

## Памяти профессора Владимира Иосифовича Гурмана



(26 сентября 1934 г. - 8 июня 2016 г.)

8 июня 2016 г. на 82-м году жизни скончался доктор технических наук, профессор Владимир Иосифович Гурман. Это был крупный ученый широкого диапазона и организатор науки, кончина которого является ощутимой потерей для российской теории управления и системного анализа.

Особой болью она отозвалась в иркутском математическом сообществе, поскольку в Иркутске Владимир Иосифович провел 15 лет плодотворной работы, создал своё научное направление и подготовил основную часть учеников кадров высшей квалификации.

В.И. Гурман был приглашен из Москвы для работы на математическом факультете ИГУ в 1973 г. деканом факультета Олегом Владимировичем Васильевым. К тому времени Владимир Иосифович был уже молодым доктором наук, известным специалистом в области оптимального управления и приверженцем самобытного научного направления Вадима Федоровича Кротова, концепциям которого он твердо следовал всю свою

жизнь. В.И. Гурман разрабатывал теорию так называемых вырожденных задач оптимального управления с экзотическими (для того времени) решениями, причем в теснейшей связи с многочисленными приложениями к динамике полета.

Приняв приглашение на переезд в Иркутск и возглавив в том же 1973 г. открытую «под него» кафедру АСУ (укомплектованную формально и в минимальном составе), В.И. Гурман вполне мог заняться учебно-методическим обеспечением специальности, одноименной с кафедрой, и создавать научное направление в соответствии со своими сложившимися научными интересами. Однако, после непродолжительного периода адаптации к ситуации и раздумий, Владимир Иосифович принимает неожиданное стратегическое решение, которое предопределило всю последующую его судьбу сосредоточить основные исследования формируемой кафедры на комплексе экологических проблем Прибайкальского региона и озера Байкал, бывших следствием антропогенной экономической деятельности.

Это стратегическое решение включало в себя, во-первых, разработку унифицированной концепции математического моделирования эколого-экономических систем регионального уровня, технологии её информационного наполнения (идентификации), увязку с моделями локальных объектов региона и, во-вторых, огромную работу по организации научного консорциума специалистов разных областей (экономистов, биологов, географов и т. д.), без которого столь комплексное исследование не могло выполняться лишь усилиями математиков.

В то время подобная постановка проблемы представлялась новаторской, если не сказать дерзкой, учитывая виртуальность коллектива, которому предстояло разрешать многочисленные вопросы. Никаких прецедентов подобных системных исследований в СССР не было, за исключением, возможно, работ группы А.Б. Горско из Ростова-на-Дону по проблемам Азовского моря. Не случайно у многих специалистов обращение к системному анализу вызывало и скепсис и иронию. Все сомнения могли развеять только признанные будущие результаты.

И они действительно были достигнуты, причем не только в новой

области математического моделирования, но и в традиционной для Владимира Иосифовича в оптимальном управлении.

Во-первых, в сжатые сроки открывшаяся кафедра АСУ была сформирована из молодых преподавателей матфака и переименована в кафедру теории систем (со специализацией по системному анализу). На ВЦ ИГУ была образована лаборатория информационных систем под эгидой кафедры. На этот «дуэт» была возложена львиная доля всего комплекса работ по моделированию, а также функции цементирующего ядра создаваемого консорциума. Именно из него впоследствии вышли четыре доктора наук из восьми прямых учеников Владимира Иосифовича; к ним еще следует добавить пять-шесть докторов, исследования которых базировались на концепциях математического моделирования и теории управления и на успех которых огромное влияние оказал В.И. Гурман. Если к этому добавить, что под руководством сотрудников кафедры теории систем (включая, в первую очередь, В.И. Гурмана) было защищено около тридцати кандидатских диссертаций, то станет ясно, сколь богатую когорту кадров высокой квалификации удалось подготовить В. И. Гурману в иркутский период деятельности.

Нельзя не остановиться и на активной учебно-методической работе кафедры: помимо традиционной для университетов специализации, кафедра разрабатывала и вела ряд уникальных курсов и спецкурсов, например, «Управление природными ресурсами», «Математика для биологов» и пр.; было выпущено более десятка учебных пособий и свыше тридцати методических разработок (в том числе для школьников). Сотни студентов прошли специализацию по кафедре теории систем, и многие из них сделали здесь первые шаги в науке, а затем работали (и работают) на матфаке, в ИрВЦ СО АН (ныне ИДСТУ СО РАН), других академических институтах и вузах.

Но это только один «фронт» организационно-научной деятельности В.И. Гурмана. Был и второй, не менее важный и трудный, организация упомянутого выше консорциума из специалистов различных областей. Для человека, только что приехавшего в Иркутск и незнакомого с основными научными школами города, не обладавшего никакими административными и финансовыми ресурсами, шансы на успех объективно выглядели

призрачными. Но только не для Владимира Иосифовича! Его энтузиазм, неукротимая энергия, вера в научную и прикладную значимость системных исследований убедили маститых ученых поддержать масштабное исследование, и консорциум был создан. В него вошли ученые не только Иркутска, но и Улан-Удэ. Управление мегапроектом замыкалось на В.И. Гурмане.

Ретроспективно результаты его исследований таковы. В 1978, 1980, 1981 гг. в издательстве «Наука» вышли в свет коллективные монографии, в которых были сформулированы основные концепции типовой эколого-экономической модели «Регион» и ряд моделей локальных объектов (все это с намеченной привязкой к Байкальскому региону). По следующие более двадцати монографий были посвящены технологии работы с моделями методам идентификации, обеспечения информацией, разработке сценарных, прогнозных расчетов и их численной реализации (ввиду больших размерностей моделей все составляющие технологии были отнюдь не тривиальными).

Эти результаты не остались на бумаге и получили признание: была сформулирована и выполнена программа СО АН СССР и Мин вуза РСФСР «Регион» с конкретными результатами для Байкальского региона, лесного комплекса Иркутской области, реализованными в виде информационно-программных комплексов и пакетов прикладных программ. В 1984 г. директор ИрВЦ СО АН Владимир Мефодьевич Матросов пригласил В.И. Гурмана для работы в новом коллективе (без отрыва от кафедры), где им была создана лаборатория системного анализа. Примерно в то же время В.И. Гурман возглавлял научный совет при Президиуме Иркутского научного центра АН СССР. Круг задач и обязанностей нарастал, но расширялись и возможности консорциума. Результаты его исследований использовались при подготовке Генеральной концепции развития производственных сил Байкальского региона, концепции устойчивого развития Иркутской области, ГНТП «Безопасность», программы ГЭФ «Сохранение биоразнообразия» и др. Организация междисциплинарных исследований, безусловно, занимала преобладающую часть времени и творческих сил Владимира Иосифовича. Но это удивительно гармонировало с его «антикабинетным» стилем ученого, любившего природу, походы, путешествия и экспедиции. В комбинации все

это составляло пример гражданской позиции ученого.

На этом фоне фундаментальные исследования по теории управления, которые отнюдь не прекращались, сместились как бы на задний план. Но это сугубо поверхностное впечатление; достаточно сказать, что кандидатские диссертации всех сотрудников В.И. Гурмана, даже жестко ориентированные на задачи системного анализа, базировались на теории управления или, по крайней мере, заканчивались нетривиальными численными расчетами. При этом использовались методы и задачи отнюдь не из «старого багажа», а разработанные уже на иркутской земле и во многом стимулированные прикладными проблемами (подробнее об этом см. уже упомянутую статью).

В итоге В.И. Гурман стал безусловным основателем иркутской школы системного анализа и одним из «отцов» известной иркутской школы оптимального управления.

А впереди был еще почти тридцатилетний период плодотворной работы в подмосковном г. Переславле-Залесском в тяжелые времена, когда пресловутая «невидимая рука рынка» определила для науки и образования «равновесие темного века». Эту работу с полным правом можно назвать миссионерской и социально направленной образование университета, кафедры, участие в организации Института программных систем РАН, выполнение обязанностей заместителя директора в этом институте. И наряду с этим российские и международные гранты для научных исследований, организация международных симпозиумов по обобщенным решениям задач управления под эгидой ИФАК и т. д. вплоть до конца пути.

И в переславский период В.И. Гурман не забывал Сибирь организовывал конференции, участвовал в серии молодежных конференций, регулярно выступал на семинарах в Иркутске, читал лекции, консультировал молодых ученых вообще был в курсе научной жизни Иркутска. Больше того, с 2005 по 2015 г., Владимир Иосифович работал по совместительству на кафедре прикладной математики Бурятского государственного университета, где «вахтовым методом», дважды в год читал три потоковых курса и руководил выпускными работами студентов. Наши коллеги из Улан-Удэ отмечают не только его добросовестность на учебном поприще, но и важнейший вклад в организацию и работу

диссертационного совета в БГУ.

Всем нам повезло встретить на жизненном пути замечательного человека и ученого широчайшего диапазона Владимира Иосифовича Гурмана. Светлая память о нем навсегда сохранится в наших сердцах.

А.В. Аргучинцев, И.В. Бычков, В.А. Батурин,  
В.А. Дыхта, Г.А. Шишкин

## Научное творчество В.И. Гурмана

Угнетающе печальная весть пришла к нам 8 июня 2016 г. на 82-м году жизни скончался наш Учитель, доктор технических наук, профессор Владимир Иосифович Гурман. Так трагично завершилось почти полугодовое тревожное ожидание у его многочисленных учеников, последователей и коллег из разных уголков России, наступившее после нелепой и тяжелой травмы на лыжне, полученной Владимиром Иосифовичем, и последовавшей затем сложной операции, которую даже его тренированный организм перенести, к сожалению, не смог.

