



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ИМ. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РАН

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (ИТММ-2020)**

**МАТЕРИАЛЫ  
XIX Международной конференции  
имени А. Ф. Терпугова  
2–5 декабря 2020 г.**



ТОМСК  
«Издательство НТЛ»  
2021

УДК 519  
ББК 22.17  
И74

И74 Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2020): Материалы XIX Международной конференции имени А. Ф. Терпугова (2–5 декабря 2020 г.). – Томск: Изд-во НТЛ, 2021. – 498 с.

ISBN 978-5-89503-647-1

Сборник содержит избранные материалы XIX Международной конференции имени А. Ф. Терпугова по следующим направлениям: теория массового обслуживания и ее приложения, интеллектуальный анализ данных и визуализация, информационные технологии и программная инженерия, математическое и компьютерное моделирование технологических процессов.

Для специалистов в области информационных технологий и математического моделирования.

УДК 519  
ББК 22.17

Редколлегия:

**А.А. Назаров**, доктор технических наук, профессор,  
**С.П. Моисеева**, доктор физико-математических наук, профессор,  
**А.Н. Моисеев**, доктор физико-математических наук, доцент,  
**М.П. Фархадов**, доктор технических наук, профессор,  
**Е.Ю. Лисовская**, кандидат физико-математических наук.

*Конференция проведена при поддержке  
международного научно-методического центра  
Томского государственного университета по математике,  
информатике и цифровым технологиям в рамках  
федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»  
национальной программы  
«Цифровая экономика в Российской Федерации»*

ISBN 978-5-89503-647-1

© Авторы. Текст, 2021  
© ООО «Издательство НТЛ».  
Оформление. Дизайн, 2021

# **«IS-A»-отношение, как способ представления взаимосвязи обобщенных и специализированных понятий**

Алексей Бабанов, Елена Квач

*Национальный исследовательский  
Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

«IS-A»-отношения являются важным элементом человеческой умственной деятельности. И на бытовом уровне мы часто используем обобщенные и специализированные понятия: «*Эйнштейн А. есть некоторый ученый*», «*Ученый есть некоторый человек*». Операции обобщения и специализации являются важными мыслительными инструментами, поэтому без них не обойтись во многих областях науки. Для более полной характеристики рассматриваемого вопроса было изучено представление «IS-A»-отношений в логике, искусственном интеллекте, расширенной модели «Сущность – Связь» (Enhanced/Extended Entity-Relationship Model – EER-модель), модели «Объект – Роль» (Object-Role Model – OR-модель), модели «Сущность – Связь – Отображение» (Entity-Relationship-Mapping Model, ERM-модель), ER-модели нотации Баркера (ERB-модели), концепции кластеров Джона М. и Дианы К. Смит и в унифицированном языке моделирования (Unified Modeling Language – UML). Однако, в каждой из представленных областей знаний даны разные определения обобщенным и специализированным понятиям, различны и ограничения целостности, и способы проектирования.

## **«IS-A»-отношения в различных областях науки**

Основополагающие знания об обобщении и ограничении понятий вводятся в логику. По мнению логиков [1, 2], каждый акт обобщения должен быть переходом от вида к некоторому ближайшему роду, а ограничения – от рода к некоторому ближайшему виду. Многие модели (сознательно или не сознательно) используют важный феномен, связанный с рассмотрением «IS-A»-отношений: деление понятий и основание деления. «Цель деления понятия состоит в том, чтобы выделить все возможные виды предметов каждый раз по некоторому определенному основанию» [1]. Заслугой логиков также является рассмотрение условий правильного деления (1 – деление по одному определенному осно-

ванию; 2 – полученные понятия должны быть попарно несовместимы; 3 – члены деления должны исчерпывать объем исходного понятия; 4 – никакой из членов деления не должен быть пустым классом; 5 – деление должно быть непрерывным) и видов деления понятий (дихотомическое деление и деление по видоизменению основания).

В искусственном интеллекте «IS-A»-отношения используются в семантических сетях и являются основным звеном в сети. Связь «IS-A» устанавливает иерархию типов в сети и используется для определения наиболее специфического семантического типа [3]. Семантические сети – одна из немногих областей знаний, где разделяют «IS-A»-отношения между классами (IS-A type of, смысловое значение «класс / класс») и между экземплярами и классами (IS-AN instance of, смысловое значение «объект / класс») [4]. Конечно, подобное деление есть и в логике: отношение включения одного множества в другое и отношение принадлежности элемента множеству. В семантических моделях данных отношение между классом и его объектами всегда предполагалось, однако это явление мало обсуждается специалистами БД.

