

© 2010 г. **В. С. ГОРДОН**, д-р физ.-мат. наук,
М. Я. КОВАЛЕВ, д-р физ.-мат. наук,
Г. М. ЛЕВИН, д-р техн. наук,
Ю. Н. СОТСКОВ, д-р физ.-мат. наук
(Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси, Минск),
В. А. СТРУСЕВИЧ, канд. физ.-мат. наук
(Университет Гринвич, Лондон),
А. В. ТУЗИКОВ, д-р физ.-мат. наук,
Я. М. ШАФРАНСКИЙ, канд. физ.-мат. наук
(Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси, Минск)

ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ ВЯЧЕСЛАВА СЕРГЕЕВИЧА ТАНАЕВА: К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

Кратко описываются основные этапы жизни и научного творчества В.С. Танаева, его основные научные результаты в области теории расписаний, декомпозиции задач оптимизации и других областях прикладной математики.

1. Основные этапы жизни

28 марта 2010 г. исполнилось 70 лет со дня рождения выдающегося белорусского ученого Вячеслава Сергеевича Танаева (1940–2002), академика Национальной академии наук (НАН) Беларуси. Вячеслав Сергеевич оставил наследие в виде многочисленных научных трудов и основанной им и получившей мировое признание школы по теории расписаний и декомпозиции задач оптимизации.

В.С. Танаев родился в деревне Акулово Тебleshского района Тверской области Российской Федерации. В 1957 г. после окончания средней школы в Симферополе поступил на физико-математический факультет Крымского педагогического института. В институте В.С. Танаев опубликовал свою первую научную работу “К вопросу о механическом образовании плоских кривых”. На последнем курсе института совмещает учебу с работой учителя в 8-летней школе. В 1962 г. Вячеслав Сергеевич с отличием окончил институт и получил специальность учителя математики и черчения. В том же году он поступил в аспирантуру Института тепло- и массообмена академии наук БССР (АН БССР), предполагая заниматься исследованиями в области светового излучения ядерных взрывов. Вскоре, однако, его заинтересовали работы в области исследования операций, проводимые под руководством академика (тогда члена-корреспондента) АН БССР Д.А. Супруненко. Вячеслав Сергеевич увлекся этим направлением, и после изменения темы диссертации начал интенсивно работать над задачами дискретной оптимизации под руководством канд. физ.-мат. наук А.Ш. Блоха. За два года В.С. Танаев подготовил кандидатскую диссертацию “Решение специальных классов задач теории расписаний”, которую защитил в июне 1965 г. В начале 1965 г. В.С. Танаев перешел на работу в Институт технической кибернетики (ИТК) АН БССР, только что образованный на базе лабораторий кибернетического профиля Института математики и вычислительной техники. С ИТК связана практически вся последующая научная и трудовая деятельность Вячеслава Сергеевича.

В 1966 г. В.С. Танаев организовал лабораторию дискретного программирования, основными направлениями исследований которой были задачи теории расписаний и разработка методов решения сложных оптимизационных задач в проектировании и управлении. В 1970 г. он перешел на работу в Минский филиал НИИ автоматической аппаратуры. В 1971 г. возвратился в ИТК и возглавил лабораторию управляющих систем (переименованную позднее в лабораторию математической кибернетики), продолжая исследования, начатые в лаборатории дискретного программирования. В это время основные научные интересы В.С. Танаева связаны с разработкой декомпозиционных методов решения сложных оптимизационных задач. По результатам этих исследований им подготовлена докторская диссертация “Параметрическая декомпозиция экстремальных задач”, успешно защищенная в 1977 г. в Вычислительном центре АН СССР. В 1980 г. В.С. Танаеву присвоено ученое звание профессора по специальности “математическая кибернетика”. В 1970–1990 гг. защитили кандидатские и докторские диссертации в области математических методов оптимизации и теории расписаний ученики Вячеслава Сергеевича, сформировалась научная школа. В 1987 г. В.С. Танаев назначен исполняющим обязанности директора, а в 1988 г. – директором ИТК АН БССР (с 2002 г. – Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси).

