
**РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКИ,
МЕХАНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ
В ТОМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

Томск — 1981

ТОМСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В. В. КУЙБЫШЕВА

К 100-летию со дня основания

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКИ, МЕХАНИКИ И КИБЕРНЕТИКИ В ТОМСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Томск — 1981

1427125

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Математические исследования в Томском университете (Р. Н. Щербаков)	4
Математический анализ	5
Геометрия	11
Алгебра	18
Теория вероятностей и математическая статистика	22
Глава II. Развитие механики в Томском университете	25
Кафедра теоретической механики (Е. Д. Томилов)	25
Динамика неустановившихся движений газа (Л. В. Комаровский)	36
Многомерные задачи газовой динамики и двухфазных течений (И. М. Васенин)	40
Исследование задач одномерной нестационарной газодинамики в условиях горения конденсированных систем (В. Н. Вилунов, А. П. Руднев)	43
Сопряженные задачи механики реагирующих сред (А. М. Гришин)	53
Исследования по динамике реальных несжимаемых жидкостей со свободной поверхностью (И. Б. Богоряд)	58
Исследования турбулентных и двухфазных течений и их приложений в технологических процессах (В. А. Шваб)	66
Экспериментальные исследования двухфазных течений (Г. С. Ратанов)	76
Механика деформируемого твердого тела (Т. М. Платова, В. И. Тараканов)	78
Развитие исследований по астрономии (Т. В. Бордовичина)	85
Автоматизация научных исследований (Г. С. Ратанов)	99
Глава III. Очерк истории кибернетики в Томском университете (Ф. П. Тарасенко)	103
Как начиналась кибернетика в ТГУ (50-е годы)	103
Как кибернетика развивалась в ТГУ (60-е и 70-е гг.)	108
Краткая характеристика научных результатов	114
Характеристика признанности наших научных результатов	121

35. Жданов В. А., Жуков А. В. Термодинамические полные уравнения состояния металлов.— ПМТФ, 1978, вып. 5.

36. Щеголев Е. А., Поляков В. В. К расчету уравнения состояния металлов.— Физика металлов и металловедение. Изд-во АН СССР, 1979, т. 48.

Развитие исследований по астрономии

Развитие астрономии в Томском университете ведет свое начало с 1920 г., когда в университете была создана кафедра астрономии. Первым заведующим кафедрой был профессор Покровский. А с 1923 г. в течение 17 лет кафедрой бессменно руководил профессор Н. Н. Горячев.

В период деятельности профессора Н. Н. Горячева сложились научные традиции, сохраняемые томскими астрономами и в настоящее время. Благодаря его исключительной энергии и инициативе кафедра астрономии очень быстро выросла в работоспособный коллектив.

Научная работа кафедры носила разносторонний характер. В 1923 г. Н. Н. Горячевым были начаты систематические наблюдения покрытий звезд Луной (1925, 1928), которые в 1945 г. были продолжены доцентами А. А. Сивковым и Г. С. Тютеревым, а в настоящее время под руководством доцента Г. С. Тютерева выполняются сотрудниками Астрономической обсерватории НИИ ПММ.

Большое внимание Н. Н. Горячев и сотрудники уделяли работам по практической астрономии. На небольшой астрономической обсерватории, существовавшей при кафедре астрономии, был выполнен целый ряд интересных работ астрономического характера. Н. Н. Горячевым (1924) были вычислены эфемериды звезд для определения поправок и широты специально для широты обсерватории Томского университета. Для нужд геодезии Н. Н. Горячевым (1924) была составлена таблица азимутов Полярной, которая позволяла сравнительно просто из наблюдений Мицаро определять этот азимут для данной широты. Аспирантом кафедры В. Э. Брандтом выполнялась разработка метода наблюдений звезд на равных высотах для совместного определения широты и поправки времени. Дальнейшее развитие этот метод нашел в работах Л. Н. Сухарева.

Н. Н. Горячевым в 1931—1932 гг. по предложению АН СССР была выполнена работа по определению формы геонда в районе Кузбасса. Интерес Н. Н. Горячева к исследованиям в области геодезии нашел свое отражение и в теоретических работах. Как мы видим, круг научных интересов кафедры был весьма обширен. Однако в центре внимания профессора Н. Н. Горячева и сотрудников кафедры стояли вопросы теоретической астрономии и небесной механики.

Доцент А. М. Лейкин в своей статье «Из истории астрономии в Томском университете» (1967) пишет: «...двадцатые и тридцатые годы проходили под знаком высокой творческой активности именно в области теории, когда Н. Н. Горячевым и его учениками были созданы работы, обратившие на себя внимание научной общественности» и далее, «...характеризуя работу кафедры в прошлом, следует прежде всего говорить о работах по небесной механике». Именно в этот период в Томском университете были начаты работы по исследованию движения малых тел Солнечной системы, успешно развиваемые в течение 60 лет тремя поколениями томских астрономов.