Главное назначение специализаций в семантических моделях данных – возможность группирования признаков: обобщенные поднимаются на уровень суперкласса, специализированные опускаются до соответствующего подкласса. Если логики обращают внимание, прежде всего, на содержание (признак) понятий деления, то в моделировании данных учитываются преимущественно структурные и ограничительные особенности классов данных. В OR-модели, кроме этого, отмечается, что специализации позволяют делать опциональные роли суперкласса обязательными для подкласса и за счет этого вводить дополнительные ограничения целостности [5]. Взаимоисключающие и исчерпывающие правила для подтипов вводит ERB-модель [6]. Однако этим правилам удовлетворяют лишь полные непересекающиеся специализации. В остальных семантических моделях помимо этого типа специализаций используются также полные пересекающиеся, частичные непересекающиеся и частичные пересекающиеся. Что касается основания деления, то, например, в EER-модели лишь немногие авторы, определяя понятие специализации, уточняют, что подклассы выделяются на основе отличительных характеристик [7] или в соответствии с различными значениями общего атрибута [8]. Однако с практической точки зрения

такое основание характерно лишь для непересекающихся специализаций, что является недостаточным для проектирования всех возможностей предметной области. Лишь ERM-модель [9], на основе опыта логиков, вводит аналогичные понятия: деление, основание деления и виды деления.

Джон М. и Диана К. Смит [10] в своей концепции предлагают сводить иерархии обобщения к отдельным правильным делениям родительских понятий, правда, они их называют кластерами. Стоит отметить, что аналогично с логиками, используется одно основание деления (правильное деление) и непересекаемость подклассов одного кластера (взаимоисключающие родовые классы).

В UML используется термин обобщение – отношение между классом и одной или несколькими его вариациями. Обобщение объединяет классы по их общим свойствам [11]. В [12] дополнительно вводятся 2 правила: 1 – 100% определения суперкласса должно быть применено к подклассу и подкласс должен на 100% соответствовать своему суперклассу; 2 – все элементы множества подкласса должны быть элементами множества его суперкласса. Обратим внимание, что в соответствии со спецификой ООП, помимо атрибутов и отношений подтипы наследуют ещё и методы супертипа. Аналогично основанию деления в логике специалисты, изучающие UML, дополнительно вводят понятие дискриминатор [13] или набор обобщений [12, 13]. Также отмечается, что каждое обобщение должно производиться по одному аспекту (одно основание деления).

Таблица отображает возможные варианты определения «IS-A»-отношений в областях науки, в том числе и различия.

Что касается графической нотации отображения «IS-A»-отношений (рис. 1), то и здесь существуют различия в зависимости от области знаний. К сожалению, даже в непротиворечивой модели представления обобщенных понятий логиков не хватает графического представления с отображением основания деления понятий, что уж говорить о других моделях. Единственной семантической моделью, в графической нотации которой отображается основание деления, является ERM-модель, причина этому – становление модели на основе безупречных канонических логики. Отметим, что в UML можно указывать дискриминатор, но это не является обязательным (а по мнению авторов, должно быть).

**«IS-A»-отношение как способ представления обобщенных понятий**

Модель	Аналог «IS-A»-отношений	Определение	Ограничения и особенности
Логика	Операции обобщения и ограничения понятий	Обобщение некоторого понятия – операция образования из этого понятия некоторого нового с более широким объемом. Ограничение понятия – операция перехода от некоторого понятия к понятию с меньшим объемом [1].	Правильное деление понятий и основание деления понятий
Искусственный интеллект	«IS-A»-отношение	Это отношение, которое устанавливает иерархию типов в сети и используется для определения наиболее специфического семантического типа [3].	«IS-A»-отношения транзитивны, направленные и не образуют петель. Разделяют отношения между классами и между экземплярами и классами.
Расширенная модель «Сущность – Связь» (EER)	Специализация, отношения «суперкласс-подкласс»	- процесс выделения подклассов в суперклассе, который основан на группировке исключительных характеристик и связей подклассов в соответствии с различными значениями общего атрибута [8]; - процесс выявления различий между экземплярами типа сущностей [14]; - процесс определения набора подклассов для типа сущностей на основе отличительных характеристик [7]; - процесс концептуального уточнения суперкласса путем выделения подклассов [15];	Ограничение пересечения и участия.
Модель «Объект – Роль» (OR)		- процедура, в ходе которой вводятся подклассы более общих типов сущностей, чтобы объявить, что определенные роли зарегистрированы только для этих подклассов [5];	Специализации транзитивны и формируют направленный ациклический граф.