Многогранной была научно-организационная деятельность В.С. Танаева. Он являлся научным руководителем государственных программ фундаментальных исследований “Интеллект” и “Инфотех”, государственной научно-технической программы “Информационные технологии”, совместных белорусско-российских программ “Космос-БР” и “СКИФ”, заместителем академика-секретаря Отделения физики, математики и информатики НАН Беларуси, заместителем главного редактора журнала “Весті НАН Беларусі. Серыя фізіка-матэматычных навук”, председателем совета по защите диссертаций при ИТК НАН Беларуси и членом советов по защите диссертаций при Институте математики НАН Беларуси и Белорусского государственного университета, президентом Белорусского общества исследования операций, действительным членом Института инженеров-электриков (Institution of Electrical Engineers). С именем Вячеслава Сергеевича Танаева связано развитие в Республике Беларусь разработок в области суперкомпьютерных технологий и использования информационных технологий в космических исследованиях. В 1994 г. он был избран членом-корреспондентом, а в 2000 г. – действительным членом НАН Беларуси.

Академик НАН Беларуси В.С. Танаев внес крупный вклад в решение ряда проблем исследования операций. Результаты его работы опубликованы в девяти монографиях [1–9], научно-методическом пособии [10] и 120 научных статьях и докладах. Он читал курсы лекций в Белгосуниверситете по исследованию операций, теории расписаний, методам оптимизации. Им подготовлено 18 кандидатов наук, пять из которых защитили докторские диссертации. За выдающиеся научные достижения и плодотворную педагогическую деятельность В.С. Танаеву в 1995 г. присвоено почетное звание “Заслуженный деятель науки Республики Беларусь”. В 1998 г. за цикл научных работ “Модели и методы теории расписаний” В.С. Танаеву и группе его учеников присуждена Государственная премия Республики Беларусь в области естественных наук, а в 2001 г. за монографию “Теория расписаний. Групповые технологии” – премия Национальной академии наук Беларуси. В 1981 г. награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР. Награжден медалью Международной академии наук информатизации, информационных процессов и технологий (г. Москва, 1999 г.). За большой вклад в работы по космической тематике организация “Ветераны космоса” (г. Королев) в 2000 г. наградила В.С. Танаева почетным знаком “За освоение космоса”. Научные труды В.С. Танаева оказали и продолжают оказывать влияние на развитие теории расписаний, исследования операций, математического программирования и других разделов прикладной математики не только в Беларуси, но и за ее пределами.

Ниже приводится краткий обзор основных научных результатов В.С. Танаева.

2. Теория расписаний и смежные вопросы

Начиная с первой половины 1960-х и до конца 1990-х гг. В.С. Танаев активно работал в области теории расписаний. Из девяти подготовленных им монографий шесть относятся к этой тематике.

Одна из первых работ В.С. Танаева посвящена обобщению известной задачи Беллмана-Джонсона построения оптимального по быстродействию расписания обслуживания n требований двумя последовательными приборами. Построена функция, определенная на множестве перестановок, и разработан алгоритм ее минимизации, имеющий ту же временную сложность $O(n \log n)$, что и алгоритм Джонсона, и позволяющий решать как задачу Беллмана-Джонсона, так и многие ее обобщения.

Ранние работы В.С. Танаева связаны с исследованием многостадийных обслуживающих систем с операторами переноса – устройствами, осуществляющими перемещение требований с одного прибора на другой. Критерием является максимизация производительности системы. Задача с фиксированным числом операторов переноса и идентичными требованиями сведена к поиску оптимума в классе периодических расписаний. Для задачи с неограниченным числом операторов переноса и различными требованиями предложена двухэтапная схема решения. На первом этапе строится сведение к задаче коммивояжера и находится оптимальная перестановка, определяющая расписание обслуживания требований приборами. На втором этапе отыскивается минимальное число операторов переноса и расписание их работы.