Одной из первых работ в этом направлении была работа Е. А. Киселевой «Опыт нахождения оскулирующей орбиты Паллады из оппозиций 1914, 1915, 1918, 1919 гг.». В 1929 г. была опубликована большая работа Н. Н. Горячева, посвященная десятилетнему юбилею физико-математического факультета ТГУ «Нахождение окончательной орбиты кометы 1925 г. Оркиша». «Эту работу Н. Н. Горячева, — пишет А. М. Лейкин (1967), — можно, безусловно, отнести к числу его лучших работ. В ней он проявил ряд блестящих качеств, присущих настоящему ученому: умение свободно использовать и правильно распоряжаться огромным фактическим материалом, способность глубоко и тонко в нем разобраться и отсеять ошибочное от истинного, поразительное упорство и настойчивость, проявленные при сборе наблюдательных данных, строгая добросовестность и принципиальность при критике допущенных ошибок как другими авторами, так и им самим, оригинальность методики при выполнении отдельных этапов работы и ряд других качеств. Критика встретила ее положительно и отметила как одну из ценных работ в области кометной астрономии».

Наиболее крупным теоретическим исследованием Н. Н. Горячева, привлечшим к себе внимание широкого круга специалистов в области небесной механики, была работа «Способ Альфана для вычисления вековых возмущений планет и применение его к Церере» (1937). Эта работа явилась результатом его многолетних исследований в области теории и практики определения вековых возмущений планет. Все существующие методы определения вековых возмущений опираются на схему Гаусса усреднения уравнений движения по двум быстрым переменным, средним аномалиям возмущаемой и возмущающей планет. Гаусс показал, что при усреднении по средней аномалии возмущаемой планеты, проекция притяжения, создаваемого возмущающей планетой, может быть заменена проекцией притяжения эллиптического кольца. Масса этого кольца равна массе возмущающей планеты и распределена по ее орбите так, что плотность на

каждом элементарном участке орбиты пропорциональна времени прохождения планетой данного участка. Для вычисления проекций притяжения эллиптического кольца был разработан целый ряд методов Калландро, Хиллом, Арндтом, Иннесом, Альфаном. Анализ этих методов убедил Н. Н. Горячева в том, что наиболее удобным с вычислительной точки зрения является способ Альфана, изложенный в его работе по теории эллиптических функций. Исправив некоторые ошибки в формулах Альфана и составив таблицы ряда специальных функций, Н. Н. Горячев приспособил метод Альфана к вычислению вековых возмущений небесных тел. Применение этого метода к вычислению вековых возмущений Цереры от восьми больших планет, выполненное Н. Н. Горячевым, показало, что метод действительно очень удобен и дает результаты, не уступающие по точности другим методам. Этот метод, известный в настоящее время как метод Гаусса — Альфана — Горячева, широко применяется отечественными и зарубежными астрономами при исследовании эволюции орбит тел Солнечной системы.

Чтобы ввести в астрономическую практику разработанный метод, Н. Н. Горячев наметил ряд работ, которые выполнялись сотрудниками кафедры и его учениками. Например, работа А. А. Сивкова (1939), в которой выполнялось сравнение методов Альфана и Колландро, работа П. М. Алабужева (1967), в которой сравнивались методы Альфана и Хилла. В это же время З. А. Флоринской (1967) выполнялась работа по вычислению периодических возмущений Паллады от Юпитера методом Колландро.

Смерть Н. Н. Горячева в 1940 г. была большой потерей для астрономической науки и особенно тяжелой утратой для кафедры астрономии Томского университета, которая лишилась руководителя, много лет отдававшего все свои силы развитию астрономии в Томске.

Работу кафедры в 1941—1942 гг. возглавлял доцент Г. А. Чеботарев, впоследствии профессор и директор Института теоретической астрономии АН СССР.

В годы войны научная и учебная работа кафедры была временно прекращена из-за отсутствия кадров. Но уже в 1945 г. возобновилась подготовка студентов-астрономов и начала налаживаться научная работа. Доцентом А. А. Сивковым были организованы регулярные наблюдения покрытий звезд Луной.

В послевоенные годы и вплоть до 1968 г. работу кафедры астрономии и геодезии возглавлял доцент А. М. Лейкин, который окончил Томский университет в 1933 г. и был оставлен на кафедре астрономии для научной и преподавательской работы. Здесь он проявляет большой интерес к научно-исследовательской работе в области небесной механики и кафедра

направляет его в Пулковскую обсерваторию для завершения работы по теме диссертации. В 1938 г. А. М. Лейкин успешно защищает кандидатскую диссертацию и его назначают ученым секретарем Пулковской обсерватории. В 1940 г. А. М. Лейкин переходит на преподавательскую работу в Ставропольский пединститут, а в 1943 г. возвращается в Томский университет.