Модель	Аналог «IS-A»-отношений	Определение	Ограничения и особенности
		- граф подтипов, который может возникнуть нисходящим способом, специализируя тип объекта в подтипы [5].	Ограничение непересечения и исчерпывания
ER-модель в нотации Баркера (ERB)		Сущность может быть разделена на два или более взаимоисключающих подтипа, каждый из которых имеет общие атрибуты и/или отношения. [6].	Взаимоисключающее и исчерпывающее правило (полные непересекающиеся специализации).
Кластеры Джона М. и Дианы К. Смит	Обобщение	Абстракция, которая позволяет обобщенно представлять себе некоторый класс индивидуальных объектов как единый именованный объект [10].	Кластеры, одно основание деления и непересекаемость подклассов одного кластера.
Модель «Сущность – Связь – Отображение» (ERM)	Специализация, отношения «суперкласс-подкласс»	Система классов, построенная для ограничений понятия суперкласса, такая, что все понятия подклассов используют в качестве основания выделения этих подклассов одно и то же отображение (предметную функцию).	Основание выделения подкласса и основания деления специализации. Ограничение непересечения и участия.
Унифицированный язык моделирования (UML)	Обобщение, отношение наследования	- отношение между классом и одной или несколькими его вариациями [11]; - связь между сущностью общего характера и более специфичной сущностью [16]; - отношение, при котором подкласс наследует все методы и поля суперкласса и может переопределять наследуемые методы [13]; - процесс, связанный с идентификацией общности между понятиями и определением суперкласса и связанных с ним подклассов [12].	Дискриминатор или набор обобщения. Обобщение транзитивно, не может быть циклов и связь обобщения асимметрична. Правило 100% и правило «IS-A».

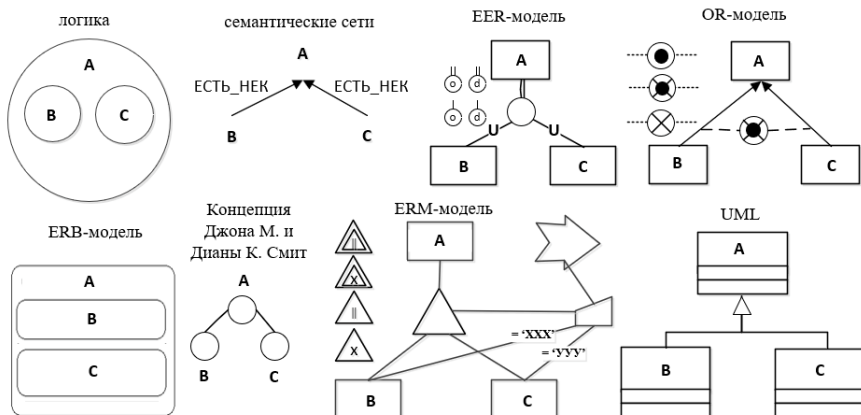


Рис. 1. Графическая нотация (A – суперкласс, B,C – подклассы)

## Заключение

Перечисленные области науки внесли серьезный вклад в изучение «IS-A»-отношений, однако можно констатировать различие взглядов всех исследователей на представление обобщенных и специализированных понятий. Даже в моделировании данных нет единого мнения на «IS-A»-структуры, что уж говорить об отличии этих представлений от логических основ. Проанализировав особенности «IS-A»-отношений в различных областях знаний можно сделать вывод о необходимости более строгой формализации обобщений и введения для этого нового базового понятия. Авторами предложено новое понятие «IS-THE»-отношения (отношения «ЕСТЬ-ЭТОТ») в семантической ERM-модели, ориентированного на безупречные логические каноны при сохранении той функциональности этих структур, которая сложилась в моделировании данных [17].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Войшвилло Е.К., Дегтярев М.Г. Логика как часть теории познания и научной методологии (фундаментальный курс): в 2 кн. М.: Наука, 1994.
2. Бачаров В.А., Маркин В.И. Основы логики. М.: Инфра-М, 1998. 297 с.
3. U.S. National Library of Medicine, The Unified Medical Language System, UMLS Reference Manual. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9676/>
4. Bundy A. Catalogue of Artificial Intelligence Tools. Berlin; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1984. 150 p.