Такой исход человека, находившегося на взлете творческих сил, воли не грядущих планов и энергии, стал громом среди ясного неба. И это не трафаретное сопровождение исхода - только что Владимир Иосифович «выпустил» двух докторов наук, а в 2015–2016 гг. опубликовал более десятка статей по оптимальному управлению и системному анализу. В памяти некоторых «счастливчиков» наверняка остался просто блестящий доклад Владимира Иосифовича, сделанный им на семинаре в ИДСТУ СО РАН осенью 2015 г. Он был посвящен одной задаче из квантовой механики, которую Владимир Иосифович изящно решил аналитически своим излюбленным, оригинальным методом преобразования к производной задаче. И что примечательно, в ответ вошел некоторый параметр управляемости  $\gamma \approx \pi/2$ , в то время как в известных публикациях по этой задаче численными методами улавливались значения  $\gamma \approx 1, 57 \dots$ , но никакой связи с  $\pi/2$  замечено не было. Ясно, что красивый ответ в терминах  $\pi/2$  не случаен и связан с глубинной природой рассматриваемой квантовой модели.

Как оказалось, это была моя последняя личная встреча с Владимиром Иосифовичем, если не считать телефонного разговора в канун Нового, 2016 г.; в нем мы, конечно, обменялись поздравлениями и Владимир Иосифович напомнил об обещанной статье в инициированную им книгу (или спецвыпуск журнала), посвященную памяти своего Учителя, научного кумира и коллеги Вадима Федоровича Кротова. Но судьба вынудила нас готовить выпуск этого журнала в память о Владимире Иосифовиче. . .

В этой заметке я попробую отразить научные результаты творчества Владимира Иосифовича в целом и его организационную и педагогическую деятельность во время пятнадцатилетней работы в Иркутске.

Родился В. И. Гурман 26 сентября 1934 г. в Москве, где прошел первый период его научного пути, хотя школу он заканчивал во Владивостоке: его отец был военным. В 1957 г. Владимир Иосифович окончил Московский авиационный институт, в 1964 г. защитил кандидатскую (ДСП) «Развитие и приложение в динамике полета новых методов вариационного исчисления», а в 1969 г. докторскую «Метод кратных максимумов и задачи оптимального управления». На формирование научных концепций В. И. Гурмана определяющее влияние оказал В. Ф. Кротов, а также участие в работе научных семинаров коллективов И.В. Остославского в МАИ и Д.Е. Охоцимского в МГУ.

К тому времени кротовское направление уже ярко заявило о себе, во-первых, оригинальностью базовых достаточных условий оптимальности смелым снятием дифференциальных связей посредством некоторой вспомогательной функции и обобщенного лагранжиана задачи (теперь уместно называть его кротовианом), во-вторых, эффектными аналитическими решениями целой серии задач динамики полета (достаточно взглянуть на список публикаций В. И. Гурмана), и, возможно, самое главное, экзотичностью предъявляемых оптимальных решений в форме минимизирующих последовательностей двух предельных типов скользящих и импульсных режимов.

Первый тип был более или менее известен специалистам в контексте теорем существования оптимального управления и расширения задач путем овыпукления множества скоростей управляемой системы, например, по Р. В. Гамкрелидзе. Это позволяло применять для анализа оптимальности скользящих режимов принцип максимума расширенной задачи и некоторые необходимые условия для так называемых особых режимов. Но все они носили проверочный характер, а в работах В.Ф. Кротова и (более целенаправленно) В. И. Гурмана развивался метод кратных максимумов параллельного нахождения скользящих режимов и исследования их на оптимальность. Эти работы способствовали всплеску интереса к скользящим режимам как в теории, так и в приложениях.

Особо необходимо остановиться на задачах со вторым типом минимизирующих последовательностей, которые в пределе порождают обобщенные решения с разрывными траекториями, называемые ныне импульсными режимами. В то время их строгая формализация была дана для линейных задач в работах уральской школы Н.Н. Красовского и в некоторых зарубежных публикациях. Что же касается нелинейных задач, то их формализация (т. е. описание обобщенных решений) была получена много позднее путем привлечения разрывной замены времени и импульсных управлений типа распределений первого порядка (в частности, векторных мер Бореля). Но для школы Кротова такая формализация была и не нужна в ее традициях было рассматривать задачи на множестве последовательностей обычных процессов, – а тогда все, что требовалось, уметь находить разрывную траекторию оптимального импульсного режима (магистраль задачи) и конструировать для нее аппроксимирующую последовательность (по функционалу).

В.И. Гурман разработал метод, отвечающий указанным требованиям для широкого класса задач от линейных по неограниченному управлению до оптимизации дифференциальных включений с неограниченным множеством скоростей. Первоначально он рассматривался как специализированный вариант метода кратных максимумов частичного задания разрешающей функции Кротова как гладкой суперпозиции первых интегралов вспомогательной (предельной) системы, описывающей «быстрые движения» и скачки обобщенной траектории; но затем был сделан важнейший шаг – переход к производной задаче

меньшего порядка в фазовом пространстве первых интегралов, которая совершенно независима от достаточных условий Кротова. В своей статье 1972 г. («Автоматика и телемеханика», № 12) Владимир Иосифович наиболее полно изложил обоснование и идеологию метода преобразования к производной задаче, которым следовал до конца своего пути. В ней можно найти неизменные атрибуты современной теории импульсного управления конус предельных (рецессивных) направлений множества скоростей системы, предельную систему с ее интегральным многообразием и замену времени с ростками другой, так сказать, «канонической» производной управляемой системы, которая ныне и применяется для описания обобщенных решений и сведения расширенной задачи импульсного управления к обычной.

Конечно, преобразование к производной задаче применимо для управляемых систем «не общего положения» предельная система должна иметь нетривиальный набор первых интегралов (в системах, линейных по управлению, это предположение сводится к условию Фробениуса зануления скобок Ли векторных полей при управлении). Но что удивительно в сочетании с некоторыми сопутствующими приемами эвристического характера (оценок множеств достижимости) этого вполне «хватало» В. И. Гурману и его последователям для решения интересных задач динамики полета, а впоследствии робототехники, квантовой электроники, экономики и экологии. Это постоянное и пристальное внимание к прикладным задачам было характерной чертой Владимира Иосифовича и другого авторитета в области вырожденных задач динамической оптимизации Станислава Тимофеевича Завалишина (г. Екатеринбург) и его исследовательской группы. В то же время сложилось так, что последующие обобщения рассматриваемых задач и результатов, безусловно, важные в математическом плане, весьма скудно пополняли «копилку» исследованных моделей. Причина, на мой взгляд, кроется в том, что полученные результаты не исследуются сами по себе и авторы «не заставляют их работать», как говорил в подобных ситуациях А. А. Милютин; возможно, для этого необходимо глубже изучать редуцированную задачу оптимизации в «канонической» производной системе, а не ограничиваться расшифровкой в терминах исходной модели принципа максимума для редуцированной задачи.

Я попытался рассказать о результатах В. И. Гурмана московского периода его творчества, которые отражены в монографиях 1969 и 1973 гг., ставших весьма цитируемыми и популярными. К этому, наверное, надо добавить, что то была замечательная пора, когда наблюдался бум интереса к оптимальному управлению: в многочисленных публикациях победоносно шествовал выдающийся принцип максимума Понтрягина, который непрерывно обобщался «на более высокие порядки», сложные ограничения и на задачи управления распределенными системами. Вся эта динамика сопровождалась развитием теории необходимых условий в абстрактных экстремальных задачах на базе выпуклого анализа, который завершал свое формирование, и многозначного анализа, получившего толчок к своему становлению. Почти очевидно, что в этом потоке кротовское направление выделялось своеобразием (наряду со школой Н. Н. Красовского).

И вот в 1973 г. Владимир Иосифович получает приглашение на работу в Иркутске от руководства математического факультета ИГУ. Молодой, семилетний факультет уверенно вставал на ноги, быстро расширялся, но с квалифицированными кадрами было напряженно. Молодой доктор призван был организовать новую кафедру (она была названа АСУ), соответствующий учебно-методический цикл (специализацию) и создать научное направление. С тем научным багажом и авторитетом, с которыми Владимир Иосифович прибыл в Иркутск, кардинальных проблем, казалось бы, не было направление ясно. Но тут Владимир Иосифович совершает крутой зигзаг и направляет основные усилия в область математического моделирования эколого-экономических процессов и систем. Я не знаю мотивов, которыми руководствовался Владимир Иосифович, принимая столь смелое решение, то ли красоты Байкала и сибирские просторы подействовали, то ли (что более глубинно) осознание актуальности проблематики, но только молодые сотрудники формируемой кафедры тоже были ориентированы в новом направлении; сменилось и название кафедры она стала называться кафедрой системного анализа. Этот поворот predetermined научную судьбу Владимира Иосифовича на всю жизнь.

Интересен метод Владимира Иосифовича формирования новой кафедры практически с нуля (лишь один сотрудник, приглашенный из Томска А. И.

Москаленко, был кандидатом наук). Владимир Иосифович беседовал с молодыми, талантливыми преподавателями факультета (благо такой выбор был), знакомился с их дипломными работами (иногда с первыми публикациями) и «выставлял» на семинар кафедры (первое время он собирался два раза в неделю). По этой схеме костяк кафедры сложился достаточно быстро и так удачно, что уже через 5 лет, в 1978 г. вышла монография «Модели природных систем» при активном участии кафедры, а затем в 1980 и 1981 гг. еще 2 коллективных монографии в издательстве «Наука» (см. ниже список избранных трудов Владимира Иосифовича).

И что примечательно: надо иметь в виду, что Учитель и ученики стартовали в новом направлении с нулевой базой (!), так что обучались в ходе исследований одновременно, и «пахать» приходилось как на «золотом научном прииске». А при этом еще готовить и читать уникальные учебные курсы и спецкурсы, например, «Модели управления природными ресурсами», «Динамика биологических популяций», «Нормирование воздействий на динамические системы», «Идентификация моделей», «Математическая экономика» и т.д. Владимир Иосифович блестяще читал потоку курс «Математические модели оптимального управления», и вообще курсы математического плана, связанные с управлением и оптимизацией, тоже велись кафедрой. Очень большую помощь во всех этих делах оказывали сотрудники лаборатории информационных систем, созданной на ВЦ ИГУ под началом кафедры по инициативе Владимира Иосифовича.