Развертывая научную работу кафедры в послевоенные годы, А. М. Лейкин установил тесные контакты с Институтом теоретической астрономии в Ленинграде. Кафедра включилась в работу института по малым планетам. Эта работа состояла в вычислении орбит малых планет, улучшении этих орбит, составлении теории движения малых планет. Связь с Институтом теоретической астрономии АН СССР на все последующее время определила направление работы кафедры, где выполнялись работы по определению абсолютных возмущений малых планет методом Болина. С учетом основных возмущений были улучшены орбиты малых планет (110), (743), (716), (776), (857), (483), (804), (217).

Улучшенные элементы орбит и эфемериды планет регулярно публиковались в сборнике «Эфемериды малых планет», издаваемом ИТА АН СССР. В этой работе принимали участие А. М. Лейкин, А. А. Сивков, О. Н. Чайко, З. А. Флоринская, В. И. Анжина, Г. И. Косовичев.

В 60-е годы на кафедре возобновились работы в области практической астрономии. Доцентом Г. С. Тютеревым были переопределены координаты астрономической обсерватории университета. В этот же период Г. С. Тютерев начал работы по исследованию влияния метеорологических факторов на астрономические определения широты и времени. Целью этих исследований является выяснение причин, вызывающих аномалии рефракций, которые заметно влияют на точность астрономических измерений.

В 1957 г. после запуска в СССР первого искусственного спутника Земли Астросоветом АН СССР на территории Советского Союза была создана сеть наблюдательных станций. Такая станция наблюдений ИСЗ была организована и при Томском университете. Станция просуществовала 10 лет и провела большую работу по наблюдению различных искусственных космических объектов. Сначала это были визуальные наблюдения, а в 1960 г. — фотографические. Возглавлял работу станции ст. преподаватель Б. Т. Харин. Активное участие в работе станции принимали ассистент Н. А. Гольцева и студенты.

В 1962 г. на кафедре астрономии начались исследования в области метеорной астрономии под руководством доцента Р. Г. Лазарева (1965).

Изучение метеоров в Томске началось по инициативе

профессора Е. И. Фиалко в Томском политехническом институте в период МГГ, МГС (1956—1958) и МГСС (1965—1966). На кафедре астрономии исследование метеоров развивалось вначале на базе наблюдений, проводимых в Томском политехническом институте, а затем в Томском институте автоматизированных систем управления и радиоэлектроники. Целью этих исследований было изучение распределения спорадического метеорного вещества в окрестности орбиты Земли.

В 1968 г. был создан Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики и в его составе лаборатория небесной механики с двумя секторами: небесной механики и метеорной астрономии. Первым заведующим лабораторией был назначен доцент Р. Г. Лазарев. Одновременно Р. Г. Лазарев заведовал кафедрой астрономо-геодезии с 1969 по 1974 г. В 1969 г. обсерватории Томского университета был присвоен статус научного учреждения. Первым директором обсерватории стал доцент Г. С. Тютерев.

В 1974 г. было признано целесообразным объединить силы томских астрономов и приказом Минвуза РСФСР обсерватория была передана в НИИ ПММ.

В 1977 г. на базе лаборатории небесной механики и астрономической обсерватории в НИИ ПММ был создан отдел небесной механики и астрономии. Заведующей отделом была назначена доцент Т. В. Бордовицына. В настоящее время лабораторию небесной механики возглавляет к. ф.-м. н. Л. Е. Быкова, астрономическую обсерваторию — доцент Г. С. Тютерев.

Таким образом, в 70-е годы в Томском университете исследования в области астрономии концентрируются в НИИ ПММ. Закрытие астрономо-геодезической специальности в 1971 г. и последовавшее переформирование кафедры только способствовало этой концентрации.

В 1974 г. томская астрономическая школа понесла большую утрату — скончался доцент А. М. Лейкин, человек большой научной эрудиции, страстный поборник развития астрономии в Томском университете, отдавший этому делу 25 лет своей жизни.

Остановимся на итогах деятельности томских астрономов в период с 1968 по 1980 г. Эти итоги в цифровом выражении выглядят следующим образом.

Коллектив астрономов Томского университета вырос за указанный период втрое и насчитывает в настоящее время 30 человек. За этот период выполнено 5 тем по плану важнейших работ, в том числе 2 по постановлениям правительства. Сотрудниками отдела небесной механики и астрономии защищено 6 кандидатских диссертаций (Т. В. Бордовицына,

Л. Е. Быкова, Н. П. Фаст, А. М. Черницов, Л. Е. Сухоплюева, Т. С. Бороненко).

В настоящее время каждый третий научный сотрудник или преподаватель, занимающийся в Томском университете астрономией, — кандидат наук.

Регулярно выпускается межвузовский сборник «Астрономия и геодезия». Сотрудниками отдела написано 2 монографии. В 1978 г. вышла из печати монография Т. В. Бордовицкой и Л. Е. Быковой «Теории движения и эфемериды VI и VII спутников Юпитера на 1979—2000 гг.», в 1979 г. сдана в печать монография Т. В. Бордовицкой «Современные численные методы в задачах небесной механики». Н. П. Фаст опубликован «Каталог появлений мезосферных облаков по мировым данным за 1885—1971 гг.», подготовлено дополнение к каталогу. Сотрудниками кафедры и отдела опубликовано более 200 статей.