5. *Halpin T., Morgan T.* Information Modeling and Relational Databases, 2 edition. Morgan Kaufman, 2008. 943 p.
6. *Barker R.* CASE Method: Entity Relationship Modelling. Addison-Wesley, 1990. 240 p.
7. *Elmasi R., Navahe S.B.* Fundamentals of Database Systems, 6<sup>th</sup> edition. Addison-Wesley, 2011. 1201 p.
8. *Teorey T., Yang D., Fry J.A.* Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model // Computing Surveys. 1986. V. 18. No. 2. P. 197–222.
9. *Бабанов А.М.* Семантическая методика проектирования БД и её перспективы, открывающиеся с применением ERM-модели данных // Вестник Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. № 3(16). С. 58–66
10. *Smith J., Smith D.* Database Abstractions: Aggregation and Generalization // ACM Transactions on Database Systems. 1977. V. 2. No. 2. P. 105 – 133.
11. *Blaha M., Rumbaugh J.* Object-Oriented Modeling and Design with UML. 2nd edition. Pearson, 2004. 496 p.
12. *Larman C.* Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development. 3rd edition. Prentice Hall, 2004. 736 p.
13. *Fowler M., Scott K.* UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. Addison-Wesley, 1999. 224 p.
14. *Connolly T., Begg C.* Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management. 4th edition. Addison-Wesley, 2010. 1400 p.
15. *Ferragine V.E., Doorn J.H., Rivero L.C.* Handbook of Research on Innovations in Database Technologies and Applications: Current and Future Trends. 2009. 1124 p.
16. *Буч Г., Рамбо Д., Якобсон А.* Язык UML. Руководство пользователя. ДМК Пресс, 2007. 496 с.
17. *Бабанов А.М., Квач Е.С.* «IS-THE»-отношения в семантических моделях данных: основные понятия и разновидности // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 1(34). С. 69–78.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

### QUEUING THEORY AND APPLICATION

<i>Yves Adou, Ekaterina Markova.</i> To queueing system model performance measures analysis under network slicing.....	5
<i>Kirill Ageev, Eduard Sopin.</i> Analysis of the simplified network slicing model .....	11
<i>Anilkumar M.P., K.P. Jose.</i> An eigen value approach to a discrete-time queueing model with $N$ -policy on two modes of service.....	17
<i>P. Beena, K.P. Jose.</i> A MAP/PH(1), PH(2)/2 inventory system with production, multiple servers and vacations.....	24
<i>Anastasia Daraseliya, Eduard Sopin.</i> Optimization of task offloading thresholds in the fog computing system .....	31
<i>Dhanya Babu, Varghese. C. Joshua, Achyutha Krishnamoorthy.</i> A queueing system with probabilistic joining strategy for priority customers .....	37
<i>Elmira Kalimulina.</i> On convergence of queueing network with changing structure to stationary distribution.....	43
<i>Maksim Korshikov, Eduard Sopin.</i> Analysis of the processor sharing systems with random serving rate coefficients .....	46
<i>Achyutha Krishnamoorthy, Varghese C. Joshua, Ambily P. Mathew.</i> A reliability problem with Interdependent Lifetimes .....	52
<i>Eugene Lebedev, Vadim Ponomarov, Oksana Pryshchepa.</i> The exact formulas for state-dependent Markov retrial queues .....	58
<i>Eugene Lebedev, Hanna Livinska.</i> Gaussian approximation and reducing of dimension for a general-type multichannel network .....	64
<i>Khamis Abdullah Khamis AL Maqbal, Varghese C. Joshua, Achyutha Krishnamoorthy.</i> On A single server queueing inventory system with common life time for inventoried items .....	70
<i>Agassi Melikov<sup>1</sup>, V. Divya, Sevinc Aliyeva.</i> Analyses of feedback queue with positive server setup time and impatient calls.....	77
<i>Faina Moskaleva, Ekaterina Lisovskaya, Yuliya Gaidamaka.</i> A two-class service system for performance analysis of network slicing with QoS Isolation .....	82

