

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 (модуля)**

**Моделирование информационных  
процессов и систем**

---

(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)

Квалификация (степень)

Бакалавр

---

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

---

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) 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)<br>Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.12 «Моделирование информационных процессов и систем» 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**   |                                  |
| <b>ПК-4.</b> Способен проводить исследование и описание процессов принятия решений в конкретной предметной (проблемной) области с применением современных информационных технологий, в том числе основанных на моделях и методах искусственного интеллекта | <b>ПК-4.1.</b><br>Демонстрирует знание современных моделей и методов интеллектуальной поддержки процессов принятия решений.  | Моделировать функционирование систем массового обслуживания. Составлять программы на языке имитационного моделирования GPSS. Расшифровывать статистические результаты работы программ. Строить сети Петри для условно – событийных систем. Решать задачу покрываемости и достижимости с использованием покрывающего дерева.   | собеседование                    |
|  | <b>ПК-4.2.</b><br>Демонстрирует умение применять системный подход к исследованию и описанию предметной (проблемной) области, формированию требований к ИС (ИИС) с учетом возможностей интеллектуальных технологий. | Описание стандартов моделирования. Языки имитационного моделирования. Динамические элементы моделей сложных систем. Транзакты. Блоки имитационных моделей. Ввод и удаление транзактов из моделей. Моделирование обслуживающих приборов. Цепи текущих и будущих событий и их функционирование. Моделирование многоканальных устройств. Моделирование систем с равномерным поступлением транзактов. Моделирование систем с неравномерным поступлением транзактов. Моделирование систем с поступлением транзактов по нормальному закону. | собеседование                    |

|  |  |  |                             |
|--|--|--|-----------------------------|
|  |  | <p>Моделирование систем с поступлением транзактов по Пуассоновскому закону. Моделирование систем с обратной связью. Стандартные числовые атрибуты и их использование при моделировании. Системные числовые атрибуты и их использование при моделировании. Сбор и анализ статистики при имитационном моделировании.</p>   |                             |
|  | <p><b>ПК-4.3.</b> <i>Имеет практический опыт исследования и описания конкретной предметной области, разработки технического задания, эскизного и технического проектов ИС (ИИС).</i></p> | <p>Владеть языком имитационного моделирования, знать принципы построения и функционирования программ, основные блоки и команды. Владеть графическими способами анализа сетей Петри. Владеть методикой построения дерева достижимости.</p>  | <p><i>задачи</i></p>        |
| <p><b>ПК-5.</b> <i>Способен проектировать интеллектуальные ИС (ИИС) по видам обеспечения</i></p> | <p><b>ПК-5.1.</b> <i>Демонстрирует знание современных технологий проектирования ИИС.</i></p>   | <p>Знать области применения имитационного моделирования и аппарата сетей Петри; методику перехода к имитационной модели и графу сети Петри.</p>  | <p><i>собеседование</i></p> |
|  | <p><b>ПК-5.2.</b> <i>Демонстрирует умение проектировать архитектуру ИИС по видам обеспечения.</i></p>  | <p>Основные понятия сетей Петри. Граф сети Петри, маркировка, правила выполнения. События и условия, одновременность и конфликт. Анализ сетей Петри. Безопасность, ограниченность, сохранение, активность, достижимость и покрываемость. Дерево достижимости и его построение. Языки сетей Петри. Подклассы сетей Петри. Процесс построения сети Петри в условно – событийной системе.</p> | <p><i>собеседование</i></p> |
|  | <p><b>ПК-5.3.</b> <i>Имеет практический опыт проектирования конкретной ИИС по видам обеспечения.</i></p>   | <p>Владеть методами анализа имитационных задач.</p>  | <p><i>задачи</i></p>        |

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

|   |                             |
|---|-----------------------------|
|   | <b>Очная форма обучения</b> |
| <b>Общая трудоемкость</b>                       | <b>4 ЗЕТ</b>                |
| <b>Часов по учебному плану</b>                  | <b>144</b>                  |
| <b>в том числе</b>                              |                             |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>  | <b>58</b>                   |
| - занятия лекционного типа                      | 28                          |
| - практические занятия                          | 28                          |
| - текущий контроль (КСР)                        | 2                           |
| <b>самостоятельная работа</b>                   | <b>50</b>                   |
| <b>Промежуточная аттестация – экзамен/зачет</b> | <b>36</b>                   |

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины          | Всего (часы) | В том числе   |                           |                            |           |   |
|--|--------------|---|---------------------------|----------------------------|-----------|---|
|  |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них |                           |                            |           | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|  |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | Всего     |   |
| Тема 1. Стандарты и языки моделирования                              | 16           | 4   |                           | 4                          | 8         | 8   |
| Тема 2. Системы массового обслуживания и их модификации              | 16           | 4   |                           | 4                          | 8         | 8   |
| Тема 3. Моделирования систем с обратной связью                       | 16           | 4   |                           | 4                          | 8         | 8   |
| Тема 4. Моделирование неравномерного распределения случайных величин | 16           | 4   |                           | 4                          | 8         | 8   |
| Тема 5. Графическое представление сетей Петри                        | 20           | 6   |                           | 6                          | 12        | 8   |
| Тема 6. Анализ сетей Петри   | 22           | 6   |                           | 6                          | 12        | 10  |
| КСР  | 2            |   |                           |                            |           |   |
| Промежуточная аттестация - экзамен                                   | 36           |   |                           |                            |           |   |
| <b>Итого</b>   | <b>144</b>   | <b>28</b>   | <b>0</b>                  | <b>28</b>                  | <b>56</b> | <b>50</b>                                 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках результатов самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Выполнение практических заданий в рамках самостоятельной работы на темы:

- Освоение среды имитационного моделирования GPSS WORLD
- Моделирование СМО с одним прибором и очередью
- Сравнение модельных ситуаций, возникающих при использовании команд START/RESET/CLEAR/.
- Моделирование СМО с неравномерным распределением случайных величин.
- Моделирование СМО со случайными величинами, распределенными по нормальному закону и закону Пуассона

6. Построение графа сети Петри, функционирование и анализ сети Петри.
7. Построение конечного дерева достижимости по заданной сети Петри.
8. Решение задачи покрываемости на дереве достижимости.
9. Решение задачи достижимости на дереве достижимости.