На базе НИИ ПММ проведено два всесоюзных совещания. Выросли и окрепли научные связи томских астрономов. Отдел является членом шести рабочих групп АН СССР, в том числе четырех рабочих групп по секции небесной механики. Отдел связан договорами о научно-техническом содружестве с тремя ведущими астрономическими учреждениями страны — кафедрой небесной механики Ленинградского университета, Институтом космических исследований АН СССР, Институтом астрофизики АН Таджикской ССР. Тесные научные контакты поддерживаются между отделом и Институтом теоретической астрономии АН СССР, много сделавшим для становления научной тематики отдела. Существуют научные связи с Государственным астрономическим институтом им. Штернберга, с Главной астрономической обсерваторией АН СССР и Главной астрономической обсерваторией АН УССР, астрономической обсерваторией им. Энгельгардта, астрономическими обсерваториями Казанского и Рижского университетов, Институтом астрофизики и физики атмосферы АН СССР, Институтом оптики атмосферы СО АН СССР и другими учреждениями.

В период с 1968 по 1980 г. усилия томских астрономов были сосредоточены на развитии двух основных научных направлений: 1) исследовании малых тел Солнечной системы (рассматривалось движение естественных и искусственных спутников планет, малых планет, комет, распределение метеорного вещества); 2) исследовании атмосферы Земли астрономическими методами.

Основные результаты научной деятельности астрономов Томского университета в 1968—1980 гг. можно сформулировать следующим образом.

В 1968 г. в лаборатории небесной механики Т. В. Бордовицкой и А. М. Черницовым были начаты работы по исследованию

дованию движения внешних спутников Юпитера. В 1970 г. в эту работу включились аспирантка Л. Е. Быкова и сотрудники лаборатории Т. С. Бороненко и Л. А. Московкина.

В лаборатории собран и обработан обширный наблюдательный материал, составляющий для VI спутника 435 наблюдений, для VII—171, для VIII—254, для IX—85, для X—43, для XI—33 и охватывающий весь период наблюдения спутников с момента открытия. К началу исследования наименее изученными в системе спутников Юпитера были VI и VII. Существовавшие системы начальных параметров и теории движения, разработанные в ИТА АН СССР В. Ф. Проскуным и С. С. Токмалаевой, представляли наблюдения со средней квадратической ошибкой $8''$ для VI спутника Юпитера и $28''$ — для VII спутника.

При улучшении орбит этих спутников исследователи столкнулись с рядом трудностей: во-первых, было замечено существенное влияние возмущений в коэффициентах условных уравнений на процесс улучшения орбит в целом, во-вторых, была обнаружена расхожимость процесса последовательных приближений в методе Гаусса при грубых начальных приближениях.

В связи с этим А. М. Черницовым и Т. В. Бордовицкой (1973, 1975, 1978) было выполнено исследование свойств метода Гаусса, наиболее часто применяемого для улучшения орбит небесных тел.

Итерационные процессы метода Гаусса трактовались как модификации метода Ньютона для решения систем нелинейных уравнений, возникающих при описании процесса улучшения орбит. Такая трактовка метода Гаусса позволила получить совокупность оценок, характеризующих условия сходимости и скорость сходимости рассматриваемых итерационных процессов. Полученная совокупность оценок позволила достаточно просто сравнивать и объяснять изменение свойств метода Гаусса в зависимости от точности определения частных производных от наблюдаемых параметров по оцениваемым (коэффициенты условных уравнений), распределения моментов измерений на временном интервале, выбора момента времени, на который находятся значения определяемых параметров, состава измеряемых и оцениваемых параметров точности начального приближения.

В связи с тем, что при улучшении орбит начальные приближения определяемых параметров могут находиться вне области сходимости метода Гаусса, была рассмотрена возможность комбинирования его с симплексным методом. На модельных примерах было показано, что последний может быть использован в процессе улучшения орбит небесных тел для получения достаточно хороших начальных приближений с последующим уточнением значений определяе-

мых параметров методом Гаусса. Было показано также, что симплексный метод может быть использован при улучшении орбит небесных тел по выборке измерений нарастающего объема.

Наиболее тщательному исследованию подверглись VI и VII спутники Юпитера.

На основе собранного наблюдательного материала Т. В. Бордовицыной и Л. Е. Быковой (1973) были построены численные теории движения VI и VII спутников Юпитера, определены системы начальных параметров, представляющие наблюдения VI спутника со средней квадратической ошибкой $2''$, VII — $2''$, 5, и вычислены эфемериды этих спутников до 2000 г. (1978).

Новые системы элементов орбит VI и VII спутников Юпитера, а также выведенные П. Хергетом системы элементов VIII—XI спутников были использованы Л. Е. Быковой для решения задачи совместного определения из наблюдений системы начальных параметров спутников и поправок к массе Юпитера.