С начала 1970-х гг. В.С. Танаев уделяет значительное внимание задачам, в которых существенную роль играют директивные сроки завершения обслуживания требований. Рассматриваются два типа задач. В задачах первого типа необходимо построить расписание, допустимое относительно заданных директивных сроков. В задачах второго типа отыскивается расписание, минимизирующее функцию штрафа, зависящую от директивных сроков. Совместно с В.С. Гордоном предложен метод ветвей и границ для минимизации взвешенного числа запаздывающих требований, обслуживаемых одним прибором и поступающих в обслуживающую систему одновременно. В случае одновременного поступления исследованы свойства оптимальных расписаний, выявлены полиномиально разрешимые специальные случаи задачи и предложены алгоритмы их решения. Для одностадийной системы из идентичных приборов установлены необходимые и достаточные условия, при выполнении которых все требования могут быть обслужены в заданные директивные сроки.

Важным с практической точки зрения и интенсивно исследуемым до сих пор является класс задач, в которых допускаются прерывания процесса обслуживания требований. Для одностадийной системы из идентичных приборов В.С. Танаев получил достаточные условия существования оптимального расписания без прерываний процесса обслуживания требований: целевая функция должна быть неубывающей и ϵ -квазивыпуклой. Для задачи минимизации максимального штрафа при обслуживании одновременно поступающих частично упорядоченных требований одним прибором предложены полиномиальные алгоритмы решения при допущении прерываний. Если на множестве требований задано произвольное отношение предшествования, то временная сложность соответствующего алгоритма – $O(n^2)$. Для древовидного отношения сложность предложенного алгоритма равна $O(n \log n)$.

Исследование ситуаций, в которых на множестве требований задано отношение предшествования, занимают существенное место в работах В.С. Танаева. Один из заметных результатов этого направления (получен совместно с В.С. Гордоном), состоит в следующем. Для задачи построения расписания, минимизирующего сумму экспоненциальных функций штрафа, предложен алгоритм сложности $O(n \log n)$ при условии, что заданное на множестве требований отношение предшествования

представимо в виде набора входящих деревьев. При этом для указанной целевой функции была построена вспомогательная функция, играющая ключевую роль в алгоритме и оказавшаяся тем, что позднее стали называть функцией приоритета.

Одной из особенностей научного творчества Вячеслава Сергеевича является работа на стыке различных разделов дискретной оптимизации. Примерами являются его результаты о разбиении конечных множеств на подмножества и построению оптимальных перестановок, сохраняющих заданное группирование элементов множества.

Исследованные задачи о разбиении имеют следующую трактовку в терминах детерминированных систем обслуживания. Множество требований поступает в некоторой фиксированной последовательности на обслуживание в систему, состоящую из m параллельных приборов, готовых к работе в разные моменты времени. Необходимо так распределить требования по приборам, чтобы суммарная стоимость их обслуживания была минимальной. При этом единица времени работы каждого прибора имеет собственную стоимость, и стоимость обслуживания каждого требования определяется функцией, зависящей от момента завершения его обслуживания. Для решения этой задачи предложен алгоритм временной сложности $O(n^m)$.

Поиск оптимальной перестановки, сохраняющей заданное группирование элементов, возникает, например, при разработке структуры обслуживающей системы, моделирующей цех гальванической или химической обработки изделий. Технологические последовательности прохождения стадий обработки одинаковы для всех изделий. Исходя из технологических соображений, множество приборов (ванн с химическими растворами), соответствующих всем m стадиям обработки, разбито на несколько подмножеств. При этом в одно подмножество могут попасть приборы, расположенные в разных частях технологической последовательности. Задано m линейно упорядоченных позиций, на которых могут размещаться приборы. Приборы, относящиеся к первому подмножеству, должны располагаться на первых m_1 позициях, приборы второго подмножества – на следующих m_2 позициях и т.д. Здесь m_r – мощность r -го подмножества. Необходимо найти порядок расположения приборов на позициях, при котором длина маршрута перемещения требования минимальна. Совместно с А.К. Санниковой для решения задачи предложен алгоритм временной сложности $O(m^2)$.