По логике теперь следовало перейти к изложению основных результатов, полученных в новом направлении. Но охарактеризовать содержание почти тридцати монографий совершенно невозможно. Поэтому остановлюсь на основополагающих идеях Владимира Иосифовича, которые коллектив воплощал в жизнь.

Во-первых, нужно было выбрать «масштаб» объекта моделирования, и Владимир Иосифович предложил «замахнуться» на некоторый гипотетический «Регион» (прототипом у нас первоначально был Байкальский). Для эколого-экономической модели «Региона» в целом следовало выбрать некоторое унифицированное, достаточно простое

описание (модель верхнего уровня), причем в нем показатели экономики, природных ресурсов, негативных ресурсов типа загрязнений и восстановительных отраслей их очистки должны были войти «на равных» (однотипно). После ряда дискуссий мы остановились на существенно модифицированном, линейном варианте динамической модели Леонтьева. Конечно, на такой модели можно было получать только весьма агрегированные показатели состояния «Региона», но зато коэффициенты модели имели ясный содержательный смысл, облегчающий ее идентификацию.

На втором уровне мыслился комплекс частных, детализированных моделей объектов или процессов «Региона», представляющих интерес (динамика популяций, лесных ресурсов, процесса загрязнения реки и т. д.). Авторам таких моделей никаких требований к структуре не предъявлялось, но они отвечали за их идентификацию и установление связей с моделью верхнего уровня.

Наконец, на третьем уровне (который мог и отсутствовать) могла быть модель уникального объекта (у нас Байкал), в достаточной степени автономная.

Даже это краткое изложение концепции региональной эколого-экономической системы дает представление о том, какой громадный объем работы требовалось выполнить. Причем для этого необходимы были разноплановые специалисты: экономисты, биологи, географы, ихтиологи, гидродинамики и т. д. И лишь благодаря энтузиазму, неистощимой энергии, умению разъяснять и убеждать, которыми обладал Владимир Иосифович, постепенно удалось сформировать эффективную «сборную команду» из специалистов институтов АН и вузов, причем не только Иркутска, но и Улан-Удэ. Замечу, что в 1984 г. Владимир Иосифович был приглашен В.М. Матросовым на работу в ИрВЦ СО АН (ныне ИДСТУ СО РАН), где создал еще одну лабораторию системного анализа. Если добавить плоды организационной деятельности Владимира Иосифовича в Переславле университет, кафедра, зам. директора по науке молодого Института программных систем РАН, то можно только поражаться таланту и подвижничеству Владимира Иосифовича.

Ну а как же увлечение молодости теория управления? Конечно, Владимир Иосифович ее не оставил, причем много внимания уделял оригинальным постановкам задач, возникавшим в процессах моделирования. Я коснусь их чуть ниже, а начну с результатов традиционного плана.

В части достаточных условий в регулярных задачах были получены квадратичные условия слабого и сильного минимума, на базе которых разработаны соответствующие методы улучшения управления. Здесь мне хочется сделать замечание, устраняющее многолетнее недоразумение в отношении численных методов улучшения управления, «основанных на достаточных условиях Кротова» (в локальном варианте в группе «вычислителей В.И. Гурмана», и в глобальном у В.Ф. Кротова). Сама правомочность постановки вопроса об улучшении на основе достаточных условий оптимальности противоречила традициям и вызывала недоумение. Я утверждаю, что в действительности обсуждаемые методы основаны именно на необходимых условиях оптимальности (не замеченных в тот период): эти условия используют ту же конструкцию обобщенного лагранжиана, что и достаточные условия, но совершенно иным, более осторожным способом. (Достаточно проанализировать кардинальную смену операций максимума и минимума в оценках отклонения текущего значения функционала от оптимального). Этот вердикт тесно связан с серией последних работ автора по необходимым условиям оптимальности с позиционными управлениями спуска по функционалу (см., например, Дыхта В.А. *Вариационные необходимые условия оптимальности с позиционными управлениями спуска в задачах оптимального управления // Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 462, № 6. – С. 653–656.*).

Для вырожденных задач с неограниченным множеством скоростей было формализовано понятие импульсных режимов, согласованное с методом производной задачи; для них установлен вариант принципа максимума, не требующий знания первых интегралов в аналитической форме. Для модифицированного, симметричного преобразования к производной задаче удалось продвинуться значительно дальше и получить полную систему квадратичных необходимых и достаточных условий локальной оптимальности импульсных режимов, причем в первом порядке ответ

носил характер вариационного принципа максимума, не сводящегося к стандартному, даже если исследуемый режим обычный.

В 1976 г. Владимир Иосифович ввел понятие сложных процессов и рассмотрел соответствующую нестандартную задачу оптимального управления. Суть задачи состояла в следующем. Задано некоторое конечное множество возможных состояний системы и в каждом из них множество допустимых для него состояний перехода (все это можно задавать с помощью соответствующего графа). В каждом из состояний действует непрерывная управляемая система. Требуется найти такую конечную последовательность переходов из начального состояния в финальное и такие управления в каждом состоянии из последовательности переходов, чтобы обеспечить минимум некоторого функционала.

Для этой многоэтапной задачи Владимир Иосифович предложил здравую идею ее трактовки как дискретно-непрерывного процесса оптимизации. Тогда в соответствующем обобщении условий Кротова естественным образом появлялись две разрешающие функции (для дискретных переходов функционал). Эта очень удачная формализация позволила разработать реализуемые методы улучшения процесса, которые использовались затем во многих прикладных задачах. Если я не ошибаюсь, то сама мысль о введении понятия сложного процесса возникла у Владимира Иосифовича в связи с одной задачей замечательного российского механика В.В. Белецкого об управлении движением двуногого манипулятора. Это сложное движение удачно вписывалось в предложенную модель, что позволило получить решение задачи.

В последние годы жизни Владимир Иосифович вновь обратился к задачам такого типа, но в более сложных вариантах, и в совместных работах с И.В. Расиной существенно усилил результаты и пополнил «копилку» приложений. (Это завершилось защитой докторской диссертации Ирины Викторовны.)

Еще одна необычная задача, навеянная моделированием экологических систем (впрочем, могут быть и другие), это нормирование воздействий на

динамическую систему. В этой задаче требуется сформировать такое возможно более широкое множество допустимых значений управления, чтобы все траектории динамической системы с управлениями из этого множества не покидали заданного множества в фазовом пространстве (заданные экологические ограничения должны выдерживаться).

Общий подход, развитый для этой задачи, состоял в построении внешних оценок множества достижимости данной системы с помощью векторной функции Кротова (это давало систему неравенств, содержащих множество допустимых управлений), а затем рассматривалась экстремальная задача на выбор возможно «богатого» множества управлений из условия вложения оцененного множества достижимости в предписанное фазовое множество. Этот подход был весьма эффективно реализован в серии экологических приложений.

Математически задача нормирования переключается с задачей о сильной инвариантности решений динамических систем; возможна ее содержательная переинтерпретация, связанная со свойством слабой инвариантности (хотя бы одна траектория системы должна выдерживать фазограничения). К сожалению, дальнейшие исследования по задаче нормирования и ее приложениям как-то затухают.

Комплексы созданных программ по оптимизации и параметрической идентификации применялись в серии весьма ответственных работ по управлению движением вертолетов Ка-26, Ка-32, Ка-50 (по договору с АО «Камов»), вертолетов серии Ми (по договору с ЛИИ), ракет средней и малой дальности (по договору с ЦНИИАГ).

В иркутский период деятельности Владимир Иосифович написал и издал 3 монографии по теории оптимального управления, еще две подготовлены коллективом авторов (в актив, наверное, можно занести и 4 монографии учеников Владимира Иосифовича, которые вряд ли увидели бы свет без его влияния и поддержки).

В 2013 г. во время торжеств в Иркутске, посвященных 40-летию кафедры теории систем, Владимир Иосифович несколько раз воодушевленно констатировал по поводу своего иркутского периода: «Я оказался в

нужное время в нужном месте». Конечно, это было очень приятно слышать.

Ну а нам, ученикам, несказанно повезло работать и общаться с таким интеллигентным, демократичным, отзывчивым человеком и ученым широчайшего диапазона.

В.А. Дыхта

### **Избранные публикации В. И. Гурмана**

1. Развитие и приложение в динамике полета новых методов вариационного исчисления, Кандидатская диссертация, 1964 (ДСП), 120 с.
2. Об оптимальных процессах особого управления, Автоматика и телемеханика, 1965, №5, с. 782-791.
3. Метод исследования одного класса оптимальных скользящих режимов, Автоматика и телемеханика, 26:7 (1965), с. 1169-1176.
4. Об оптимальных скользящих режимах в вариационных задачах динамики полета, Исследование по динамике полета, Машиностроение, 1965 (соавт. Кротов В. Ф.).
5. Об оптимальных траекториях реактивного аппарата в центральном поле, Космические исследования, 1965, №3.
6. Метод кратных максимумов и условия относительной оптимальности управляемых процессов, Автоматика и телемеханика, 1965, №12.
7. Структура оптимальных режимов движения ракет в однородном гравитационном поле, Космические исследования, 4 (1966), с. 705-711.
8. К вопросу об оптимальности особых режимов движения ракет в

центральном поле, Космические исследования, 1966, №4.

9. Статья на спецтему, ЦАГИ, 1966 (соавт. Григорьев К. Н., Рощина А. А.).

10. Об оптимальных траекториях между неориентированными орбитами в центральном поле, Космические исследования, 1966, №3.

