

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

Передовая инженерная школа

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол №13 от 30.11.2022

Рабочая программа дисциплины

**Информационные технологии в проектировании и автоматизации
производства изделий микроэлектроники**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

090303«Прикладная информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

«Проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Б1.В.ДВ.04.02 «Информационные технологии в проектировании и автоматизации производства изделий микроэлектроники» относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-13 <i>Способен осуществлять моделирование, анализ и оптимизацию радиоэлектронных средств на этапах их схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования</i>	ПК-13.1. Демонстрирует знание основных понятий, связанных с моделированием, анализом и оптимизацией объектов схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования.	Знает основные понятия, связанные с задачами конструкторско-технологического проектирования и распределения производственных ресурсов при автоматизации производства изделий микроэлектроники.	<i>Контрольные вопросы Практические задания</i>
	ПК-13.2. Демонстрирует умение построить математическую модель проектируемого объекта, поставить и решить на ней оптимизационную задачу.	Умеет построить математическую модель объекта исследования.	
	ПК-13.3. Имеет опыт схемотехнического и конструкторско-технологического проектирования конкретных аналоговых и цифровых устройств микроэлектронной аппаратуры.	Владет методами решения задач конструкторско-технологического проектирования и распределения производственных ресурсов.	
ПК-14 <i>Способен применять современные информационные технологии и инструментальные программные средства автоматизации проектирования и</i>	ПК-14.1. Демонстрирует знание современных информационных технологий и инструментальных программных средств автоматизации проектирования и производства интегральных микросхем.	Знает современные технологии конструкторско-технологического проектирования и автоматизации производства интегральных микросхем.	

производства интегральных микросхем	ПК-14.2. Демонстрирует умение применять современные информационные технологии и инструментальные программные средства для автоматизации процессов проектирования и производства интегральных микросхем.	Умеет применять современные технологии конструкторско-технологического проектирования и автоматизации производства интегральных микросхем.	
	ПК-14.3. Имеет опыт проектирования и распределения ресурсов производства конкретных микросхем с использованием современных информационных технологий и инструментальных программных средств САПР.	Владеет современными методами конструкторско-технологического проектирования и распределения ресурсов производства интегральных микросхем.	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия лабораторного типа	16
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работ обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Модели и методы производственного планирования изделий микроэлектроники Задачи производственного планирования. Методология задач производственного	51	8		8	16	35

планирования. Уровни планирования – объемное планирование, объемно-календарное планирование, сменно-суточное планирование. Модели объемного планирования. Модели объемно-календарного планирования. Модели сменно-суточного планирования. Точные и приближенные методы в задачах производственного планирования.						
Модели и методы физического проектирования изделий микроэлектроники Маршруты и этапы физического проектирования изделий микроэлектроники. Задачи проектирования. Модели, задачи и алгоритмы компоновки изделий микроэлектроники. Модели, задачи и алгоритмы планирования кристалла. Модели глобального и детального размещения компонент. Алгоритмы размещения компонент. Фазы трассировки. Модели глобальной и детальной трассировки цепей. Алгоритмы трассировки цепей.	56	8		8	16	40
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	108	16		16	33	75

Занятия лабораторного типа организуются, в том числе в форме практической подготовки.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие знаний, умений и навыков применения современных информационных технологий, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельно выполняются исследовательские работы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				

компетенции)							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Критерий оценивания ответов на типовые контрольные вопросы для собеседования и вопросы к зачету

Результаты ответа	Оценка
Студент дал развернутый ответ на все вопросы.	зачтено
Студент ответил только на часть вопросов или дал неразвернутый ответ на все вопросы.	не зачтено

Критерий оценивания практических заданий (лабораторных работ)

Результаты работы	Оценка
Все практические задания (лабораторные работы) выполнены в полном объеме и в срок. Описание всех этапов выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.	зачтено
Выполнены не все практические задания (лабораторные работы) или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).	не зачтено

