

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 от
31.05.2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

***Имитационное моделирование
динамического поведения***

(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

«Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ»

(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 « <i>Имитационное моделирование динамического поведения</i> » 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-15. Способен самостоятельно анализировать поставленную задачу, выбирать корректные методы её решения, применять математически сложные алгоритмы в современных специализированных программных комплексах суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения, реализовывать в них новые алгоритмы	ПК-15.1. Демонстрирует знание теоретических основ и методологию построения решений фундаментальных задач механики, основы информационных технологий, в том числе суперкомпьютерных технологий. ПК-15.2. Демонстрирует умение самостоятельно осуществлять анализ и выбор методов и алгоритмов решения задач профессиональной деятельности. ПК-15.3. Имеет опыт решения задач механики в соответствии с выбранным методом и построенным алгоритмом с использованием современных программных комплексов суперкомпьютерного	Знать: теоретические основы и методы построения решений основных задач механики и основ информационных технологий, включая суперкомпьютерные технологии. Уметь самостоятельно анализировать и выбирать методы и алгоритмы решения профессиональных задач. Владеть методами решения задач механики для инженерных целей с использованием современных программ суперкомпьютерного моделирования в соответствии с выбранными методами и построенными алгоритмами.	Контрольные вопросы Лабораторные работы

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**	
	моделирования инженерного назначения.		
ПК-16. <i>Имеет опыт самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов суперкомпьютерного моделирования инженерных задач</i>	ПК-16.1. <i>Демонстрирует знание особенностей поиска научно-технической информации в различных источниках, методов и технологий её обработки и анализа, а также способов представления.</i> ПК-16.2. <i>Демонстрирует умение самостоятельно организовать целенаправленный поиск информации в различных источниках, выбирать методы и технологии её обработки, анализа и представления, исходя из поставленной задачи на основе программных комплексов суперкомпьютерного моделирования инженерного назначения.</i> ПК-16.3. <i>Имеет опыт поиска и анализа научно-технической информации в различных источниках для решения стандартных профессиональных задач, а также опыт публичного представления научных результатов.</i>	Знать: особенности поиска научно-технической информации из различных источников, методов и приемов ее обработки и анализа, а также методов представления. Уметь самостоятельно организовывать поиск информации из различных источников, обрабатывать, анализировать и выбирать методы и приемы представления, исходя из поставленных задач, на базе программ суперкомпьютерного моделирования для технических целей. Иметь практический опыт поиска, подбора и анализа научно-технической информации из различных источников для решения поставленных задач и представления полученных результатов.	Контрольные вопросы Лабораторные работы

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	
<p>Модели и методы производственного планирования изделий микроэлектроники</p> <p>Задачи производственного планирования. Методология задач производственного 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.</p>	51	8		8	16	35
<p>Модели и методы физического проектирования изделий микроэлектроники</p> <p>Маршруты и этапы физического проектирования изделий микроэлектроники. Задачи проектирования. Модели, задачи и алгоритмы компоновки изделий</p>	56	8		8	16	40

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.						
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 компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа	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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающег ося от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы 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 обучающег ося 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.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Роль ИДМ в решении социально-экономических и технических задач.	ПК-16
2. Основные понятия и определения, используемые при построении ИДМ.	ПК-16
3. Диаграмма потоков и уровней: ее структура и назначение.	ПК-16
4. Контур положительной обратной связи: аналитическое описание, изменения потоков и уровней.	ПК-15
5. Система с отрицательной обратной связью: аналитическое и графическое описание, поведение во времени.	ПК-15
6. Контур отрицательной обратной связи – поведение при возмущениях.	ПК-15

7. Структура S-образного роста: описание и поведение во времени.	ПК-15
8. Моделирование элементов запаздывания различных порядков.	ПК-15
9. Уравнения, описывающие ИДМ при обратном моделировании систем с положительной обратной связью.	ПК-15
10. Описание ИДМ при обратном моделировании систем с отрицательной обратной связью.	ПК-15
11. Обратное моделирование: критерии устойчивости модели, их зависимости от шага моделирования.	ПК-15
12. Процесс построения ИДМ систем управления.	ПК-15
13. Решение статических задач хозяйственной деятельности с помощью ИДМ.	ПК-15
14. Использование ИДМ для решения ситуационных экономических задач, роль «спящих» алгоритмов.	ПК-15
15. ИДМ взаимодействия природы и общества.	ПК-15
16. Гипотезы, используемые при моделировании задач глобальной экономики.	ПК-15
17. Формирование модели отношений природы и общества: положительных, отрицательных обратных связей, входных воздействий.	ПК-15
18. Использование ИДМ взаимодействия природы и общества, пределы развития и их природа.	ПК-15
19. Динамические объекты в технике и рекуррентные уравнения для их описания.	ПК-15
20. Составление разностных уравнений, их соотношение с моделями на языке ДИНАМО.	ПК-15
21. Построение динамических моделей технических объектов и их использование.	ПК-15
22. Стандартные входные сигналы для ИДМ, их описание и использование.	ПК-15
23. Передаточные функции динамических систем.	ПК-15
24. Схемы переменных состояния.	ПК-15
25. Расширенная переходная матрица системы, способы ее определения.	ПК-15
26. Использование схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы.	ПК-15
27. Этапы применения схем переменных состояния для определения переходной матрицы системы.	ПК-15
28. Способы построения схем переменных состояния.	ПК-15
29. Назначение и сущность модального управления.	ПК-15
30. Структура модального регулятора.	ПК-15
31. Определение коэффициентов модального регулятора на основании передаточной функции объекта управления.	ПК-15
32. Наблюдающие устройства и их использование в управлении.	ПК-15

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

Лабораторная работа 3. Решение задачи сменно-суточного 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 объемно-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. T. 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. T. 729 LNEE. С. 131-142.

б) дополнительная литература

1. Теория расписаний и вычислительные машины / под ред. Э. Г. Коффмана ; пер. с англ. В. М. Амочкина ; под ред. Б. А. Головкина. - М. : Наука, 1984. - 334 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=64651&idb=0>
2. Танаев, В.С. Теория расписаний. Одностадийные системы / В.С. Танаев, В.С. Гордон, Я.М. Шафранский. – М.: Наука, 1984.- 384 с. <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=62544&idb=0>
3. Танаев, В.С. Теория расписаний : многостадийн. системы. - М. : Наука, 1989. - 327, [1] с. : ил <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=65949&idb=0>

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 ОС 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 профессор М.Х.Прилуцкий

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

31.05.2023 г. протокол №7