11. Исследования по оптимизации управляемых процессов», ИВУЗ, Авиационная техника, 1967, №9 (соавт. Остославский И. В.).

12. Метод кратных максимумов и задачи оптимизации космических маневров, Труды II Циолковских чтений (Калуга, 1968).

13. Оптимальное регулирование угла атаки крылатого аппарата на условия минимума конечной скорости, Исследование по динамике полета, Машиностроение, 1968 (соавт. Кротов В. Ф.).

14. Задачи об оптимальном преследовании цели при конфликтной ситуации, Исследование по динамике полета, Машиностроение, 1968 (соавт. Пацюков В. В.).

15. Аналитическая оценка приближенно-оптимальных комбинированных разворотов», Космические исследования, 1969, №6 (соавт. Салмин В. В., Шершнева В. И.).

16. Вопросы реализации оптимального циклического скользящего режима торможения вращения ИС, Труды III Циолковских чтений (Калуга, 1969) (соавт. Никулин А. М.).

17. Метод кратных максимумов и задачи оптимального управления, Докторская диссертация, 1969, 300 с.

18. Новые методы вариационного исчисления в динамике полета, Машиностроение, М., 1969, 288 с. (соавт. Кротов В. Ф., Букреев В. З.)

19. Оптимальное управление ориентацией вращающегося космического аппарата, Космические исследования, 1970, №3 (соавт. Лавровский Э. К., Сергеев С. И.).
20. Коррекция траектории вращающегося аппарата, Труды IV Циолковских чтений, 1970 (соавт. Габелко К. П.).
21. Возможность выполнения траекторий аппарата с малой тягой с учетом его движения относительно центра масс, Космические исследования, 8:5 (1970), с. 684-692 (соавт. Попов Ю. В., Салмин В. В.).
22. О движении вращающихся космических аппаратов с малой тягой в центральном поле, Труды V Циолковских чтений, 1971 (соавт. Салмин В. В., Попов Ю. В.).
23. Статья на спецтему, Труды Всесоюзной научно-технической конференции, 1971 (соавт. Габелко К. Н., Попов Ю. Б.).
24. New variational methods in sight dynamics, Translated from Russian NASA TT F-657, Keter Press, Jerusalem, 1971 (соавт. Букреев В. З., Кротов В. Ф.).
25. Управления космическими аппаратами с малой тягой и с учетом их движения относительно центра масс, Доклад на V Циолковских чтениях, 1971 (соавт. Никулин А. М.).
26. Об оптимальных управляемых процессах с неограниченными производными, Автоматика и телемеханика, 1972, №12, с. 14-21.
27. New Variational Methods in Flight Dynamics, NASA TT F-657, Washington D. C., 1972 (соавт. Кротов В. Ф., Букреев В. З.).
28. Циклические оптимальные режимы маневрирования и их

реализация, Труды VI Циолковских чтений, Калуга, 1972.

29. Анализ управлений управляемого движения аппарата с малой тягой, вращающегося относительно центра масс, Труды VII Циолковских чтений, Калуга, 1973 (соавт. Никулин А. М., Салмин В. В.).

30. Движение в центральном поле вращающегося аппарата с двигателем малой тяги и вспомогательным двигателем ограниченной скорости истечения, Труды VII Циолковских чтений, Калуга, 1973 (соавт. Габелко К. П., Никулин А. М., Попов Ю. Б.).

31. В. И. Гурман. Методы и задачи оптимального управления, Наука, М., 1973, 446 с. (соавт. Кротов В. Ф.)

32. К теории оптимальных дискретных процессов, Автоматика и телемеханика, 1973, №7, с. 53-58.

33. Модель процесса оперативного управления производственным участком, Деп. № 1193-74, ВИНТИ, 5.05.74, 12 с. (соавт. Бурундуковская Т. Н.)

34. Оптимизация оперативного управления производством, № 311-75, Деп. 27.12.74, ВИНТИ, 12 с. (соавт. Бурундуковская Т. Н.)

35. Нормирование воздействий на динамическую систему, Вопросы прикладной математики, Иркутск, 1974 (соавт. Константинов Г. Н., Расина И. В.).

36. Некоторые методы решения задач нормирования воздействий на динамическую систему, Вопросы прикладной математики, Иркутск, 1974 (соавт. Константинов Г. Н., Расина И. В.).

37. Теория графов и сетевые методы, Конспект по курсу, Иркутск, 1974, 30 с.

38. Моделирование функционирования воздушного транспорта, Отчет по теме ИГУ, 1975, 200 с. (соавт. Москаленко А. И., Расина И. В.)

39. О возможности реализации траекторий аппарата с малой тягой с учетом их движения вокруг центра масс», Космические исследования, 1975 (соавт. Салмин В. В., Попов Ю. Б.).

40. Оценка оптимальности одного класса траекторий перелета между орбитами ИСЗ и ИСП, Космические исследования, 1975, №3 (соавт. Гусев Л. И.).

41. Моделирование дна и пелагиали озера Байкал в зоне влияния промстоков, Отчет по теме 1975, 200 с. (соавт. Ащепкова Л. Я., Константинов Г. Н., Гершегорн Г. И.)

42. Качественная модель функционирования УГА по укрупненным показателям, Тезисы докладов IV Всесоюзной школы-семинара (Алма-Ата, 1975) (соавт. Диогенов В. А., Москаленко А. И., Расина И. В.).

43. Приближенный синтез оптимального управления для дискретных систем», Методы оптимизации и исследование операций, прикладная математика, Сибирский энергетический институт СО АН СССР, Иркутск, 1976, 6 с. (соавт. Г. Н. Константинов, И. В. Расина)

44. Оптимизация дискретных систем, Учебное пособие, Изд-во ИГУ, 1976, 8 с.

45. Приближенный синтез оптимального управления, Автомат. и телемех., 1976, №5, с. 16-21.

46. Достаточные условия сильного минимума для вырожденных задач оптимального управления, Дифференц. уравнения, 12:12 (1976), с. 2129-2138 (соавт. В. А. Дыхта).

47. Достаточные условия сильного относительного минимума особых и скользящих режимов, дополняющие принцип максимума, Тезисы докладов II Всесоюзного симпозиума по оптимальному управлению (7-11.06, 1976, Тбилиси) (соавт. Дыхта В. А.).
48. Вырожденные задачи оптимального управления, Наука, М., 1997, 304 с.
49. Математические модели оптимального управления, Труды V Всесоюзной конференции, Наука, 1977.
50. Нормирование воздействий на динамические системы, Автомат. и телемех., 1977, №9, с. 92-97 (соавт. Константинов Г. Н.).
51. Математические проблемы нормирования антропогенных влияний, Долгосрочные прогнозы природных явлений, Наука, Новосибирск, 1977 (соавт. Константинов Г. Н.).
52. Метод улучшения второго порядка сложных процессов, Новосибирск, 1977 (соавт. Расина И. В.).
53. Вырожденные задачи оптимального управления и метод кратных максимумов, Автомат. и телемех., 1977, №3, с. 51-59 (соавт. Дыхта В. А.).
54. Достаточные условия оптимальности сложных процессов», Автомат. и телемех., 1978, №4, с. 127-134 (соавт. Орлов А. Г.).
55. Достаточные условия оптимальности сложных дискретных процессов, Численные методы, Иркутск, 1978 (соавт. Расина И. В.).
56. Достаточные условия оптимальности, Изд-во "Знание", М., 1978.
57. О практических приложениях достаточных условий сильного

относительного минимума, Автомат. и телемех., 1979, №10, с. 12-18  
(соавт. Расина И. В.).

58. Приближенный синтез оптимального управления с помощью дискретной оценки, Проблемы устойчивости движения, Наука, 1979  
(соавт. Батулин В. А.).

59. Сложные процессы двуногой ходьбы, Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша, 1979, 095 (соавт. Орлов А. Г.).

60. Оптимальное управление природно-экономическими системами, Наука, М., 1980 (соавт. колл. авт.).

61. В. И. Гурман (ред.). Модели управления природными ресурсами, Наука, М., 1981.

62. Математические методы в биологии, Учебное пособие, Изд-во ИГУ, 1981 (соавт. Дамешек Л. Ю.).

63. Применение ЭВМ в биологии, Учебное пособие, Изд-во ИГУ, 1981 (соавт. Дамешек Л. Ю.).

64. Математические модели оптимального управления, Учебное пособие, Изд-во ИГУ, 1981 (соавт. Расина И. В.).

65. Динамика эколого-экономических систем, Наука, 1981 (соавт. колл. авт.).

66. Взаимодействие природы и хозяйства Байкальского региона, Наука, Новосибирск, 1981 (соавт. колл. авт.).

67. Улучшение и оптимальный синтез управления. Вырожденные задачи, Труды VIII Конгресса ИФАК, Изд-во Пергамон Пресс, 1981 (соавт. Батулин В. А.).

68. Улучшение и локальный синтез управления в вырожденных задачах с ограниченным множеством скоростей, № 618-ДЕП.81, ВИНТИ (соавт. Батулин В. А.).
69. Улучшение и локальный синтез управления. Вырожденные задачи, № 618А-ДЕП.81, ВИНТИ (соавт. Батулин В. А.).
70. Множества достижимости управляемых систем, № 4058-81 ДЕП., ВИНТИ (соавт. Константинов Г. Н.).
71. Принципы автоматизации моделирования и исследования сложных объектов, № 5988-82 ДЕП., ВИНТИ (соавт. Скитневский Д. М.).
72. Дискретизация моделей управляемых систем на основе оценок множеств достижимости, № 1974-83 ДЕП., ВИНТИ (соавт. Скитневский Д. М.).
73. Приближенные методы оптимального управления, Изд-во Иркут. ун-та, Иркутск, 1983 (соавт. Батулин В. А., Расина И. В.).
74. Вырожденные задачи оптимального управления, Труды VII Международного Конгресса ИФАК.
75. Поиск наилучшего. Умные последовательности. Серьезные игры, Учебное пособие, Изд-во ИГУ, 1984 (соавт. колл. авт.).
76. Условия оптимальности импульсных режимов, Деп. ВИНТИ № 62959-84 (соавт. Колокольникова Г. А.).
77. Алгоритм улучшения, основанный на оценках области достижимости, № 651-85 ДЕП., ВИНТИ (соавт. Батулин В. А.).
78. Принцип расширения в задачах управления, Наука. Физматлит, М., 1985, 288 с.