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
Модели и методы производственного планирования изделий микроэлектроники <ol style="list-style-type: none"> 1. Исходные, варьируемые параметры и ограничения математической модели объемного планирования. 2. Исходные, варьируемые параметры и ограничения математической модели объемно-календарного планирования. 3. Исходные, варьируемые параметры и ограничения математической модели сменно-суточного планирования 4. Исследование математической модели объемного планирования, основанное на проверке на совместность систем линейных двусторонних алгебраических неравенств транспортного типа. 5. Исследование математической модели объемно-календарного планирования, основанное на применении принципа оптимальности динамического программирования. 6. Исследование математической модели сменно-суточного планирования, основанное на применении методов распределения ресурсов в канонических сетевых структурах. 7. Критерии, формализующие постановку задачи объемного планирования. 8. Критерии, формализующие постановку задачи объемно-календарного планирования 9. Критерии, формализующие постановку задачи сменно-суточного планирования. 10. Алгоритмы решения задачи объемного планирования. 11. Алгоритмы решения задачи объемно-календарного планирования. 12. Алгоритмы решения задачи сменно-суточного планирования. 	<i>ПК-13</i>
Модели и методы физического проектирования изделий микроэлектроники <ol style="list-style-type: none"> 1. Маршруты и этапы физического проектирования изделий микроэлектроники. Задачи проектирования. 2. Модели, задачи и алгоритмы компоновки изделий микроэлектроники. Модели, задачи и алгоритмы планирования кристалла. 3. Модели глобального и детального размещения компонент. 4. Алгоритмы размещения компонент. 5. Фазы трассировки. 6. Модели глобальной и детальной трассировки цепей. 7. Алгоритмы трассировки цепей. 	<i>ПК-14</i>

Лабораторные работы (выполняются как на базе кафедры ИАНИ ННГУ, так и на базе индустриального партнера НИИИС им. Ю.Е.Седакова)

Модели и методы производственного планирования изделий микроэлектроники

Лабораторная работа 1. Решение задачи объемного планирования

Лабораторная работа 2. Решение задачи объемно-календарного планирования

Модели и методы физического проектирования изделий микроэлектроники

Лабораторная работа 1. Многоуровневые алгоритмы компоновки интегральных схем.

Лабораторная работа 2. Многоуровневые алгоритмы размещения компонент интегральных схем.

Лабораторная работа 3. Многоуровневые алгоритмы трассировки цепей интегральных схем.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Прилуцкий, М.Х. Многокритериальное распределение однородного ресурса в иерархических системах / М.Х. Прилуцкий // Автоматика и телемеханика. – 1996. – №2. – С. 24-29.
2. Прилуцкий М.Х. Распределение однородного ресурса в иерархических системах древовидной структуры. Труды международной конференции "Идентификация систем и задачи управления SICPRO 2000". Москва, 26-28 сентября 2000г. Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН. М.: Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, 2000, с.2038-2049.
3. Афраймович Л.Г., Прилуцкий М.Х. Многоиндексные задачи распределения ресурсов в иерархических системах//Автоматика и телемеханика, 2006,№6, с.194-205.
4. Прилуцкий М.Х. Многокритериальные многоиндексные задачи объёмно-календарного планирования.// Известия академии наук. Теория и системы управления, 2007, №1, с. 78-82.
5. Афраймович Л.Г., Прилуцкий М.Х. Многоиндексные задачи оптимального планирования производства //Автоматика и телемеханика, 2010,№10, с.148-155 (Automation and Remote Control, 2010, Vol. 71, № 10, pp. 2145-2151)
6. Прилуцкий, М.Х. Задачи оптимального планирования как задачи распределения ресурсов в сетевых канонических структурах / М.Х. Прилуцкий, В.С. Власов, О.В. Кривошеев // Информационные технологии. – 2017. – Т. 23. – № 9. – С. 650-657.
7. Старостин Н.В., Филимонов А.В. Аспекты программной реализации гиперграфов/ Информационные технологии. 2000. Т. 56. № 1. С. 80.
8. Старостин Н.В., Балашов В.В. Использование гиперграфов для решения задач ортогональной трассировки больших интегральных схем с нерегулярной структурой/ Радиотехника и электроника. 2008. Т. 53. № 5. С. 618-623
9. Starostin N.V., Bykova M.A., Nebaikin S.V. Multilevel procedure for decomposition and mapping graphs/ В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. С. 32017.
10. Glazunova E., Deulin A., Kulikov M., Starostin N., Filimonov A. Multidimensional interpolation methods in simulation planning for modeling/ Communications in Computer and Information Science 2021. Т. 1413. С. 376-388.
11. Vlasov S.E., Starostin N.V., Timofeev A.E. Planning algorithms in the decision-making support systems for logistic problems / Lecture Notes in Electrical Engineering. 2021. Т. 729 LNEE. С. 131-142.