Ряд задач дискретной оптимизации (и теории расписаний в том числе) может быть сформулирован в терминах минимизации симметрических функций на подходящем конечном множестве векторов. Для таких задач В.С. Танаевым введено понятие минорантного множества векторов. Множество называется минорантным, если оно содержит единственный минимальный вектор в смысле отношения \leq при покомпонентном сравнении векторов. Показано, что алгоритм минимизации возрастающей симметрической функции на минорантном множестве обеспечивает минимизацию любой другой неубывающей симметрической функции на этом множестве. Отсюда, в частности, следует, что полиномиальная разрешимость задачи минимизации некоторой возрастающей симметрической функции на данном минорантном множестве векторов влечет полиномиальную разрешимость задачи минимизации любой неубывающей симметрической функции на этом же множестве. Установлено также, что NP-трудность задачи минимизации некоторой неубывающей симметрической функции на минорантном множестве влечет NP-трудность задачи минимизации на этом множестве любой возрастающей симметрической функции.

С середины 1960-х гг. В.С. Танаев уделяет значительное внимание изучению смешанных графов, которые представляли на тот период недостаточно изученный объект. Впоследствии оказалось, что именно смешанные графы позволяют строить адекватные модели многостадийных систем обслуживания и разрабатывать на их основе “рекордные” алгоритмы построения оптимальных расписаний. Задача построения расписаний, допустимых относительно заданного на множестве операций

отношения предшествования, сведена к задаче построения множества бесконтурных орграфов, порождаемых смешанным графом в результате замены всех его ребер дугами. При этом дуги смешанного графа задают ограничения на порядок выполнения операций. Ребро указывает на невозможность одновременного выполнения инцидентных ему операций (вершин). Расписание определяется бесконтурным орграфом, полученным из исходного смешанного графа путем замены всех его ребер дугами. В.С. Танаевым получены аналитические верхние оценки мощности множества порождаемых бесконтурных орграфов для полного смешанного графа. Поскольку в этом случае порождаются полные бесконтурные орграфы, то речь идет о переисчислении перестановок элементов частично упорядоченного множества. Для произвольного смешанного графа разработаны алгоритмы вычисления нижней оценки мощности множества порождаемых орграфов. Доказано утверждение о том, что для любых двух порожденных бесконтурных орграфов G' и G'' можно построить последовательность порожденных бесконтурных орграфов G', G_1, \dots, G_n, G'' , которые отличаются от своих соседей ориентацией только одного ребра. Это утверждение позволяет строить такие последовательности орграфов, если задан начальный и конечный орграф последовательности.

В 1976 г. В.С. Танаевым введено понятие раскраски вершин смешанного графа. Под раскраской подразумевается назначение натуральных чисел (цветов) вершинам смешанного графа следующим образом. Цвета вершин, связанных ребром, должны быть различными. Номер цвета начальной вершины дуги не должен превосходить номера цвета конечной вершины этой дуги. Получены необходимые и достаточные условия существования раскраски вершин смешанного графа (совместно с Ю.Н. Сотсковым).

Известная задача Дилворта является частным случаем задачи о k -оптимальном разбиении частично упорядоченного множества на цепи при $k = 1$. Теорема Дилворта гласит, что минимальное количество цепей, на которые можно разбить частично упорядоченное множество, равно максимальному числу попарно несравнимых элементов этого множества. В задаче о k -оптимальном разбиении каждой цепи C сопоставлена функция $f(k, C) = \min\{k, |C|\}$. Разбиение называется k -оптимальным, если при данном k сумма значений функций $f(k, C)$ по всем цепям разбиения минимальна. В.С. Танаев получил необходимые и достаточные условия принадлежности максимальной (по включению) цепи k -оптимальному разбиению.

3. Параметрическая декомпозиция оптимизационных задач

Повышенные требования к качеству и оперативности принятия решений в социально-экономических, производственных и технических системах ограничивают во многих случаях возможность непосредственного использования известных “универсальных” методов решения сложных оптимизационных задач, и возникает необходимость в разработке специальных методов, позволяющих учитывать особенности решаемых задач. Одним из перспективных при разработке таких методов оказалось направление, основанное на декомпозиционных подходах. Развитие таких подходов – исключительно важная в практическом и сложная в научном отношении проблема – заинтересовало В.С. Танаева еще в начале 1970-х годов.