Предварительно было исследовано влияние возмущений в значении массы Юпитера на представление наблюдений каждого спутника исходными системами параметров орбит. При этом обратное значение массы планеты варьировалось в пределах $1047.3 \div 1047.4$. Полученные результаты показывают, что вариация обратного значения массы Юпитера порядка 0.01 оказывает ощутимое влияние на величину разностей наблюдаемых и вычисленных положений спутника.

Основная трудность, которая возникает при решении задачи совместного определения параметров орбит спутника и значения поправок к массе Юпитера методом Гаусса, плохая обусловленность систем условных уравнений, определяющих искомые поправки, и, следовательно, неустойчивость получаемого решения относительно исходных данных. Поэтому был изменен традиционный подход к решению данной задачи и применен метод, разработанный Гавуриным для решения плохо обусловленных систем линейных уравнений. Метод состоит в выделении устойчивой проекции решения, соответствующей группе «больших» собственных значений нормальной матрицы. В процессе последовательных приближений определения исходных параметров устойчивая проекция принимается за очередное приближение искомых поправок к исправляемым параметрам. Исследование такой обобщенной итерационной схемы, выполненное А. М. Черницовым, Л. Е. Быковой (1977, 1978), показало, что сходимость данного итерационного процесса к той или иной точке, минимизирующей исходный функционал, зависит от выбора начального приближения. При этом малым вариациям исходных данных соответствуют малые изменения решения. Кроме

того, обобщенный итерационный процесс оказался сходящимся в достаточно большой области пространства определяемых параметров в отличие от метода Гаусса, который расходится при любом начальном приближении.

В результате применения к данной задаче описанного выше метода были получены следующие величины обратного значения массы Юпитера (1979) и соответствующие им системы элементов орбит спутников: VI 1047.369; VII 1047.367; VIII 1047.363; IX 1047.371; X 1047.357; XI 1047.366.

Приведенные величины обратного значения массы достаточно хорошо согласуются с определениями, полученными другими методами.

Для выполнения исследований группой сотрудников лаборатории под руководством Л. Е. Быковой было разработано программное обеспечение, реализующее на ЭВМ совместное численное интегрирование дифференциальных уравнений движения и уравнений дифференциальных коэффициентов. Существует два варианта указанного математического обеспечения. Для ЭВМ М-222 программы написаны в кодах машины и используют в качестве метода интегрирования метод Коуэлла 8-го порядка. Для ЭВМ БЭСМ-6 программы написаны на языке ФОРТРАН, реализованы в мониторной системе «Дубна» и используют в качестве метода интегрирования неявный одношаговый метод Батчера — Эверхарта.

Перечисленные программы используют для вычисления возмущений от больших планет фонд координат больших планет ИТА АН СССР (построенный в соответствии с *Astrophysical Papers*, V. 12, 13). Л. Е. Быковой и В. А. Тамаровым (1978) подготовлено программное обеспечение для создания фонда координат больших планет, представленных в виде полиномов Чебышева.

Параллельно с численным исследованием движения внешних спутников Юпитера Т. С. Бороненко (1975, 1977) выполнялись работы по созданию аналитических теорий движения этих спутников.

В качестве исходной системы дифференциальных уравнений была взята система уравнений Лагранжа, а не каноническая система уравнений, как это делается обычно.

Соответственно был разработан алгоритм метода Ли в кеплеровых элементах и показано, что для любых задач использование кеплеровых элементов не выводит за рамки теории Ли для канонических систем.

За основной малый параметр создаваемой теории был принят постоянный параметр ν , являющийся средним движением Солнца, вместо применяемого другими авторами (Делоне, Депри и др.) переменного параметра μ , представляющего собой отношение средних движений Солнца и спутника. Использование постоянного параметра позволило при-

менить для построения контактных преобразований ряды Ли, что заметно упростило алгоритм.

Для создания аналитической теории движения был разработан комплекс процедур РП (ряды Пуассона), позволяющий выполнять на ЭВМ операции над рядами Пуассона, комплекс процедур ПУ (программа усреднения), реализующий отдельные этапы алгоритма, и комплекс программ АЭ (аналитическая эфемерида), позволяющий вычислять эфемериду конкретного объекта с помощью полученных буквенных разложений. Комплексы программ записаны на языке Альфа-6 для ЭВМ БЭСМ-6.

Конечным результатом проделанной работы являются прямые и обратные преобразования элементов, записанные в виде рядов Пуассона и устанавливающие связь постоянных аналитической теории и оскулирующих элементов орбиты. Причем прямые и обратные преобразования элементов получены с точностью до 6-го порядка относительно параметра v . Разложение по эксцентриситетам и наклонам также выполнено до 6-го порядка. Средние движения долготы и долготы узла найдены с точностью до 9-го порядка относительно малого параметра v , среднее движение перицентра — до 15-го порядка относительно v . Полученные разложения применены к созданию аналитических теорий движения VI, VII и X спутников Юпитера.

