

Комплексная автоматизация проектирования и производства (КАПП(М) - 2024)

**II молодежная конференция
с международным участием**

(Москва, 31 мая 2024 года)

Сборник статей



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО

МГТУ им. Н.Э. Баумана

2025

УДК 004.9
ББК 30.2
К63

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://press.bmstu.ru/catalog/item/8421/>

Под редакцией
д-ра физ.-мат. наук, профессора *А.П. Карпенко*

Члены редколлегии:
В.К. Балтян, С.С. Гаврюшин, Г.А. Тимофеев, Г.В. Шашурин

Рецензенты:
В.А. Глазунов, д-р техн. наук, д-р филос. наук, профессор
А.И. Дивеев, д-р техн. наук, профессор

Комплексная автоматизация проектирования и производства (КАПП(М)-2024) :
К63 II молодежная конференция с международным участием (Москва, 31 мая 2024 г.) :
сборник статей / Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский универси-
тет)». — Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025. — 199, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6527-9

Сборник включает статьи, подготовленные на основе докладов, которые были пред-
ставлены на II молодежной конференции с международным участием «Комплексная ав-
томатизация проектирования и производства 2024 (КАПП (М)-2024)». Статьи сборника
отражают результаты научных исследований, выполненных, прежде всего, студентами,
аспирантами и молодыми учеными факультета «Робототехника и комплексная автомати-
зация» МГТУ им. Н.Э. Баумана в следующих областях: автоматизированное проектиро-
вание и компьютерное моделирование; компьютерные системы автоматизации производ-
ства; оптимизация проектных решений; интеллектуализация систем автоматизации
проектирования и производства.

Издание рассчитано на широкий круг студентов, аспирантов, молодых ученых и ис-
следователей, а также специалистов в областях автоматизация проектирования и произ-
водства.

УДК 004.9
ББК 30.2

Издается в авторской редакции.

ISBN 978-5-7038-6527-9

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025

Предисловие

Сборник включает работы, посвященные широкому кругу проблем, связанных с различными видами обеспечения автоматизированного проектирования. Традиционно выделяют следующие виды обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР). Техническое обеспечение — ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства. Математическое обеспечение — математические методы, модели и алгоритмы, используемые для решения задач автоматизированного проектирования. Программное обеспечение, разделяемое на общесистемное, обеспечивающее функционирование прикладного программного обеспечения (ПО), и прикладное ПО, которое реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Информационное обеспечение — описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Лингвистическое обеспечение — совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога «проектировщик — ЭВМ» и обмена данными между техническими средствами САПР. Методическое обеспечение — описание методов выбора и применения пользователями технологических приемов в процессе автоматизированного проектирования. Организационное обеспечение — совокупность документов, определяющих состав проектной организации, связи между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации проектирования.

Материал сборника упорядочен в соответствии с секциями конференции, работавшими по следующим направлениям: автоматизированное проектирование и компьютерное моделирование; компьютерные системы автоматизации производства; оптимизация проектных решений; интеллектуализация систем автоматизации проектирования и производства.

Программный комитет:

Тимофеев Г.А., д-р техн. наук, профессор, руководитель НУК РК (председатель); Гаврюшин С.С., д-р техн. наук, профессор, зав. каф. (сопредседатель); Карпенко А.П., д-р физ.-мат. наук, профессор (сопредседатель); Глазунов В.А., д-р техн. наук, д-р филос. наук, директор ИМАШ РАН; Бахтадзе Н.Н., д-р техн. наук, профессор, ИПУ РАН; Божко А.Н., д-р техн. наук, доцент; Борисов В.В., д-р техн. наук, профессор, НИУ МЭИ (г. Смоленск); Воротников С.А., канд. техн. наук, доцент; Дивеев А.И., д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН; Захаров М.Н., д-р техн. наук, профессор, зав. каф.; Нарайкин О.С., д-р техн. наук, профессор, зав.