В течение ряда лет В.С. Танаев совместно с Г.М. Левиным разрабатывали общую теорию параметрической декомпозиции задач оптимизации. В основу этой теории положена идея параметризации исходной задачи, приводящая к ее декомпозиции в некоторую совокупность иерархически взаимосвязанных более простых подзадач. В рамках этой теории разработана общая схема параметрической декомпозиции и получены достаточные условия ее применимости. При этих условиях исследованы взаимосвязи стационарных областей и областей локальных минимумов целевых функций получаемых подзадач и исходной задачи **A**. Выявлен ряд причин, по кото-

рым стационарные и локальные области исходной задачи **A** порождают аналогичные области в получаемой в результате декомпозиции подзадаче нижнего уровня. Дана классификация стационарных (локальных) областей в координирующей подзадаче **B** верхнего уровня с точки зрения их взаимосвязей с аналогичными областями исходной задачи **A**. Установлено наличие нескольких типов таких областей. Показано, что области только одного типа оказывают существенное влияние на сложность решения подзадачи **B**. Доказано, что каждая стационарная (локальная) область этого типа в подзадаче **B** порождается соответствующей стационарной (локальной) областью исходной задачи **A**. Таким образом, число локальных областей этого типа в подзадаче **B** не превосходит числа локальных областей в исходной задаче **A**.

Полученные результаты позволяют осуществлять целенаправленную разработку эффективных многоуровневых декомпозиционных схем решения многих классов сложных оптимизационных задач. На базе этой теории в ИТК НАН Беларуси с участием В.С. Танаева разработаны методы решения ряда важных прикладных задач по принятию оптимальных проектных решений в САПР машиностроительных объектов.

Итоги развития этого этапа исследований были подведены в вызвавшей большой интерес монографии [7], а также в статьях обзорного характера [11] и [12]. Учитывая значимость проведенных исследований, В.С. Танаев был включен в Рабочую группу по декомпозиции и координации в сложных системах, созданную в 1988 г. при Комиссии по применению высокопроизводительных ЭВМ в научных расчетах АН СССР.

Широкое использование параметрической декомпозиции при разработке эффективных методов решения различных классов прикладных оптимизационных задач выявило целесообразность использования при этом и ряда дополнительных приемов, выходящих за рамки формальной схемы параметрической декомпозиции. Это обусловило необходимость развития на базе полученных ранее результатов общей теории так называемой расширенной параметрической декомпозиции, использующей параметризацию как единую основу комплексного применения техники декомпозиции и погружения получаемых подзадач в более простые в вычислительном отношении задачи. Такой подход позволил органически сочетать разумные стороны обоих приемов. Эта работа была успешно проведена В.С. Танаевым совместно с Г.М. Левиным и Л.Ф. Вериной в 1990-х гг. [13]. Полученные результаты открыли новые возможности в применении декомпозиционных подходов для решения сложных оптимизационных задач, возникающих в современных системах поддержки принятия решений в различных предметных областях.

4. Другие разделы прикладной математики

С середины 1960-х гг. во многих странах интенсивно разрабатываются табличные языки как одно из эффективных средств формального описания процедур принятия решений в различных ситуациях. В ИТК АН БССР были предложены таблицы применяемости, оказавшиеся удобным инструментом описания широкого круга задач выбора проектных решений в САПР. Возникла задача создания методов и средств автоматизации разработки эффективных алгоритмов и программ, реализующих процесс выбора решений на базе таких таблиц большой размерности, которая и привлекла внимание В.С. Танаева. Им совместно с М.П. Поваричем в 1974–1975 гг. исследованы свойства таблиц применяемости и разработаны методы синтеза граф-схем алгоритмов выбора решений по таким таблицам с минимизацией числа дуг в этих схемах. Разработан пакет программ, реализующий эти методы и позволяющий строить указанные граф-схемы, а также генерировать тексты программ выбора решений по этим граф-схемам, написанные непосредственно на алго-

ритмических языках (в частности, на языках АЛГОЛ и ФОРТРАН). Полученные результаты нашли отражение в монографии [9].