В качестве исходных систем начальных параметров использованы системы, полученные численно для VI и VII спутников Т. В. Бордовицыной, Л. Е. Быковой (1973), для X спутника — П. Хергетом. Для указанных объектов точность вычисления постоянных теории по формулам обратного перехода составляет $0''.1 - 0''.5$. Расхождение аналитической и численной эфемерид на интервале времени в 50 лет составляет для VI и X спутников $1''$, для VII спутника — $2'' - 3''$. Л. А. Московкиной была предпринята попытка построения аналитической теории движения VII спутника Юпитера методом Хилла — Брауна с использованием для проведения буквенных операций на ЭВМ системы программирования АВТО-АНАЛИТИК. Была построена аналитическая теория движения VII спутника Юпитера третьего порядка. Эта работа показала, что непосредственное использование универсальной системы АВТО-АНАЛИТИК не рационально в задачах небесной механики. В связи с этим Ю. Б. Шмидтом была разработана специальная система буквенных операций над рядами в АВТО-АНАЛИТИКЕ (БОРА), учитывающая особенности математического аппарата небесной механики.

Работа по созданию аналитических теорий движения внешних спутников Юпитера в лаборатории продолжается. Группой сотрудников лаборатории под руководством Л. Е. Быковой в настоящее время начаты работы по созданию

теорий движения спутников Сатурна. Т. В. Бордовициной, Л. Е. Сухоплюевой и другими сотрудниками лаборатории ведутся работы по созданию высокоточных численных алгоритмов прогнозирования пространственных положений небесных тел. Т. В. Бордовициной, В. А. Шефером, Б. Т. Хариным выполняются исследования движения группы особых малых планет.

В течение всего периода существования лаборатории большой группой сотрудников под руководством Т. В. Бордовициной и Л. Е. Быковой ведутся работы по исследованию движения искусственных спутников Земли. Многие результаты нашли применение в практике. Совместно с кафедрой небесной механики ЛГУ начата работа по исследованию эволюции Солнечной системы.

Группа доцента Р. Г. Лазарева продолжала начатые на кафедре исследования в области метеорной астрономии. В 70-е годы исследовательская работа проводилась с использованием наблюдений Института астрофизики АН Таджикской ССР.

В теоретических исследованиях значительное внимание уделялось статистическому изучению распределения координат радиантов и скоростей метеоров и метеорных тел по небесной сфере в течение года.

Р. Г. Лазаревым и Н. Т. Светашковой (1964, 1965, 1967, 1970, 1973) на значительном наблюдательном материале было подтверждено, что большинство метеорных тел имеют прямые движения, а плоскости их орбит близки к плоскости эклиптики. Была обнаружена и исследована асимметрия в среднегодовом распределении метеорных радиантов, что соответствует асимметрии в распределении орбит. Результаты этих исследований хорошо согласуются с данными наблюдений.

Р. Г. Лазаревым и Г. В. Андреевым (1976, 1977, 1979) подробно изучены метеорные потоки Леонид, Квадрантид, Персеид, Геминид и другие по данным наблюдений в Томске и Душанбе. Для этих потоков изучено распределение метеорных тел по массе, плотности падающего потока, пространственная плотность частиц за период наблюдений 1965—1966 гг. в Томске и 1974—1978 гг. — в Душанбе. Оценивался также приток вещества на Землю от этих метеорных потоков. Результаты сравнивались с наблюдениями в Казани и других пунктах СССР и за рубежом.

Для выделения потоков и ассоциаций из метеоров фона была впервые применена теория флуктуаций яркости. На примерах потоков Леонид, Персеид и других показано, что такой метод разделения статистически надежен. Н. Т. Све-

ташковой (1977, 1979) выполнен цикл работ по статистическому моделированию метеорных потоков. Получены оценки средней плотности вещества в потоках Геминид, Квадрантид, Ариетид, Леонид, а также определены характеристики падающего потока метеорных тел 7 метеорных потоков по наблюдениям в Томске в 1965—1966 гг. Алгоритм метода построен таким образом, что его можно использовать как для изучения метеорной активности небесной сферы, так и для расчета метеорных радиотрасс.

В астрономической обсерватории под руководством доцента Г. С. Тютерева проводились исследования влияния атмосферы Земли на точность астрономических измерений. Проведены исследования аномалий астрономической рефракции, разработаны методы определения рефракционных аномалий и учета их в результатах астрометрических наблюдений. Построена теория влияния ветра в тропосфере на образование рефракционных аномалий. Подробный обзор этих работ дан Г. С. Тютеревым (1978). Выполнены также исследования по влиянию сезонной циркуляции атмосферы на неравномерность вращения Земли и движения земных полюсов. М. Р. Федяниным (1973, 1979) проводятся регулярные определения прозрачности земной атмосферы из наблюдений звезд. Изучается астроклимат г. Томска.

Получена величина дрожания звездных изображений из наблюдений на телескопе АВР-3 фотографическим способом.