каф.; Овсянников М.В., канд. техн. наук, доцент; Соколов А.П., канд. физ.-мат. наук, доцент; Суркова Н.Г. канд. техн. наук, доцент, зав. каф.; Тропин С.Л., канд. техн. наук, доцент, зав. каф.; Хоботов Е.Н., д-р техн. наук, профессор; Хейло С.В., д-р техн. наук, профессор, РГУ им. А.Н. Косыгина.

Организационный комитет

Гаврюшин С.С., д-р техн. наук, профессор, зав. каф. (сопредседатель); Карпенко А.П., д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. каф. (сопредседатель); Шашурин Г.В., канд. техн. наук, доцент, декан факультета РК; Ахтямова М.Л., ассистент; Бурков П.В., ст. преподаватель; Буханов С.А., ст. преподаватель; Грошев С.В., ст. преподаватель; Ермолова М.А., канд. техн. наук, доцент; Козов А.В., канд. техн. наук, ст. преподаватель; Королева М.Н., канд. техн. наук, доцент; Кузьмина И.А., канд. техн. наук, доцент; Мурашов М.В., д-р техн. наук, профессор; Трудоношин В.А., канд. техн. наук, доцент.

С.С. Гаврюшин, А.П. Карпенко

***Автоматизированное
проектирование
и компьютерное
моделирование***

УДК 004.45

Пропозиционная логика в функциональном моделировании

В.А. Бочаров**Т.М. Волосатова (научный руководитель)**

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Работа содержит в себе исследования в области функционирования киберфизических систем — логики отношений между их внутренними состояниями и внешними свойствами, и нацелена на решение проблемы неопределенности соответствия между ними в процессах разработки. В качестве метода исследования привлечена логика первого порядка и использованы ее возможности для получения свойств системы на основе логических выводов.

Ключевые слова: язык, семантика, киберфизические системы, пропозиционная логика, логика первого порядка, логика предикатов, логика функционирования

Введение. Киберфизические системы представляют собой единство и взаимосвязанность внутренних и внешних свойств системы, выраженных строением (внутренним устройством) и тем взаимодействием с внешней средой, которое это строение обеспечивает. Взаимодействия с внешней средой представляют собой пары воздействия и ответной реакции, которые могут иметь прямую и обратную направленность, а также быть симметричными. Результатами взаимодействий являются различные состояния, которые принимают система и ее окружение. Отношение смены условий к смене состояний мы называем *поведением системы*, а отношение создаваемых при данном поведении различий или изменений к управляющим условиям — *функциональностью*. Работа системы с точки зрения заинтересованных лиц, создающих и применяющих ее, представляет собой структурированное множество пар «*потребность — возможность*», где потребность отражает *ожидание* оператора системы, а возможность — *функциональность и поведение*, отвечающие этому ожиданию.

Сопутствующей предметной областью является природа зарождения, развития и становления систем, в рамках которой происходит трансформация потребностей в системные требования, анализ проблем, поиск и выбор возможностей реализации требований и другие, вместе образующие *систему разрабатывающую*. Причем, следует заметить, что система целевая целиком входит в состав системы разрабатывающей, и это сохраняется до тех пор, пока целевая система не будет отчуждена и изолирована от своего разработчика.

Анализ внешних свойств целевой системы и синтез ее внутренних свойств, что относится к ответственности системы разрабатывающей, предусматривает три базовых представления — *концептуальное, функционально-логическое и физическое* [1]. В концептуальном представлении показан принцип работы системы на языке понятий и отношений, обозначающих взаимодействия и факты, которые им предшествуют и последуют. Основные классы