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.<br><br>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 незначительных 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.<br><br>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 незначительными 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   | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.                                    | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми  | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми  | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и   | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и   | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.   |

|  |                               |                            |             |            |            |            |  |
|--|-------------------------------|----------------------------|-------------|------------|------------|------------|--|
|  | отказа обучающегося от ответа | Имели место грубые ошибки. | недочетами. | недочетами | недочетов. | недочетов. |  |
|--|-------------------------------|----------------------------|-------------|------------|------------|------------|--|

### 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»  |

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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

|   |              |
|---|--------------|
| 1. Таймер модельного времени. Метод фиксированного и переменного приращений таймера модельного времени. | ПК-5         |
| 2. Параметры транзактов и их использование в функциях.  | ПК-5         |
| 3. Моделирование введения транзактов в модель и удаления транзактов из модели.                          | ПК-4         |
| 4. Завершение моделирования. Понятие счетчика завершений.   | ПК-4         |
| 5. Моделирование занятия и освобождения прибора. Сбор статистики при ожидании.                          | ПК-4         |
| 6. Цепь текущих событий.  |              |
| 7. Моделирование системы массового обслуживания с одним прибором и очередью.                            | ПК-5<br>ПК-4 |
| 8. Цепь будущих событий.  |              |
| 9. Моделирование различных типов заявок в системе массового обслуживания с одним прибором и очередью.   | ПК-5<br>ПК-4 |
| 10. Введение приоритетов у заявок в системе массового обслуживания с одним прибором и очередью.         | ПК-4         |

|  |      |
|--|------|
| 11. Система массового обслуживания с несколькими приборами и очередями.                                    |      |
| 12. Моделирование обратной связи в системе массового обслуживания с одним прибором и очередью.             | ПК-4 |
| 13. Моделирование многоканальных устройств.  | ПК-4 |
| 14. Моделирование обратной связи в системе массового обслуживания с многоканальным устройством и очередью. | ПК-4 |
| 15. Моделирование потока с нормальным распределением.  | ПК-4 |
| 16. Использование распределений вероятностей с помощью введения непрерывных и дискретных функций.          | ПК-4 |
| 17. Моделирование пуассоновских потоков.   | ПК-4 |
| 18. Моделирование влияния длины очереди на среднюю интенсивность обслуживания.                             | ПК-4 |
| 19. Основные понятия сетей Петри.  | ПК-4 |
| 20. Граф сети Петри, маркировка, правила выполнения.   |      |
| 21. События и условия, одновременность и конфликт.   | ПК-5 |
| 22. Безопасность, ограниченность, сохранение, активность, достижимость и покрываемость.                    | ПК-5 |
| 23. Дерево достижимости и его построение   | ПК-5 |
| 24. Решение задач достижимости и покрываемости с помощью дерева достижимости                               | ПК-5 |

#### 5.2.2. Типовые лабораторные работы для оценки сформированности компетенции ПК-4

- Смоделировать и реализовать СМО с равномерно распределенными случайными величинами.
- Смоделировать и реализовать СМО с неравномерно распределенными случайными величинами (использовать функцию пользователя, функцию нормального распределения, функцию Пуассоновского распределения)
- Смоделировать и реализовать СМО с многоканальным устройством.
- Смоделировать и реализовать СМО с обратной связью.

#### 5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-5

- С помощью сети Петри отобразить условно – событийную систему. Провести анализ системы, построив конечное дерево достижимости.
- На конечном дереве достижимости решить задачу покрываемости.
- На конечном дереве достижимости решить задачу достижимости.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2009. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1025> — Загл. с экрана.

2. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1213> — Загл. с экрана.
3. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2012. — 116 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/44371> — Загл. с экрана.
4. Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2008. — 317 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1213>
5. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5308> — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Чернышова Н.Н. Имитационное моделирование бизнес – процессов. Электронное издание ННГУ 251.10.08., 2010, <http://www.unn.ru/books/resources.html>
2. Брусакова, И.А. Информационные системы и технологии в экономике. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.А. Брусакова, В.Д. Чертовской. — Электрон. дан. — М. : Финансы и статистика, 2007. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1008> — Загл. с экрана.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Среда имитационного моделирования GPSS WORLD STUDENT VERSION является бесплатным и свободно распространяемым программным обеспечением (см. приложение 1).
2. <http://www.obnovisoft.ru/gpss-world-student-version>
3. <http://minutemansoftware.com/downloads.asp>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

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»**.

Автор \_\_\_\_\_ доцент Н.Н.Чернышова

Рецензент \_\_\_\_\_ профессор Ю.С.Федосенко

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ профессор М.Х.Прилуцкий

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

07.12.2022 протокол №4