Г. С. Тютеревым, А. Ф. Конторовым (1976) разработан метод определения координат небесных светил из наблюдений на равных высотах с применением фотоэлектрических регистраций звездных прохождений.

В астрономической обсерватории регулярно проводятся наблюдения покрытий звезд Луной. Результаты наблюдений представляются в Астросовет АН СССР, где они публикуются и пересылаются в Международный центр наблюдений в Херстмонсо.

Г. С. Тютеревым, М. Р. Федяниным, В. А. Андриановым (1975) разработана установка к телескопу АВР-3 для фотоэлектрических наблюдений покрытий звезд Луной (1975). Астросоветом АН СССР отмечалась высокая точность наблюдений, выполняемых в АО НИИ ПММ при ТГУ. Наблюдатели М. Р. Федянин и А. М. Морозов получили благодарность Астросовета. Канд. геогр. наук Н. П. Фаст ведутся регулярные наблюдения мезосферных облаков и обработка мировых данных появлений мезосферных облаков. Получена общая характеристика активности мезосферных облаков за весь период их видимости (1973). Изучены пространственно-временные характеристики мезосферных облаков, рассмотрены вопросы их климатологии и космофизических связей (1973, 1977).

За годы существования кафедры и астрономогеодезической специальности подготовлено более 200 специалистов в области астрономии и геодезии.

Среди питомцев кафедры немало докторов и кандидатов наук, руководителей астрономических учреждений, отделов, ведущих сотрудников крупных астрономических обсерваторий, заведующих кафедрами. Докторами физ.-мат. наук являются А. А. Немиро, Н. А. Нефедьев, Д. А. Рожковский, Р. Е. Гершберг.

В настоящее время отдел небесной механики и астрономии осуществляет подготовку студентов по небесной механике и смежным с ней вопросам теоретической механики и вычислительной математики.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горячев Н. Н. Наблюдения покрытий звезд Луной на обсерватории Томского университета.— Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1928, 75; 79: 2.
2. Горячев Н. Н. Способ подыскания певцовских пар звезд (с каталогом их для Томской обсерватории).— Изв. ун-та. Томск, 1924, 74.
3. Горячев Н. Н. Таблицы азимутов Полярной на 1932 г.— Издание Управления военных топографов РККА, 1924.
4. Лейкин А. М. Из истории астрономии в Томском университете.— В кн.: Круликовского Н. Н. История развития математики в Томске. Томск, 1967.
5. Горячев Н. Н. Форма геоида на Кузбассе.— Труды ун-та. Томск, 1928, 79.
6. Горячев Н. Н. Способ последовательных приближений при уравнивании свободной цепи геодезических четырехугольников.— Труды ун-та. Томск, 1934, 84.
7. Горячев Н. Н. Нахождение окончательной орбиты кометы 1925 г. (Оркиша).— Астроном. журнал, 1929, 1, 6.
8. Горячев Н. Н. Способ Halphen'a для вычисления вековых возмущений планет и применение его к Церере.— Томск: «Красное знамя», 1937.
9. Сивков А. А. Сравнение методов Альфана и Калландро вычисления вековых возмущений малой планеты Эгерии. Канд. дис.— Томск, 1939.
10. Лейкин А. М. Новые элементы малой планеты (804) Испания.— Уч. зап. Томск. ун-та, 1950, 14, 37—41.
11. Лейкин А. М. Улучшение орбиты малой планеты (743) EUGENISIS.— Уч. зап. Томск. ун-та, 1947, 6.
12. Лейкин А. М. Движение малой планеты (217) Эвдоры.— Труды ун-та. Томск, 1961, 155.
13. Тютерев Г. С. Влияние метеорологических факторов на астрономическое определение широты и времени. Автореф. канд. дис. 1965.
14. Лазарев Р. Г. Численность спорадических метеорных тел.— Астрон. журнал, 1965, 42, 5.
15. Бордовицына Т. В., Быкова Л. Е. Теория движения и эфемериды VI и VII спутников Юпитера на 1979—2000 гг.— Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1978.— 119 с.
16. Бордовицына Т. В. О влиянии вековых возмущений на коэффициенты условных уравнений VII спутника Юпитера.— Астрономия и геодезия, вып. 2. Томск, 1973.
17. Черницов А. М. Анализ некоторых упрощенных схем определения оценок параметров движения небесных тел.— Астрономия и геодезия, вып. 5. Томск, 1975.

18. Черницов А. М., Бордовицына Т. В. Применение модификаций метода Ньютона в задаче определения параметров движения космических аппаратов.— Труды II чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского, 1978.

19. Быкова Л. Е. Определение массы Юпитера по исследованию движения его VI спутника.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1973, вып. 3.

20. Черницов А. М. О применении одного обобщенного итерационного метода при оценивании параметров движения небесных тел.— *Астрономия и геодезия*, Томск, 1977, вып. 6.