79. Улучшение и относительная оптимальность импульсных режимов, Теоретические и прикладные вопросы оптимального управления, Наука, Новосибирск, 1985 (соавт. Батулин В. А., Данилина Е. В.).
80. Расширения дифференциальных систем и их приложения к исследованию природно-экономических моделей, Труды III Конференции «Дифференциальные уравнения и их применения» (30 июня-6 июля 1985, Руси, Болгария).
81. Отчет о НИР по комплексной программе «Регион» за 1981-1985 гг., Иркутский ВЦ СО АН СССР, Иркутский государственный университет, 1985, 36 с. (соавт. колл. авт.)
82. Приложение достаточных условий оптимальности Беллмана-Кротова к исследованию управляемых систем», Устойчивость движения, Наука. Сибирское отделение, Новосибирск, 1985, 4 с. (соавт. Константинов Г. Н.)
83. Исследование и моделирование эколого-экономических систем, Модели и методы оценки антропогенного изменения геосистем, Наука, Новосибирск, 1986 (соавт. Батулин В. А.).
84. В. И. Гурман, А. К. Черкашин (ред.). Модели и методы оценки антропогенных возмущений экосистем, Наука, Новосибирск, 1986 (соавт. колл. авт.).
85. Новые методы улучшения управляемых процессов, Наука, Новосибирск, 1987 (соавт. Батулин В. А., Данилина Е. В. и др.).
86. Эколого-экономические системы: модели, информация, эксперимент, Наука, Новосибирск, 1987 (соавт. колл. авт.).
87. Описание и оценка множеств достижимости управляемых систем, Дифференц. уравнения, 23:3 (1987), с. 416-423 (соавт. Константинов Г. Н.).

88. Общий принцип расширения и глобальные оценки управляемых систем, Деп. ВИНТИ № 3278-887; РЖ. Мат, 1987, №9(191), № 530, 35 с.

89. Модели и анализ эколого-экономических систем, Деп. ВИНТИ РЖ. Мат, 1987 № 11(193) № 630, 15 с. (соавт. Иванова Л. И.)

90. Принцип расширения в качественной теории управляемых систем, Труды Международного семинара по динамике нелинейных систем (Иркутск, сентябрь 1987), Изд-во Шпрингер (соавт. Константинов Г. Н.).

91. Модели и анализ эколого-экономических систем, Автоматика, 1987, №2, 4 с. (соавт. Л. И. Иванова)

92. Models and Optimality Conditions for Discrete-Continuous Processes, Control and Cybernetics, 17:2-3 (1988).

93. Методы улучшения в вычислительном эксперименте, Наука. Сиб. отд., Новосибирск, 1988, 184 с. (соавт. Батурин В. А., Москаленко А. И. и др.)

94. Some problems of system analysis of natural-economic resources of the Turkmen SSR, Proc. Acad. Sci. Turkmen SSR Phys. Tech. Chem. Geol. Sci., 1988, №2, с. 22-28 (соавт. O. G. Ovezgel'dyev, M. G. Dmitriev).

95. О достаточных условиях оптимальности с разрешающей системой, Автомат. и телемех., 1988, №6, с. 168-171.

96. Методика организации экспериментов с элементами экосистемы оз. Байкал на основе математической модели антропогенных возмущений, Приложение мат. моделей к анализу эколого-экономических систем, Наука, Новосибирск, 1988 (соавт. Буфал И. В., Иванова Л. И., Залкинд Ю. Я.).

97. Models and analysis of ecological-economic systems», Soviet J. Automat. Inform. Sci., 20:2 (1988), 4 с. (соавт. Иванова Л. И.)
98. Модели и условия оптимальности дискретно-непрерывных процессов, Control and Cybernetics, 1989, №1.
99. Эколого-экономическая стратегия развития региона, Наука, Новосибирск, 1990 (соавт. Викулов В. Е., Данилина Е. В. и др.).
100. Методы исследования управляемых систем на основе принципа расширения, Наука, Новосибирск, 1990 (соавт. колл. авт.).
101. Relaxations of Unbounded Differential Inclusions, Препринт SISSA, Триест, Италия, 1990.
102. Методы решения задач теории управления на основе принципа расширения, Наука, Новосибирск, 1990 (соавт. Батулин В. А., Дыхта В. А. и др.).
103. Применение математического аппарата сложных процессов в задачах механики», Тезисы докладов V Всесоюзного съезда по теоретической и прикладной механике (соавт. Орлов А. Г.).
104. Mathematical Modeling of Perturbations of the Lake Baikal Ecosystem and identification of Model on the Basis of Experiments, Proc. of 6 Symposium "Computer Science in Environmental Protection", Springer-Verlag, 1991, с. 451-460 (соавт. Зилов Е. А., Розенраух Д. М., Стом Д. Н.).
105. Extensions and Global Estimates for Evolutionary Discrete Control Systems, Modelling and Inverse Problems of Control for Distributed Parameter Systems, Proceedings of IFIP (W.G.7.2)-IIASA Conference (Laxenburg, Austria, July 24-28, 1989), Lecture Notes in Control and

Inform. Sci., т. 154, Springer, Berlin-Heidelberg, 1991, с. 16-21.

106. Генеральная концепция развития производительных сил в бассейне оз. Байкал (Предложения СО АН СССР), Научный отчет в 4 томах, 560 с. (соавт. колл. авт.)

107. Математические модели управления природными ресурсами, Учебное пособие, Изд-во ИГУ (соавт. Батулин В. А.).

108. Формирование технопарков в малых городах России: социально-экономические условия и природные, Методология формирования технопарков для малых городов России (на примере г. Переславля-Залесского), ИСА РАН, РосНИИ РП, М., 1993.

109. Relaxations of Control Systems at the Expense of Impulse Solutions, Singular Solutions and Perturbations in Control Systems, Proceedings of the Intern. Workshop (Pereslavl-Zalesky, August, 1993).

110. Нелокальное улучшение и приближенно оптимальный синтез управления в задачах оптимального управления с неограниченным множеством скоростей, Деп. в ВИНТИ № 3395-94 ДЕП. (соавт. Батулин В. А., Данилина Е. В.).

111. О методической и информационной базе управления в регионе, Теоретические и прикладные основы программных систем, ИПС РАН, 1994 (соавт. Айламазян А. К., Чемезова Т. В.).

112. Нормирование антропогенных воздействий на экосистемы озер», Теоретические и прикладные основы программных систем, ИПС РАН, 1994 (соавт. Верховина И. О., Чемезова Т. В.).

113. Extensions and Global Estimations for Evolutionary Discrete Control Systems, Теоретические и прикладные основы программных систем, ИПС РАН, 1994.

114. Основы микроэкономической теории, Учебное пособие,

Университет г. Переславля, 1995.

115. Основы макроэкономического анализа, Учебное пособие, Университет г. Переславля, 1995.

116. Точное описание и оценки множества достижимости управляемой системы в банаховом пространстве», Автомат. и телемех., 1995, №3, с. 3-11 (соавт. Розенраух Д. М.).

117. Singular and Degenerate Optimal Control: Theory and Applications, Proceedings of International Workshop "Socio-Ecological-Economic Systems: from Information to Simulation", ISEE Russian Chapter (Pereslavl-Zalessky, June 26-30, 1995).

118. About Extension of Standard System of UN National Accounts for Resection of Principles and Problems of Sustainable Development, Proceedings of International Workshop "Socio-Ecological-Economic Systems: from Information to Simulation", ISEE Russian Chapter (Pereslavl-Zalessky, July 16-21, 1995) (соавт. Кульбака Н. Э.).

119. Extension Principle in Modelling and Optimal Control: Case Study for Helicopter Maneuvering, A Postprint Volume from the 10th IFAC Workshop (Haifa, Israel, 19-21 December, 1995) (соавт. Никифорова Л. Н.).

120. On Approach to Assessing Air Pollution Impact on Children's Sick Rote, System Modelling Control, 1:8 (1995) (соавт. Батурин В. А., Зилов Е. М.).

121. Системный подход к информационным и управленческим процессам в регионе, Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири, Труды NDI, т. 1, Нижневартовск, 1995.

122. Модификация Системы Национальных Счетов с целью

анализа устойчивого развития, Методологические проблемы развития экологической экономики в России, Материалы к рабочему совещанию 14.12.95 Объединенного НС РАН по проблемам экологии, Информационный бюллетень, т. 4, 1995 (соавт. Кульбака Н. Э., Рюмина Е. В.).

123. Singular and Degenerate Optimal Control: Theory and Applications, Singular solutions and perturbations of control systems, Proceedings of International Workshop (June 26-30, 1995).

124. Проблемы учета экологической составляющей в системе национальных счетов, Экономика и математические методы, 32:1 (1996) (соавт. Кульбака Н. Э., Рюмина Е. В.).

125. Modelling and Optimization Sustainable Development Strategies on Regional Level, Proceedings LI International Conference of Applied Econometrics Association. Т. 5 (Lisbon, Portugal, April 10-12, 1996), с. 5740-583.

126. Modification of the UN Systems of National Accounting Oriented to Sustainable Development Concept, Computing in Economics and Finance, Abstracts of the Second Int. Conference (Geneva, 26-28 June, 1996) (соавт. Рюмина Е. В.).