<i>Anatoly Nazarov, Tuan Phung-Duc, Yana Izmailova. Asymptotic-diffusion analysis of multiserver retrial queueing system with priority customers.....</i>	88
<i>Anatoly Nazarov, Tuan Phung-Duc, Svetlana Paul, Olga Lizyura, Ksenia Shulgina. Asymptotic analysis of Markovian retrial queue with unreliable server and two-way communication under low rate of retrials condition .....</i>	99
<i>Anatoly Nazarov, Maria Samorodova. Asymptotic waiting time analysis of a M/M/1 retrial queueing system .....</i>	105
<i>Hamza Nemouchi, Mohamed Hedi Zaghouni, János Sztrik. Simulation analysis in cognitive radio networks with unreliability and abandonment.....</i>	110
<i>Nisha Mathew, Varghese Joshua, Achyutha Krishnamoorthy. On a MMAP/(PH,PH)/1/(<math>\infty</math>,N) queueing-inventory system.....</i>	115
<i>K.R. Ranjith, Achyutha Krishnamoorthy, B. Gopakumar. Analysis of a PH/PH/1 queue with interdependence.....</i>	122
<i>Stepan Rogozin, Evsey Morozov. Stability condition of a modified Erlang loss system with different service rates .....</i>	126
<i>Sandhya E., C. Sreenivasan, Sajeev S. Nair. An explicit solution for an inventory model with positive lead time and backlogs.....</i>	131
<i>Smija Skaria, Sajeev S. Nair. Transient analysis of an inventory model with instantaneous replenishment and catastrophes .....</i>	138
<i>János Sztrik, Ádám Tóth, Elena Danilyuk, Svetlana Moiseeva. Simulation of retrial queueing system M/G/1 with impatient customers, collisions and unreliable server .....</i>	145
<i>János Sztrik, Ádám Tóth. Some special features of finite-source retrial queues with collisions, an unreliable server and impatient customers in the orbit .....</i>	152
<i>Алексей Благинин, Иван Лапатин, Анатолий Назаров. Исследование двумерного выходящего потока марковской модели узла обработки запросов с повторными обращениями и вызываемыми заявками .....</i>	159
<i>Анна Бояркина, Светлана Моисеева, Ирина Туренова, Алексей Шкуркин. СМО вида <math>GI^{(k)}/GI/\infty</math> с групповым обслуживанием.....</i>	166
<i>Татьяна Бушкова, Анастасия Галилейская Екатерина Лисовская, Светлана Моисеева. Асимптотический анализ ресурсной гетерогенной СМО <math>(MMPP+2M)^{(v)}/M/\infty</math> .....</i>	172
<i>Константин Вытовтов, Елизавета Барабанова, Владимир Вишневецкий. Аналитический метод анализа случайных процессов с</i>	

непрерывным временем и дискретными состояниями при времязависимых вероятностях переходов.....	178
<i>Максим Жарков, Михаил Пavidис.</i> Об использовании четырех- фазных систем массового обслуживания для описания работы грузовых и сортировочных железнодорожных станций.....	184
<i>Владимир Задорожный, Татьяна Захаренкова.</i> Метод бесконеч- ных разметок в системах с неизвестным временем обслужива- ния поступающих заявок .....	188
<i>Владимир Задорожный, Микеле Пагано, Татьяна Захаренкова.</i> Применение метода бесконечных разметок к сетям с коммута- цией пакетов.....	194
<i>Андрей Зорин, Ксения Сизова.</i> Метод решения стационарных уравнений для процесса приоритетного обслуживания с раз- делением времени в случайной среде.....	200
<i>Валентина Клименок, Александр Дудин, Иван Ванькович.</i> Стацио- нарные характеристики системы массового обслуживания с повторными вызовами и поиском на орбите .....	205
<i>Дмитрий Копать, Михаил Матальцкий.</i> Анализ ожидаемого до- хода в открытой сети с ограниченным числом заявок и обхо- дами ими систем обслуживания.....	211
<i>Анатолий Назаров, Екатерина Павлова.</i> Исследование СМО вида ММРР М N с обратной связью методом асимптотически диф- фузионного анализа.....	217
<i>Анатолий Назаров, Светлана Рожкова, Екатерина Титаренко.</i> Исследование системы с обратной связью, рекуррентным об- служиванием и неординарным пуассоновским входящим по- током.....	223
<i>Анна Полховская, Ольга Бобкова, Светлана Моисеева.</i> Ресурсная RQ-система с коллизиями.....	228
<i>Павел Приступа, Павел Михеев, Сергей Суценко.</i> Прямая кор- рекция ошибок на внутрисегментном уровне транспортного протокола.....	232
<i>Екатерина Пройдакова, Виктория Санникова.</i> Математическое моделирование и исследование приоритетной управляющей системы с непостоянной интенсивностью обслуживания тре- бований .....	238
<i>Светлана Рожкова, Наталья Воронина, Александра Семашко.</i> Исследование RQ-системы M/M/1 с ненадежным прибором асимптотическим и матричным методами .....	244