б) дополнительная литература

1. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. М.: МГУ им.М.В.Ломоносова, 2011,222с.
2. Раскин, Л.Г. Многоиндексные задачи линейного программирования (теория, методы, приложения) / Л.Г. Раскин, И.О. Кириченко. – М.: Радио и связь, 1982. – 240 с.

3. Стори, А.Е. Опыт применения целочисленного программирования при расчете календарного плана для предприятий единичного и мелкосерийного производства / А.Е. Стори, Х.М. Вагнер // Календарное планирование – М.:Прогресс, 1966, – с. 241-256.
4. Танаев, В.С. Теория расписаний. Одностадийные системы / В.С. Танаев, В.С. Гордон, Я.М. Шафранский. – М.: Наука, 1984.- 384 с.
5. Танаев, В.С. Теория расписаний. Многостадийные системы/ В.С. Танаев, Ю.Н. Сотсков, В.А. Струевич. – М.: Наука, 1989. – 328 с.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для лабораторных работ в ННГУ оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для лабораторных работ в НИИИС им. Ю.Е.Седакова оснащены специальными стендами, обеспечивающими проведение лабораторных работ по тематике курса.

Специальное образовательное пространство «Учебно-лабораторный интерактивный комплекс "Суперкомпьютерное моделирование, проектирование и автоматизация производства изделий микроэлектроники", для проведения лабораторных и практических занятий, предусмотренных программой, оснащенное

- высокопроизводительной вычислительной системой: программно-аппаратным комплексом «Логос» (коммерческая лицензия);
- учебный класс с 15 персональными компьютерами с установленным специализированным прикладным программным обеспечением: программный комплекс инженерного назначения Логос (академическая лицензия);
- сетевым оборудованием для доступа к высокопроизводительному ПАК «Логос»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Специальное образовательное пространство «Инженерный анализ, моделирование и проектирование электронных устройств и двух учебных классов, для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы, предусмотренных программой, оснащенное

- 2 учебных класса по 9 персональных компьютеров с установленным специализированным прикладным программным обеспечением (академические лицензии): ПО Логос Аэро-Гидро, ПО Логос-Прочность, ПО Логос-Препост, ПО Логос-Платформа;
- сетевым оборудованием для обеспечения инженерных расчетов с рабочих мест на удаленных высокопроизводительных ресурсах, каналом доступа к высокопроизводительным вычислительным системам: вычислительный центр РФЯЦ-ВНИИЭФ, суперкомпьютер «Лобачевский»;
- офисное и мультимедийное оборудование, включая оборудование для представления презентаций и организации видеоконференцсвязи, специализированная мебель.

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС ННГУ по направлению подготовки **09.03.03 «Прикладная информатика»**.

Авторы

профессор Прилуцкий М.Х.

профессор Афраймович Л.Г.

профессор Старостин Н.В.

Рецензент профессор Федосенко Ю.С.

Руководитель отделения ПИШ профессор М.Х.Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

01.07.2023 протокол №9