127. Вычислительные эксперименты при моделировании экосистемы озера, Роль информатики в региональном развитии, Тр. междунар. симп. (Переславль-Залесский, 26-29 окт. 1996 г.), 1997 (соавт. Ахременков А. А.).

128. Socio-Ecologic-Economic Model as a Tool for the System of National Accounts Modification, Ecological Summit 96, Abstract Book (Copenhagen, 19-23 August, 1996).

129. Optimization of Efforts of Oil Spills Prevention in Russian sea Harbours, ACE Quarterly, 1997, №2 (соавт. Цирлин А. М.).

130. Singularization of control systems, Singular solutions and perturbations in control systems (Pereslavl-Zalessky, 1997), IFAC Proc. Ser., IFAC, Laxenburg, 1997, с. 5-12.
131. Принцип расширения в задачах управления, 2-е издание, переработанное и дополненное, Наука. Физматлит, М., 1997, 288 с.
132. Методы оптимизации и их приложения, Труды Международной школы-семинара (Иркутск, Байкал, 5-12 июля, 1998).
133. Представление импульсных режимов управляемых систем, Международная конференция, посвященная девяностолетию со дня рождения Л. С. Понтрягина, Тезисы докладов (Москва, 31 августа-6 сентября 1998).
134. The extension principle in control problems. General theory and learning examples, Издательство Наука. Физматлит, М., 1998, 160 с.
135. Вырожденность нелинейных задач оптимального управления, Нелинейный анализ и его приложения, Тезисы докладов Международного конгресса (Москва, 1-5 сентября 1998), с. 3.
136. Принцип расширения в абстрактной теории управления, Программные системы: теоретические основы и приложения, Наука. Физматлит, М., 1999.
137. Опыт социо-эколого-экономического моделирования развития региона, Экономика и математические методы, 35:3 (1999) (соавт. Кульбака Н. Э., Рюмина Е. В.).
138. Построение межгодовой динамики антропогенных возмущений экосистемы водоема, Известия АН. Теория системы управления, 1999, №2, с. 167-175 (соавт. Ахременков А. А., Шевчук Е. В.).

139. Метод оптимизации траектории полета вертолета на основе принципа расширения, Вычислительная механика и современные программные системы, Тезисы докладов международной конференции (7-12.06.99, Переславль-Залесский) (соавт. Л. Н. Никифорова).
140. The Concept of the Regional Social Ecological Economic Model of Sustainable Development and its Application to the Pereslavl Region, Environmental indices. Systems Analysis Approach, ред. Y. A. Pukh, D. Eric Hyatt, R. J. M. Lenz, EOLSS Publishers Co., Oxford, 1999, с. 590-605 (соавт. Кульбака Н. Э.).
141. Design of regional ecology-economic models of sustainable development for NIS countries, Final Report of ACE TACIS project P-95-4097-R, July, 1999 (соавт. Балацкий О., Дайссенбергг Х., Карраро К., Рюмина Е. В.).
142. Relaxation of control systems: Representations and applications, Международная конференция по проблемам управления (29 июня - 2 июля 1999 года).
143. Управление колебаниями при ограниченном ресурсе управления, Проблемы управления и информатики, Доклады Международной конференции (19-22 сентября 2000, Бишкек), с. 66-67 (соавт. Знаменская Л. Н.).
144. Design of sustainable development strategy for a region, Implementing Ecological Integrity, ред. P. Crabbe et al., Kluwer Academic Publishers, 2000 (соавт. Рюмина Е. В.).
145. Automatic formation of helicopter sight trajectories, Matematicheskoe Modelirovanie, 12:7 (2000), с. 11-17 (соавт. Никифорова Л. Н.).
146. Software architecture for the investigation of controllable models

with complex data sets, the architecture of scientific software, IFIP TC2/WG2.5 Working Conference (October 2-4, 2000, Ottawa, Canada), Kluwer Academic Publishers, Boston-Dodrecht-London (соавт. Д. В. Бельшев).

147. Автоматизация формирования траекторий полета на борту вертолета, Матем. моделирование, 12:7 (2000), с. 11-17 (соавт. Никифорова Л. Н.).

148. В. И. Гурман, Е. В. Рюмина (ред.). Моделирование социально-экономической системы региона, Наука, М., 2001, 240 с.

149. Многометодные процедуры оптимального управления, Современные методы в теории краевых задач, Тезисы докладов, Понтрягинские чтения-XII, ВГУ, Воронеж, 2001.

150. Singular control and sustainable development, Singular solutions and perturbations, Proceedings of the IFAC Workshop (October 18-21, 2001, Bucharest, Romania), с. 1-6 (соавт. Дайссенберг Х., Рюмина Е. В.).

151. Вырожденность, расширения и обобщенные решения задач оптимального управления, Методы оптимизации и их приложения, Труды XII Байкальской международной конференции. Пленарные доклады (Иркутск, Байкал, июнь 2001), Издательство Иркутского государственного университета, с. 104-112.

152. The model of economic growth accounting for innovations, Singular solutions and perturbations, Proceedings of the IFAC Workshop (October 18-21, 2001, Bucharest, Romania), Romania University Politehnica, Bucharest (соавт. Бельшев Д. В.).

153. Особые и обобщенные оптимальные управления, Труды Математического ин-та НАН Белоруссии, Минск, 2001, с. 31-37.

154. Алгоритм улучшения управления для дискретных систем, Современные методы в теории краевых задач, Тезисы докладов, ПОНТРЯГИНСКИЕ ЧТЕНИЯ-XII, ВГУ, Воронеж, 2001 (соавт. Бельшев Д. В.).
155. Моделирование инновационного фактора регионального развития, Методы оптимизации и их приложения, Труды XII Байкальской международной конференции. Т. 3: Математическая экономика (Иркутск, Байкал, июнь 2001), Издательство Иркутского государственного университета (соавт. Рюмина Е. В.).
156. Моделирование и управление процессами регионального развития, ред. С. Н. Васильев, Физматлит, М., 2001 (соавт. колл. авт.).
157. A dynamic model of optimal reduction of marine oil pollution, International Journal of Environment and Pollution, 15:3 (2001), с. 322-332 (соавт. Deissenberg С., Gottinger Н.).
158. An empirically tractable model of optimal oil spills prevention in Russia, International Journal of Environment and Pollution, 15:3 (2001), с. 301-309 (соавт. Deissenberg С., Ryumina Е., Tsirlin А.).
159. В. И. Гурман. Интеллектуальные процедуры оптимального управления, Автомат. и телемех., 2002, №5, с. 147-155 (соавт. Бельшев Д. В.).
160. Управление колебаниями при ограниченном ресурсе управления, Известия РАН. Серия «Теория и системы управления», 2002, №1 (соавт. Знаменская Л. Н.).
161. Оптимальное управление в траекторных задачах динамики полета вертолета, Оптимизация, управление, интеллект, ИДСТУ, Иркутск, 2002 (соавт. Батурин В. А., Урбанович Д. Е.).
162. Использование социо-эколого-экономической модели развития Байкальского региона для согласования экономического

развития региона с состоянием биологических ресурсов, Новые финансовые механизмы сохранения биоразнообразия, Изд-во НИЦ «Экопроект», М., 2002 (соавт. Рюмина Е. В.).

163. Методические рекомендации по созданию фондов поддержки сохранения биоразнообразия, Издательство ООО «НВТ-Дизайн», М., 2002, 48 с. (соавт. колл. авт.)

164. Финансовые источники, механизмы сохранения биоразнообразия в России и международный рынок экосистемных услуг (анализ и методические рекомендации), Издательство ООО «НВТ-Дизайн», М., 2002, 48 с. (соавт. колл. авт.)

165. Обобщенные решения в задачах управления, Международный симпозиум GSCP-2002 (Переславль-Залесский, 27-31 августа 2002 г.), Дифференц. уравнения, 39:8 (2003), с. 1140-1143 (соавт. Знаменская Л. Н., Сачков Ю. Л.).

166. Оценка влияния инноваций на развитие экономики и состояние окружающей среды, Вестник РГНФ, 2003, №4 (соавт. Рюмина Е. В.).

167. Моделирование устойчивого развития с учетом инновационных процессов, Экономика и математические методы, 39:1 (2003).

168. Многометодный подход к оптимизации управления, Математика, информатика: теория и приложения, Сборник трудов, посвященный 10-летию Университета города Переславля, 2003 (соавт. Бельшев Д. В.).

169. Магистральные решения в процедурах поиска оптимальных управлений, Автомат. и телемех., 2003, №3, с. 61-71.

170. Models of control systems for practical optimization and

estimation problems, Tools for Mathematical Modelling, Proceedings of Fourth International Conference, in honor of 300-anniversary of Saint-Petersburg, MATHTOOLS'2003 (Saint-Petersburg, Russia 23-28 June, 2003), Saint-Petersburg State Technical University (соавт. Ухин М. Ю.).

171. Вырожденность нелинейных задач оптимального управления, Нелинейная теория управления: динамика, управление, оптимизация, ред. В. М. Матросов, С. Н. Васильев, А. И. Москаленко, Физматлит, М., 2003, с. 147-163.

172. Моделирование и оптимизация стратегий устойчивого развития с учетом инноваций, Economic Development and the Environment: Information, Modeling and Management, Proceedings of the Sixth International Conference of the Russian Society for Ecological Economics RSEE-2003 (August 18-23, 2003, Lake Baikal, Siberia, Russia) (соавт. Ухин М. Ю.).

173. Программный комплекс многометодных интеллектуальных процедур оптимального управления, Автомат. и телемех., 2003, №6, с. 60-67 (соавт. Белышев Д. В.).

174. Representations of innovations in the models of sustainable development, Proceedings of IFAC Workshop "Generalized solutions in control problems", GSCP-2004 (Pereslavl-Zalessky, September 2004), Fizmatlit, М., 2004, с. 49-55 (соавт. Дайссенберг Х., Рюмина Е. В.).