<i>Елена Станкевич, Игорь Тананко.</i> Метод анализа замкнутых сетей массового обслуживания с системами типа $M_a/M^{[x,y]}/1$ .....	251
<i>Елена Станкевич, Игорь Тананко.</i> Приближенный метод анализа замкнутых сетей массового обслуживания с ненадежными системами и групповым обслуживанием.....	255
<i>Гурами Цициашвили, Анатолий Назаров, Александр Мусеев.</i> Асимптотическая оценка интенсивности сборки пуассоновских потоков .....	258

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

### INFORMATION TECHNOLOGIES AND SOFTWARE ENGINEERING

<i>Marat Gainutdinov, Aleksey Shkurkin, Anastasia Pichugina.</i> Development of back-end of the service for internationalization of web-applications.....	265
<i>Алексей Бабанов, Елена Квач.</i> «IS-A»-отношение, как способ представления взаимосвязи обобщенных и специализированных понятий.....	271
<i>Людмила Демиденко.</i> Проектирование базовой архитектуры модуля «Расписание» системы Alterum Med.....	278
<i>Игорь Жуков, Юрий Костюк.</i> Программная реализация заданий по программированию с многовариантными решениями.....	285
<i>Денис Змеев, Лидия Иванова, Руфина Рафикова.</i> О представлении прогресса проекта по разработке программного обеспечения в форме динамической байесовской сети .....	291
<i>Олег Змеев, Юлия Протасевич, Данила Соколов.</i> Поддержка настраиваемых типов проектов в системе автоматизации управления Git-репозиториями для использования в процессе обучения.....	298
<i>Татьяна Кетова, Евгения Соколова.</i> Формальная модель образовательной программы в области компьютерных наук с точки зрения международного стандарта АСМ и IEEE .....	303
<i>Яна Куликова, Дмитрий Качалов, Маис Паша Оглы Фархадов.</i> Сценарии управления беспилотными транспортными средствами в среде «Умного города».....	308
<i>Яна Лебедева, Вячеслав Вавилов.</i> Разработка системы автоматизации процессов обращения кассовой техники в банковской организации .....	314

<i>Евгений Полин, Александр Моисеев, Константин Войтиков.</i> Имитационное моделирование СМО с входящими потоками, параметры которых зависят от состояния системы.....	320
<i>Вадим Тренькаев.</i> Обзор исследований по проблеме достижения высокой производительности протокола OPC UA.....	324

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

### MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELLING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

<i>Mary Michel Begre, Warren Kassy Dougg Feussi, Shakhmurad Kanzitdinov, Sergey Vasilyev.</i> Stability analysis and motion of the Kapitsa pendulum.....	330
<i>Mohamed Adel Bouatta, Irina Kolosova, Evgeniya Korshok, Darya Vasilyeva.</i> Kadshevsky equation numerical analysis with periodic boundary conditions on adaptive grids.....	336
<i>Jozil Takhirov.</i> A reaction-diffusion-advection competition model with a free boundary.....	339
<i>Sergey Pichugin.</i> Problem definition for LEO system switching technique development.....	345
<i>Анжела Абдразакова, Татьяна Булгакова, Антон Войтишек.</i> Об особенностях выбора ортонормированных систем функций в рандомизированных численных проекционных функциональ- ных алгоритмах.....	350
<i>Даниэль Перес Акоста, Сергей Васильев, Шахмурад Канзитди- нов, Игорь Левичев.</i> Построение решений задач оптимального управления динамическими системами в бесконечномерных пространствах с малым параметром.....	356
<i>Антон Войтишек, Ярослав Поставалов, Данил Черкашин.</i> Систе- ма численного моделирования одномерных случайных вели- чин NMPUD: формирование банка плотностей, автоматизация математических выкладок и приложения.....	363
<i>Мохамед Адель Буатта, Сергей Васильев, Вячеслав Федорченко.</i> Численный анализ на адаптивных сетках многомерного урав- нения Фоккера – Планка с малым параметром.....	369
<i>Никита Беляков, Рустам Бикмурзин, Дмитрий Федченко.</i> Об ис- пользовании конечных автоматов при моделировании наност- руктур.....	373