Большое внимание В.С. Танаев уделял использованию прикладной математики и информатики в других предметных областях. Значительный объем научных исследований выполнен непосредственно им и сотрудниками его лаборатории по разработке математических моделей и методов оптимизации проектных решений в САПР. Эти разработки были органично взаимосвязаны с уже упоминавшимися работами в области параметрической декомпозиции оптимизационных задач. Среди наиболее интересных работ этого направления можно отметить работы по оптимизации структуры и параметров дискретных технологических процессов обработки деталей на многопозиционном оборудовании, включая работы по оптимизации режимов многоинструментальной обработки на агрегатных станках и автоматических линиях. Интересно отметить, что эти разработки стимулировали начало исследований по параметрической декомпозиции оптимизационных задач и, одновременно, базировались на их результатах.

Практическое использование достижений исследования операций при разработке систем поддержки принятия решений в конкретных предметных областях предполагает наличие специальных программных средств решения широкого спектра “типовых” оптимизационных задач. Дефицит этих средств остро ощущался в 1960–1980-х гг. В.С. Танаев инициировал и возглавил в эти годы в своей лаборатории разработку таких программных комплексов. В частности, при его непосредственном участии были созданы пакеты программ для решения следующих классов оптимизационных задач: оптимального упорядочения, выпуклого программирования с линейными ограничениями, многошаговой оптимизации рекуррентно-монотонных функций, позиномиального программирования, минимизации суперпозиции рекуррентно-монотонных функционалов на путях орграфа. Работы выполнялись в рамках многофункционального пакета программ оптимизации для проектирования, планирования и управления, создаваемого совместно специалистами Беларуси, Прибалтики, Украины и России для вычислительных комплексов на базе ЕС ЭВМ.

5. Систематизация результатов в области теории расписаний и декомпозиции задач оптимизации

Невозможно, пытаясь представить творческую деятельность В.С. Танаева, обойти вниманием его работу по систематизации накопленных научных знаний. Прежде всего это касается теории расписаний. Существенную часть своего времени и сил Вячеслав Сергеевич отдавал подготовке монографий. Его “Введение в теорию расписаний” [1] (в соавторстве с В.В. Шкурбой), вышедшее в 1975 г. в издательстве “Наука” (Москва), сыграло заметную роль в подготовке специалистов в области теории расписаний как на территории СССР, так и в ряде стран восточной Европы. В 1984 и 1989 гг. то же издательство выпустило монографии [2] (в соавторстве с В.С. Гордоном и Я.М. Шафранским) и [3] (в соавторстве с Ю.Н. Сотсковым и В.А. Струсевичем), в которых представлены описания практически всех наиболее существенных результатов, опубликованных на тот момент в мировой научной литературе и касающихся детерминированных систем обслуживания. В [2, 3] подведен своеобразный итог 30-летнему развитию теории расписаний. Классификация и обзор приближенных методов решения задач построения оптимальных расписаний, приведенные в статье [14], дополняют книги [2, 3]. В 1994 г. издательство Kluwer Academic Publishers осуществило перевод на английский язык переработанных и дополненных версий этих книг [4, 5], сделав доступными для западного читателя многие результаты, опубликованные ранее только на русском языке. Последняя из этой серии монография [6] (в соавторстве с М.Я. Ковалевым и Я.М. Шафранским),

опубликованная в 1998 г., посвящена сравнительно молодому направлению теории расписаний – групповым технологиям.

В области декомпозиции оптимизационных задач В.С. Танаевым опубликованы две монографии в издательстве “Наука и техника” (Минск): [7] (в соавторстве с Г.М. Левиным) и [8]. В первой из них (1978) дано достаточно полное изложение полученных В.С. Танаевым и его коллегами результатов по параметрической декомпозиции оптимизационных задач и некоторым обобщениям этого метода. Детально рассмотрены декомпозиционные методы решения ряда прикладных задач, разработанные на базе параметрической декомпозиции. Вторая монография (1987) посвящена описанию основных подходов к построению декомпозиционных процедур решения задач математического программирования большой размерности.