Содержание

Предисловие	3
Программный комитет	3
Организационный комитет	4
Автоматизированное проектирование и компьютерное моделирование	5
Бочаров В.А., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Пропозиционная логика в функциональном моделировании	7
Бочаров В.А., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Исследование проблемы унификации языков описания функциональности систем	14
Бочаров В.А., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Декомпозиция и интеграция моделей систем в контексте проблемно-ориентированного моделирования	23
Варламова В.А., Князева С.В. Модификация волнового алгоритма для решения задачи построения оптимального маршрута на основе статически обновляемой карты с препятствиями	33
Гудым А.В., Соколов А.П. Обзор методов метрологической фотограмметрии для высокоточных измерений	37
Мельникова М.В., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Разработка имитационной модели оценки качества системы автономного управления движением мобильного робота	44
Хакимова Д.Ф., Козов А.В. (научный руководитель). Разработка инструмента визуализации геометрических моделей с использованием библиотеки Vulkan	49
Компьютерные системы автоматизации производства	55
Мешалкин Н.Г., Гаврюшин С.С. О применении стержневых моделей в инженерном расчете	57
Ван Тхань Зюи, Жаргалова А.Д. (научный руководитель). Автоматизация обнаружения дефектов печати с использованием машинного зрения	63
Жураев И.Р., Гаврюшин С.С. (научный руководитель). Исследование систем автоматизации для повышения энергоэффективности ветроэнергетических установок	68
Орькин В.Н., Мурашов М.В. (научный руководитель). Прогнозирование погодных условий для обеспечения оптимальной работы ветряных электростанций	73
Паротькина М.А., Ван Ч., Мурашов М.В. (научный руководитель). Использование искусственной шероховатости для обеспечения температурного состояния контактирующих деталей	76
Пирожков В.Е., Матвеев С.С., Жаргалова А.Д. (научный руководитель). Автоматизация производства заготовок для изготовления шар-баллонов	78

Оптимизация проектных решений	87
<i>Боженко Д.В., Карпенко А.П. (научный руководитель). Исследование оптимизационного алгоритма раков</i>	<i>89</i>
<i>Досюк А.А., Карпенко А.П. (научный руководитель). Предсказание решения динамических систем с запаздывающим аргументом с помощью рекуррентных нейронных сетей</i>	<i>99</i>
<i>Михайлова Е.А., Козов А.В. (научный руководитель). Интеграция модуля параметрической оптимизации в FreeCAD</i>	<i>106</i>
<i>Сутягин А.М., Карпенко А.П. (научный руководитель). Исследование эффективности популяционного алгоритма кукушки на основе облачной модели в рамках глобальной оптимизации</i>	<i>112</i>
<i>Сутягин А.М., Белоножко П.П. (научный руководитель). Зависимость собственных движений нелинейной колебательной системы от изменения поля консервативных сил в задачах управления</i>	<i>123</i>
Интеллектуализация систем автоматизации проектирования и производства	133
<i>Александров Е.В., Козов А.В. (научный руководитель). Методы анализа и оптимизации изображений, полученных в условиях тумана и недостаточной освещенности</i>	<i>135</i>
<i>Бояркин Е.А., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Исследование алгоритмов нормализации слов русского языка в контексте полнотекстового поиска в PDM-системах</i>	<i>143</i>
<i>Кочнов А.П., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Методы создания генеративного трансформера как основного компонента искусственного интеллекта для систем автоматизированного проектирования</i>	<i>148</i>
<i>Гарифуллин Т.Т., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Применение генеративных нейронных сетей для создания образовательных ресурсов</i>	<i>157</i>
<i>Шам Д.А., Волосатова Т.М. (научный руководитель). Разработка приложения параметрической адаптации мобильных роботов</i>	<i>165</i>
<i>Валуев И.К., Петренко Е.О. (научный руководитель). Повышение эффективности процессов технического обслуживания и ремонта насосного оборудования с помощью методов машинного обучения</i>	<i>171</i>
<i>Королев Я.Д., Воротников С.А. (научный руководитель). Исследование использования систем компьютерного зрения для логистических транспортных средств</i>	<i>174</i>
<i>Никитин Д.К., Папин А.В., Андреев А.К., Константинов М.Д. (научный руководитель). Управление механическим манипулятором с использованием алгоритмов машинного зрения</i>	<i>179</i>
<i>Сафронов П.А., Соснин М.Д., Подчасов Е.О. (научный руководитель). Реализация электропневматического управления для робота-манипулятора с цилиндрическими координатами</i>	<i>187</i>
<i>Барсуков Д.А. История развития больших языковых моделей в системах автоматизированного проектирования</i>	<i>193</i>