175. Модели и методы теории управления, Программные системы: теория и приложения, Труды международной конференции, посвященной 20-летию ИПС РАН. Т. 1 (Переславль-Залесский, май 2004), ред. С. М. Абрамов, Физматлит, М., 2004, с. 101-116.

176. Multiple maxima method in optimal control problems, Generalized solutions in optimal control problems, Proceedings of the IFAC Workshop GSCP-04 and satellite events (Pereslavl-Zalessky, Russia, September 21-29, 2004), с. 93-99.

177. Multimethod procedures in control improvement and optimal synthesis, Generalized solutions in optimal control problems, Proceedings of the IFAC Workshop GSCP-04 and satellite events (Pereslavl-Zalessky, Russia, September 21-29, 2004), с. 22-31 (соавт. Бельшев Д. В., Ухин М. Ю.).
178. Модели и условия оптимальности для гибридных управляемых систем, Известия РАН. Теория и системы управления, 2004, №4, с. 70-75.
179. Приближенный синтез оптимального управления в задачах с магистральными решениями, Труды второй международной конференции по проблемам управления, МКПУ II (16-20 июня 2003), ИПУ, 2004 (соавт. Ухин М. Ю.).
180. Магистральные решения в задачах оптимизации стратегий развития регионов, Автомат. и телемех., 2004, №4, с. 108-117 (соавт. Ухин М. Ю.).
181. Метод кратных максимумов и условия оптимальности особых экстремалей, Дифференциальные уравнения, 40:11 (2004), с. 1486-1493.
182. Метод улучшения управления дискретной системой, основанный на аппроксимации множества достижимости, Программные системы: теория и приложения, 2004 (соавт. Ухин М. Ю.).
183. Многометодные процедуры оптимального управления, Современная математика и ее приложения, 29 (2005), с. 72-80.
184. Применение математических моделей для исследования устойчивого регионального развития, Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН, 2005, №2(14), с. 6-13 (соавт. Урбанович Д. Е., Ухин М. Ю.).

185. Приближенный синтез оптимального управления, Методы оптимизации и их приложения, Труды XIII Байкальской международной школы-семинара. Т. 2 (Иркутск, Байкал, 2-8 июля 2005 года), с. 11-25 (соавт. Ухин М. Ю.).
186. Представление инноваций в моделях устойчивого развития посредством замены технологий, Материалы 7-й международной конференции Российского общества экологической экономики (С.-Петербург, июнь 2005), Изд-во С.-ПГУ, С.-П., 2005, с. 110-111 (соавт. Ухин М. Ю.).
187. Formalization of dependence of economic growth on the environment condition, Environment-Economy-Education-Germany: Foundation "Environment and Living", University of Konstanz, 2005, с. 89-91 (соавт. Рюмина Е. В.).
188. Синтез оптимального управления в системах с неограниченным множеством скоростей, Дифференциальные уравнения, 49:11 (2005), с. 1482-1490 (соавт. Ухин М. Ю.).
189. Практические схемы оптимизации управления на основе принципа расширения, Автомат. и телемех., 2006, №4, с. 25-41 (соавт. Ни Минь Кань, Ухин М. Ю.).
190. Вариационные схемы реализации обобщенных решений задач управления, Обобщенные решения в задачах управления, Тезисы докладов международного симпозиума (Улан-Удэ, 5-7 июля, 2006), Издательство ВСГТУ, 2006, с. 34-35 (соавт. Ни Минь Кань).
191. Программное обеспечение социо-эколого-экономической модели с блоком оптимизации, Программные системы: теория и приложения, Сборник трудов международной конференции (Переславль-Залесский, ноябрь 2006), Физматлит, М., 2006, с. 153-168 (соавт. Нестеров С. С.).

192. Приближенные решения задач оптимального управления на основе принципа расширения, Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики и экономики, Сборник трудов VIII международной научно-практической конференции (3-6 октября 2005 г., Сочи, Россия), Изд-во МГАПИ, 2006 (соавт. Ухин М. Ю.).

193. Эволюция моделей экономического роста и развития, Экономика природопользования, 2006, №5, с. 26-30 (соавт. Урбанович Д. Е.).

194. Каналы формирования экономического ущерба от экологических нарушений, Сборник научных трудов, КГУ, Курск, 2006 (соавт. Рюмина Е. В.).

195. Исследование зависимости экономики от состояния окружающей среды, Научное обозрение, 2006, №5, с. 90-94 (соавт. Рюмина Е. В.).

196. Механизм формирования ущерба от экологических нарушений, Экономика природопользования для устойчивого развития: теория и практика, Труды международной научно-практической конференции, БГЭУ, Минск, 2006 (соавт. Рюмина Е. В.).

197. Оптимизация системы контроля загрязнения акваторий морских портов, Научное обозрение, 2006, №3 (соавт. Рюмин А. В., Ухин М. Ю.).

198. Метод улучшения управления для дискретных систем, Вестник Тамбовского университета: Естественные и технические науки, 12:4 (2007), с. 439-441 (соавт. Трушкова Е. А.).

199. Approximated methods of helicopter control optimization, Proceedings of 33-rd European forum (Kazan, Russia, September 11-13, 2007) (соавт. Квоков В. Н., Ухин М. Ю.).

200. Синтез оптимального управления периодическими процессами при неограниченном времени, Автомат. и телемех., 2007, №2, с. 17-25 (соавт. М. Ю. Ухин).
201. Метод улучшения для дискретной задачи оптимального управления, Материалы XV Международной конференции по механике и современным прикладным программным системам, ВМСППС 2007 (25-31 мая 2007 г., Алушта), Вузовская книга, М., 2007, с. 195-197 (соавт. Трушкова Е. А.).
202. Эволюция и перспективы моделей регионального развития, Математическое моделирование развивающейся экономики, Сборник трудов II Всероссийской научной конференции с молодёжной школой, ЭКОМОД-2007, Изд-во ВятГУ, Киров, 2007, с. 96-109.
203. Анализ стратегий развития прибайкальского региона на социо-эколого-экономической модели, Экономика природопользования, 2007, №1, с. 35-45 (соавт. Урбанович Д. Е.).
204. Многоуровневый комплекс социо-эколого-экономических моделей для исследования устойчивого развития региона, Моделирование устойчивого регионального развития, Материалы II международной конференции. Т. 1 (Нальчик, 2007), с. 40-48 (соавт. Урбанович Д. Е.).
205. Использование математических моделей устойчивого развития для исследования демографических проблем в регионе, Экология. Экономика. Информатика, Тезисы докладов 15-го семинара (Дюрсо Краснодарского края, 10-15 сентября 2007 г.) (соавт. Урбанович Д. Е.).
206. Программные системы социо-эколого-экономических расчетов, Управление развитием крупномасштабных систем, Труды Первой международной конференции (Москва, ИПУ РАН, 1-3 октября 2007 г.) (соавт. Столбов А. Б., Урбанович Д. Е.).

207. Исследование устойчивого развития региона с использованием математических моделей, Тезисы докладов 8-й Международной конференция Российского общества экологической экономики (Сочи 16-20 сентября 2007 г.) (соавт. Урбанович Д. Е.).
208. Приближенные методы оптимизации управления летательным аппаратом, Автомат. и телемех., 2008, №4, с. 191-201 (соавт. Квоков В. Н., Ухин М. Ю.).
209. Реализация скользящих режимов как обобщенных решений задач оптимального управления, Автомат. и телемех., 2008, №3, с. 51-59 (соавт. Ни Минь Кань).
210. Улучшение управления, реализующего скользящий режим, Автомат. и телемех., 2008, №3, с. 161-171 (соавт. Трушкова Е. А., Ухин М. Ю.).
211. Представление импульсных режимов — обобщенных решений управляемых дифференциальных систем, Дифференциальные уравнения, 44:5 (2008) (соавт. Ни Минь Кань).
212. Представление и реализация обобщенных решений управляемых систем с неограниченным годографом, Автомат. и телемех., 2008, №4, с. 72-80 (соавт. Сачков Ю. Л.).
213. Приближенные методы оптимизации управления вертолетом в аварийной ситуации, Труды Форума РосВО (Москва 19-20 марта 2008) (соавт. Квоков В. Н., Ухин М. Ю.).
214. Приближенная глобальная оптимизация управления на основе преобразований модели объекта, Обобщенные решения в задачах управления, Тезисы докладов международного симпозиума (Улан-Удэ, 23-28 июня, 2008) (соавт. Трушкова Е. А., Блинов А. О.).

215. Метод преобразований для исследования импульсных и особых режимов управляемых систем, Обобщенные решения в задачах управления, Тезисы докладов международного симпозиума (Улан-Удэ, 23-28 июня, 2008) (соавт. Сачков Ю. Л.).
216. Приближенная оптимизация управления на основе преобразований модели объекта, Автоматика и телемеханика, 2009, №5, с. 13-23 (соавт. Трушкова Е. А., Блинов А. О.).
217. Преобразования управляемых систем для исследования импульсных режимов, Автомат. и телемех., 2009, №4, с. 89-97.
218. Приближенные методы оптимизации управляемых процессов, Программные системы: теория и приложения, 1:4 (2010), с. 85-104 (соавт. Трушкова Е. А.).
219. Обобщенные постановки и решения задач управления, Автомат. и телемех., 2011, №6, с. 3-4 (соавт. Булдаев А. С.).
220. Школа-семинар «Приближенные методы оптимального управления в параллельных вычислениях», Программные системы: теория и приложения, 2:2 (2011), с. 3-9.
221. Социо-эколого-экономическая модель региона в параллельных вычислениях, УБС, 32 (2011), с. 109-130 (соавт. Матвеев Г. А., Трушкова Е. А.).
222. Вырожденные задачи оптимального управления, I, Автомат. и телемех., 2011, №3, с. 36-50 (соавт. Ни Минь Кань).
223. Вырожденные задачи оптимального управления, II, Автомат. и телемех., 2011, №4, с. 57-70 (соавт. Ни Минь Кань).
224. Вырожденные задачи оптимального управления, III, Автомат. и телемех., 2011, №5, с. 32-46 (соавт. Ни Минь Кань).