В.С. Танаев постоянно поддерживал контакты с крупнейшим ВУЗом Беларуси – Белгосуниверситетом, читал там курсы лекций, организовал филиал кафедры Белгосуниверситета при ИТК АН БССР. Спецкурс по декомпозиционным методам решения оптимизационных задач, который он читал в этом ВУЗе в начале 1980-х гг., положен в основу монографии [8]. В 1994 г. издательство “Университетское” (Минск) опубликовало учебное пособие [10] (в соавторстве с Ю.Н. Сотсковым и В.А. Струсевичем) по календарному планированию. Занимаясь преподаванием, Вячеслав Сергеевич хорошо понимал необходимость популяризации научных знаний. В 1988 г. издательство “Знание” (Москва) выпустило его брошюру “Теория расписаний” [15].

Отличительной особенностью упомянутых монографий является реализация присущего В.С. Танаеву стремления к унификации терминологии и обозначений, обобщению и изложению различных результатов с единых методологических позиций.

В заключение отметим, что научные результаты В.С. Танаева оказали и продолжают оказывать существенное влияние на развитие ряда научных направлений. Созданная им научная школа в области теории расписаний и параметрической декомпозиции получила признание научной общественности. Несколько монографий В.С. Танаева стали настольными книгами целого поколения специалистов.

Начиная с 2003 г., раз в два года проводится Международная конференция “Танаевские чтения”, приуроченная ко дню рождения В.С. Танаева (в связи с юбилейной датой конференции 2009 г. перенесена на 2010 г.). Цель конференции – способствовать развитию фундаментальных и прикладных исследований в области теории расписаний, декомпозиции сложных задач оптимизации, планирования и управления производством. Тематика конференции постоянно расширяется и в настоящее время, наряду с перечисленными вопросами, включает и другие перспективные направления информационных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Танаев В.С., Шкурба В.В.* Введение в теорию расписаний. М.: Наука, 1975.
2. *Танаев В.С., Гордон В.С., Шафранский Я.М.* Теория расписаний. Одностадийные системы. М.: Наука, 1984.
3. *Танаев В.С., Сотсков Ю.Н., Струсевич В.А.* Теория расписаний. Многостадийные системы. М.: Наука, 1989.
4. *Tanaev V.S., Gordon V.S., Shafransky Y.M.* Scheduling Theory. Single-Stage Systems. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1994. 374 p.
5. *Tanaev V.S., Sotskov Y.N., Strusevich V.A.* Scheduling Theory. Multi-Stage Systems. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1994.
6. *Танаев В.С., Ковалев М.Я., Шафранский Я.М.* Теория расписаний. Групповые технологии. Минск: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 1998.
7. *Левин Г.М., Танаев В.С.* Декомпозиционные методы оптимизации проектных решений. Минск: Наука и техника, 1978.

8. *Танаев В.С.* Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования. Минск: Наука и техника, 1987.
9. *Танаев В.С., Поварич М.П.* Синтез граф-схем алгоритмов выбора решений. Минск: Наука и техника, 1974.
10. *Сотсков Ю.Н., Струсевич В.А., Танаев В.С.* Математические модели и методы календарного планирования. Минск: Изд-во Университетское, 1994.
11. *Верина Л.Ф., Левин Г.М., Танаев В.С.* Параметрическая декомпозиция экстремальных задач. Общий подход и некоторые приложения // Изв. АН СССР. Сер. Техн. кибернетика. 1988. № 1. С. 23–35.
12. *Гуцинский Н.Н., Левин Г.М., Танаев В.С.* Параметрическая декомпозиция задач минимизации сложных функций на параметризованных путях орграфов // Изв. АН СССР. Сер. Техн. кибернетика. 1990. № 6. С. 125–136.
13. *Левин Г.М., Танаев В.С.* Параметрическая декомпозиция задач оптимизации // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. 1998. № 4. С. 121–131.
14. *Kovalyov M.Y., Shafransky Y.M., Strusevich V.A.* et al. Approximation scheduling algorithms: a survey // Optimization. 1989. No. 6. P. 859–878.
15. *Танаев В.С.* Теория расписаний. М.: Знание, 1988.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.А. Лазаревым.

Поступила в редакцию 12.01.2010