крупкиной. М.: МИЭТ, 2009. 172 с. Имеется электронная версия издания. б.ц., 200 экз.
- 6 Королев М.А. (Автор МИЭТ, ИЭМС). Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 1. Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. 4-е изд., электронное. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2020. 400 с. URL: https://e.lanbook.com/book/151589 (дата обращения: 11.10.2024). ISBN 978-5-00101-814-8.

Королев М.А. (Автор МИЭТ, ИЭМС). Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 2. Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М.А. Королев, др.] [и; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с. - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники". - ISBN 978-5-94774-583-2; 978-5-94774-585-6: 164-45; 265-00, 1000 экз.

#### Нормативная литература

Не требуется

#### Периодические издания

- 1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. : Springer, [2000] . URL: http://link.springer.com/journal/11180 (дата обращения: 11.10.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
- 2. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ЭЛЕКТРОНИКА : научнотехнический журнал / ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МИЭТ". Москва : МИЭТ, 1996 . URL: http://ivuz-e.ru/ (дата обращения: 25.07.2024). Режим доступа: свободный, до текущего года. Переводная версия RUSSIAN MICROELECTRONICS (составной журнал), SEMICONDUCTORS (составной журнал). ISSN 1561-5405 (Print); 2587-9960 (Online). Текст : электронный : непосредственный.
- 3. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES. USA: IEEE, [б.г.]. URL: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16 (дата обращения: 11.10.2024). Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

- 1 IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. USA ; UK, 1998-. URL: <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> (дата обращения : 10.01.2024). Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
- 2 Лань: Электронно-библиотечная система Издательства Лань. СПб., 2011-. URL: https://e.lanbook.com (дата обращения: 10.01.2024). Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ
- 3 Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. Москва, 2013 . URL: https://urait.ru/ (дата обращения : 10.01.2024); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
- 4 eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. Москва, 2000 -. URL: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp (дата обращения: 10.01.2024). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей

#### 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется смешанное обучение, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования онлайн тестирования, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи, социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние** электронные ресурсы в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы в формах:

внешних онлайн-курсов:

1. Онлайн-курс компании Synopsys «Sentaurus Training» (дата обращения: 11.10.2024)

электронных компонентов сервиса youtube (дата обращения: 11.10.2024):

- 1. <u>TCAD Sentaurus Hands-on Tutorial: Linux Environment (youtube.com)</u> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8I8NErvZdo0&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EjgJhum8YlJH4un">https://www.youtube.com/watch?v=8I8NErvZdo0&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EjgJhum8YlJH4un</a>
  - 2. TCAD sde (англ)

 $\underline{https://www.youtube.com/watch?v=e2Lt3y13oMw\&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EigJhum8YlJH4un\&index=3}$ 

3. TCAD SWB (англ)

 $\underline{https://www.youtube.com/watch?v=IE8HSQfvjLA\&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EjgJhum8YlJH4un\&index=8}$ 

4. TCAD svisual (англ)

https://www.youtube.com/watch?v=PHPsyVqsnps&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EjgJhum8YlJH4un&index=12

5. TCAD sdevice (англ)

https://www.youtube.com/watch?v=OjYjAaUU3EA&list=PLnK6MrIqGXsKoQhUE-EjgJhum8YlJH4un&index=4

#### 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы | Перечень программного обеспечения |
|---|---|-----------------------------------|
| Учебная аудитория   | Компьютер с   | Win pro от 7,                     |
|   | мультимедийным  | Microsoft Office Professional     |
|   | оборудованием   | Plus или Open Office,             |
|   |   | браузер (Firefox, Google          |
|   |   | Crome); Acrobat reader DC         |
| Компьютерный класс для  | Компьютерная техника с  | Win pro от 7; QtCreator           |
| лабораторных работ  | возможностью подключения к  | IDE; Microsoft Visual             |
|   | сети «Интернет» и   | Studio; браузер (Firefox,         |
|   | обеспечением доступа в  | Google Chrome);                   |
|   | электронную информационно-  | Acrobat reader DC                 |
|   | образовательную среду   | Операционная система              |
|   | МИЭТ. Рабочие станции.  | Linux, программное                |
|   |   | обеспечение Synopsys              |
| Помещение для   | Компьютерная техника с  | Операционная                      |
| самостоятельной работы  | возможностью подключения к  | система Microsoft Windows         |
|   | сети «Интернет» и   | Microsoft Office                  |
|   | обеспечением доступа в  | браузер                           |
|   | электронную информационно-  | Acrobat reader DC                 |
|   | образовательную среду МИЭТ  |                                   |