<i>Ирина Гендрина.</i> Использование метода фиктивных переменных для исследования пространственной характеристики систем видения через атмосферу.....	377
<i>Антон Есин.</i> Исследование принципов применения моделей многозначной логики в современных приложениях .....	383
<i>Антон Есин.</i> Теоретические аспекты построения современных систем управления на базе многозначной логики.....	389
<i>Вячеслав Кувыкин, Максим Брюханов.</i> Математическое и компьютерное моделирование системы согласования материального баланса в нефтепереработке и нефтехимии.....	394
<i>Вячеслав Кувыкин, Артем Колпаков, Елена Колпакова.</i> Параметрический анализ математических моделей оптимального планирования нефтепереработки и компьютерное моделирование.....	398
<i>Ольга Кузоватова.</i> Компьютерное моделирование локализации деформации сыпучей среды в сходящемся канале .....	403
<i>Мария Шкленник, Александр Мусеев.</i> Реализация механизма сбора и обработки статистических данных потоков заявок в системе имитационного моделирования ODIS.....	409

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**

### **INTELLIGENT DATA ANALYSIS AND VISUALIZATION**

<i>Alyona Borisovskaya.</i> Methods of spelling correction in information retrieval systems .....	414
<i>Ivan Brokarev, Mais Farkhadov, Sergey Vaskovskii.</i> Recurrent neural networks to analyze the quality of natural gas .....	419
<i>Ivan Brokarev, Sergey Vaskovskii.</i> Analysis of reliability of gas analysis system based on vector Wiener process .....	423
<i>Victoria Shamraeva.</i> Analysis of business processes of construction and operation of highways on a toll basis using BIM tools.....	429
<i>Ирина Баранова.</i> Применение метода двудольных множеств событий в задачах регрессионного анализа многомерных разнотипных данных .....	441
<i>Инна Батраева, Александра Крючкова.</i> Алгоритм репрезентации кастомизированных диалектологических корпусов для Саратовского диалектологического корпуса русского языка .....	447
<i>Светлана Гагарина, Юрий Гагарин.</i> Прогнозирование частных показателей индекса активного долголетия .....	450

<i>Степан Гилин. Решение задачи распознавания образов при помощи алгоритма гибридной СММ-нейросети .....</i>	454
<i>Валерий Гольшев, Дарья Семенова. Нечёткий анализ формальных понятий: метод <math>\alpha</math>-сечения.....</i>	462
<i>Эллада Ибрагимова, Дарья Семенова. Распознавание <math>k</math>-кластеризуемости знаковых графов.....</i>	468
<i>Анна Ивлева, Сергей Смирнов. Первичный концептуальный анализ сестринского дела для экспертной советующей системы.....</i>	473
<i>Александр Солдатенко, Дарья Семенова. Алгоритм HGFC нахождения формальных понятий.....</i>	478
<b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ .....</b>	<b>483</b>



*Научное издание*

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
(ИТММ-2020)**

**МАТЕРИАЛЫ  
XIX Международной конференции  
имени А. Ф. Терпугова  
2–5 декабря 2020 г.**

Редактор *Т.С. Портнова*  
Дизайн, верстка *Д.В. Фортеса*

**ООО «Издательство научно-технической литературы»**  
634034, г. Томск, ул. Студенческая, 4, тел. (3822) 53-10-35

---

Изд. лиц. ИД № 04000 от 12.02.2001. Подписано к печати 24.02.2021.  
Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Усл. п. л. 28.95. Уч.-изд. л. 32.42. Тираж 100 экз. Заказ № 4.

---