225. Магистральные решения в задачах оптимального управления кванто-механическими системами, Автомат. и телемех., 2011, №6, с. 115-126.
226. Улучшение и приближенно-оптимальный синтез управления в окрестности опорной траектории, Автомат. и телемех., 2011, №12, с. 24-37 (соавт. И. В. Расина).
227. Оптимальное управление ресурсами с учетом инноваций, Автомат. и телемех., 2011, №7, с. 5-12 (соавт. Д. Халтар).
228. Абстрактные задачи оптимизации и улучшения, Программные системы: теория и приложения, 2:5 (2011), с. 21-29.
229. Эволюция и перспективы приближенных методов оптимального управления, Программные системы: теория и приложения, 2:2 (2011), с. 11-29 (соавт. Расина И. В., Блинов А. О.).
230. Синтез оптимального управления кванто-механической системой, Программные системы: теория и приложения, 2:1 (2011), с. 9-18 (соавт. Блинов А. О.).
231. Применение условий оптимальности с разрешающей системой к исследованию вырожденных задач оптимального управления», Вестник БГУ, 2012, №1.
232. Проблемы информационного обеспечения модели региона, Вестник БГУ, 2012, №1 (соавт. Будаева Д. Ц.).
233. Sewing Connection of Step-Step Solution for Singularly Perturbed Problems, J. Math Research with Applications Jan., 32:1 (2012) (соавт. Ни Минь Кань).
234. Программный комплекс для сценарного анализа

инновационных стратегий развития региона, Программные системы: теория и приложения, 3:5 (2012), с. 7-22 (соавт. Трушкова Е. А., Фесько О. В.).

235. Дискретно-непрерывные представления импульсных процессов в управляемых системах, Автомат. и телемех., 2012, №8, с. 16-29 (соавт. Расина И. В.).

236. Достаточные условия оптимальности в иерархических моделях неоднородных систем, Автомат. и телемех., 2013, №12, с. 15-30 (соавт. Расина И. В.).

237. О преобразованиях вырожденных задач оптимального управления, Автомат. и телемех., 2013, №11, с. 132-138.

238. Модели управляемых систем, порождающие магистральные решения задач оптимального управления, Программные системы: теория и приложения, 4:4 (2013), с. 107-125 (соавт. Гусева И. С.).

239. О практических преобразованиях вырожденных задач оптимального управления, Программные системы: теория и приложения, 4:2 (2013), с. 71-82 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В.).

240. Магистральные решения в задаче управления квантовой системой, Программные системы: теория и приложения, 4:4 (2013), с. 91-106 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В.).

241. Моделирование и оптимизация водоохранных мероприятий в бассейне реки», Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика, 2013, №3, с. 4-15 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В.).

242. Иерархическая модель неоднородной дискретной системы и ее приложения, УБС, 41 (2013), с. 249-269 (соавт. Трушкова Е. А., Расина И. В., Усенко О. В.).

243. Discrete-Continuous Models and Optimization of Heterogeneous Systems, Numerical Computations: Theory and Algorithms, Proceedings of the International Conference, 2013, с. 46 (соавт. Расина И. В., Батурина О. В.).

244. Optimization of Excitation Transfer in a Spin Chain, Periodic Control Systems, Part 1. Т. 5, 5th IFAC International Workshop on Periodic Control Systems, 2013, с. 177-180 (соавт. Расина И. В., Батурина О. В.).

245. Abstract Schemes of Iterative Optimization, Numerical Computations: Theory and Algorithms, Proceedings of the International Conference, 2013, с. 78.

246. Предисловие, Программные системы: теория и приложения, 5:5 (2014), с. 3-9.

247. Оптимизация процессов в спиновой цепочке, Автомат. и телемех., 2014, №12, с. 153-159 (соавт. Расина И. В.).

248. Метод улучшения управления для иерархических моделей систем сетевой структуры, Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика, 8 (2014), с. 71-85 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В., Усенко О. В.).

249. Преобразования дифференциальных управляемых систем для поиска приближенно-оптимального управления, Программные системы: теория и приложения, 5:4 (2014), с. 123-157 (соавт. Расина И. В., Гусева И. С.).

250. Итерационные процедуры на основе метода глобального улучшения управления, Программные системы: теория и приложения, 5:2 (2014), с. 47-61 (соавт. Фесько О. В., Гусева И. С., Насатуева С. Н.).

251. Линейно-квадратические дискретно-непрерывные системы, XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014

(Москва, 16-19 июня 2014 г.), с. 166-172 (соавт. Расина И. В., Батурина О. В.).

252. Приближенная оптимизация процессов управления, Математика, ее приложения и математическое образование, Материалы V Международной конференции МПМО14 (23-28 июня 2014 г., г. Улан-Удэ, Байкал), Изд-во ВСГУТУ, Улан-Удэ, 2014, с. 89-94 (соавт. Расина И. В., Гусева И. С.).

253. Задача управления квантовой системой, XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 (Москва, 16-19 июня 2014 г.), ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН, М., 2014, с. 1434-1442 (соавт. Гусева И. С., Фесько О. В.).

254. Приближенная оптимизация управляемых процессов, Обобщенные постановки и решения задач управления, VII Международный научный симпозиум GSSCP-2014 (26-30 сентября 2014 г., г. Геленджик-пос. Дивноморское, Краснодарский край), АНО «Изд-во физико-математической литературы», М., 2014, с. 64-69 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В., Гусева И. С.).

255. Нормирование антропогенных воздействий на природную среду на основе эколого-экономических моделей, УБС, 55 (2015), с. 160-184 (соавт. Дамешек Л. Ю., Константинов Г. Н., Насатуева С. Н., Расина И. В., Чемезова Т. В.).

256. О процессах управления в системах взаимодействующих спинов, Программные системы: теория и приложения, 6:2 (2015), с. 119-127.

257. Приближенная глобальная оптимизация управления, Материалы XIX Международной конференции по Вычислительной механике и современным прикладным программным системам, ВМСППС'2015 (23-31 мая 2015 г. Алушта, Крым), Изд-во МАИ, 2015, с. 630-632 (соавт. Расина И. В., Гусева И. С., Дидина О. В.).

258. Итерационная оптимизация процессов управления, Материалы XIX Международной конференции по Вычислительной механике и современным прикладным программным системам, ВМСППС'2015 (23-31 мая 2015 г. Алушта, Крым), Изд-во МАИ, 2015, с. 632-634 (соавт. Расина И. В., Насатуева С. Н., Любавин А. С.).

259. Принцип расширения в задачах управления системами неоднородной структуры, Теория управления и математическое моделирование, Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти профессора Н. В. Азбелева и профессора Е. Л. Тонкова (Ижевск, Россия 9-11 июня 2015 г.), Изд-во Удмуртский университет, Ижевск, 2015, с. 158-159 (соавт. Расина И. В.).

260. Система моделей региона для решения проблем устойчивого развития, Труды 13-ой Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики, RSEE 2015/РОЭЭ 2015 (7-11 июля 2015 г., Казань) (соавт. Расина И. В., Насатуева С. Н.).

261. Методы приближенного решения задач оптимального управления, Программные системы: теория и приложения, 6:4 (2015), с. 113-137 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В., Гусева И. С.).

262. Некоторые подходы к оптимизации процессов управления. I, Автомат. и телемех., 2016, №8, с. 66-84 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В., Гусева И. С.).

263. Метод глобального улучшения управления для неоднородных дискретных систем, Программные системы: теория и приложения, 7:1 (2016), с. 171-186 (соавт. Расина И. В.).

264. Turnpike solutions in the problem of excitation transfer along a spin chain, Программные системы: теория и приложения, 7:1 (2016), с. 3-13 (соавт. Расина И. В.).

265. Концептуальная основа разработки комплекса социо-эколого-экономических моделей региона», Экономика природопользования, 2016, №4, с. 44-52 (соавт. Расина И. В., Блинов А. О., Фесько О. В.).
266. Использование социо-эколого-экономической модели региона для оценки эффективности инвестиционных проектов, проблемы и перспективы развития социально-экономического потенциала российских регионов, Издательский дом «Пегас», Чебоксары, 2016, с. 377-384 (соавт. Расина И. В., Фесько О. В., Усенко О. В.).
267. Поиск траектории экологически устойчивого развития региона, Проблемы и перспективы развития социально-экономического потенциала российских регионов, Издательский дом «Пегас», Чебоксары, 2016, с. 292-295 (соавт. Рюмина Е. В.).
268. Возможности применения математических моделей и методов к исследованию проблем устойчивого развития регионов на примере арктической зоны, Программные системы: теория и приложения, 7:2 (2016), с. 105-125 (соавт. Расина И. В., Блинов А. О., Гусева И. С., Кульбака Н. Э., Фесько О. В.).
269. Сети дискретных операторов, Программные системы: теория и приложения, 7:3 (2016), с. 71-78 (соавт. Расина И. В.).

**Текст составлен по материалам статей:** Аргучинцев А.В., Бычков И.В., Батулин В.А., Дыхта В.А., Шишкин Г.А. ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА ВЛАДИМИРА ИОСИФОВИЧА ГУРМАНА (1934-2016) и Дыхта В.А., НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО В. И. ГУРМАНА, Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика, 2017г.

**Список научных публикаций со страницы:**

[http://psta.psir.ru/read/psta2016\\_3\\_109-131.pdf](http://psta.psir.ru/read/psta2016_3_109-131.pdf)