## 10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-2. ПТМ: «Владеет программными средствами TCAD по решению задач приборно-технологического моделирования»

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: **HTTP://ORIOKS.MIET.RU**/.

# 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

## 11.1. Особенности организации процесса обучения

Для формирования подкомпетенций и приобретения необходимых знаний, умений и опыта деятельности в рамках изучения данной дисциплины проводятся лекции и лабораторные работы. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Студентам рекомендуется активно пользоваться консультациями

преподавателя: это единственная возможность обучаться индивидуально и выяснить все возникшие вопросы. Кроме этого на консультациях можно защитить лабораторную работу, если не успели на занятии

Материал курса представлен двумя модулями.

В первом модуле рассматриваются алгоритмы и методы моделирования технологических процессов создания ИС в среде приборно-технологического моделирования, в том числе структура пакета приборно-технологического моделирования ТСАD Synopsys, алгоритмы моделирования и модели основных технологических процессов, методики проведения исследований в программной среде TCAD.

Bo втором модуле рассматриваются алгоритмы И методы приборного моделирования при проектировании ИС, в том числе задачи и алгоритмы численного приборного моделирования, базовые уравнения, переменные, граничные условия, используемые физические модели, методики проведения малосигнального анализа, расчета напряжения пробоя, приборного моделирования субмикронных транзисторов и гетероструктур.

Лекции проводятся в каждом модуле. В них оценивается степень усвоения пройденного материала, уровень аргументации своего мнения и владения устной речью. Предварительно преподаватель формулирует вопрос, ответ на который является предметом дискуссии. Для проверки полученных знаний проводится тестирование.

Лабораторные работы содержатся в каждом модуле. Выполнению заданий предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания. По окончанию выполнения каждого задания проводится обсуждение и защита результатов выполнения с каждым студентом. В заданиях присутствуют разделы, в которых нет четких инструкций их выполнения, что требует от студентов самостоятельного решения (выбора способов выполнения работы в литературных источниках).

Посещение лекций и лабораторных работ является обязательным.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные работы по тематике лабораторных работ (проектные задания). Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудиториях для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы нацелены на формирование необходимого опыта практической деятельности и включают в себя построение маршрута в программной среде TCAD для выполнения расчета электрических характеристик наноразмерных КМОП и биполярных структур и проведение моделирования, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально. Защита результатов выполнения самостоятельных индивидуальных работ (проектных заданий) проводится путем публичного представления результатов на зачетном занятии в форме доклада (5-7 мин.) и ответов на вопросы. Доклад сопровождается презентацией. Комиссия для оценивания представленных результатов при проведении зачета формируется с участием специалистов профильных предприятий по данному направлению.

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а так же написании выпускных

квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

#### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 70 баллов) и сдача зачета (30 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в OPИOКС// URL: <a href="http://orioks.miet.ru/">http://orioks.miet.ru/</a>.

## РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института ИнЭл, д.т.н.

У /Т.Ю. Крупкина/
/А.Ю. Красюков/

Доцент Института ИнЭл, к.т.н.

Рабочая программа дисциплины «Приборно-технологическое моделирование» направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная направленность (профиль) «Программные средства САПР сверхбольших интегральных схем и систем на кристалле» разработана в Институте ИнЭл и утверждена на заседании Ученого совета Института ИнЭл 06 09 2024 года, протокол № 🕹 /В.В. Лосев/ Директор Института ИнЭл ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ Рабочая программа согласована с Передовой инженерной школой Директор ПИШ /А.Л. Переверзев / Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества Начальник АНОК /И.М. Никулина / Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

12

18 /kap= gree 4.0)

/Т.П. Филиппова/