21. Быкова Л. Е. Об определении массы Юпитера по движению его внешних спутников.— *Бюллетень ИТА*, 1979, т. 14, вып. 7.

22. Быкова Л. Е., Тамаров В. А. Представление эфемерид спутников планет полиномами Чебышева.— *Письма в астроном. журнал*, 1978, т. 4, вып. 8.

23. Московкина Л. А. Алгоритм решения в системе Авто-Аналитик ограниченной задачи трех тел методом Хилла—Брауна.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1975, вып. 5.

24. Бороненко Т. С. Аналитическая теория движения шестого порядка внешнего спутника планеты.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1980, вып. 8.

25. Бордовицына Т. В., Сухоплюева Л. Е. Исследование эффективности численных алгоритмов, использующих уравнения движения ИСЗ в стабилизированной и регуляризированной форме.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1980, вып. 8.

26. Бордовицына Т. В. Обзор современных способов повышения точности численного интегрирования дифференциальных уравнений движения небесных тел.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1980, вып. 8.

27. Лазарев Р. Г. О некоторых статистических характеристиках метеорной материи в окрестности земной орбиты.— *Астроном. журнал*, 1967, вып. 4, 849—859.

28. Лазарев Р. Г., Халина Н. Т. О распределении радиантов спорадических метеоров.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1973, вып. 2.

29. Лазарев Р. Г., Фялко Е. И. К вопросу о распределении метеорных тел по массам в метеорных потоках Квадрантид, Персеид, Геминид. — *Труды Томского ин-та радиоэлектроники и электронной техники*, 1964, 3, 86—92.

30. Лазарев Р. Г. О суточной и сезонной вариации часовых чисел метеоров, ч. 2.— *Известия Томск. политехн. ин-та*, 1965, 131, 3—16.

31. Назаренко М. К., Лазарев Р. Г. Радиолокационные наблюдения метеорного потока Леонид. — *Астроном. циркуляр*, 1965, № 362.

32. Лазарев Р. Г., Назаренко М. К. Радиолокационные наблюдения потока Леонид 1966 г. в Томске.— *Астроном. циркуляр*. М., 1967, № 420.

33. Андреев Г. В., Лазарев Р. Г. О статистическом выявлении метеорных потоков, ассоциаций и фона на основе теории флуктуаций яркости.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1976, вып. 6.

34. Андреев Г. В., Лазарев Р. Г., Рубцов Л. Н. О притоке вещества в атмосферу Земли от метеорного потока Леонид по радионаблюдениям 1966—1968 гг. — Тезисы Всесоюзного симпозиума «Проблемы радиометеорных исследований атмосферы. 4—6 октября 1977 г.». Харьков, 1977.

35. Андреев Г. В., Лазарев Р. Г. О флуктуациях числа наблюдаемых метеоров.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1979, вып. 7.

36. Андреев Г. В., Лазарев Р. Г., Рубцов Л. Н. Структура метеорного потока Квадрантид по радионаблюдениям на длине волны 17 метров.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1979, вып. 7.

37. Костылев К. В., Светашкова Н. Т. Метод статистического моделирования радиолокационных наблюдений метеорного потока.— М., 1977, ч. 1.

38. Светашкова Н. Т. Определение плотности падающего потока метеорных тел в потоках Орионид, Персеид, Ариетид, Урсид.— *Астрономия и геодезия*. Томск, вып. 9 (в печати).

39. Костылев К. В., Светашкова Н. Т. Применение метода статистического моделирования метеорных явлений для изучения метеорного распространения радиоволн.— *Астрономия и геодезия*, 1977, вып. 6, 63.

40. Тютюрев Г. С. Аномалии рефракции.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1979, вып. 7.

41. Тютюрев Г. С. Метод определения координат небесных светил из наблюдений на равных высотах.— *Астрономические определения координат небесных объектов*. Изд-во Уральского университета, 1976.

42. Тютюрев Г. С., Федянин М. Р., Андрианов В. А. Наблюдения покрытий звезд Луной фотоэлектрическим способом. — *Астрономия и геодезия*. Томск, 1975, вып. 5.

43. Фаст Н. П. Каталог появлений серебристых облаков по мировым данным.— Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1972.

44. Фаст Н. П., Фаст В. Г. Общая характеристика активности мезосферных облаков за весь период их наблюдений.— *Астрономия и геодезия*. Томск, 1973, вып. 4, 53—76.

45. Фаст Н. П. О частоте наблюдений серебристых облаков.— *Метеорологические исследования*.— М.: Наука, 1973, № 22, 137—142.

46. Фаст Н. П., Фаст В. Г. О климатологии серебристых облаков. — *Метеорологические исследования*.— М.: Наука, 1977, № 23, 73—80.

47. Фаст Н. П. Каталог появлений серебристых облаков по мировым данным.— Томск, 1980, ч. 2.

Автоматизация научных исследований

Практически ни одно экспериментальное научное исследование, ни один процесс производства не обходится без измерений в той или иной форме. Развитие всех отраслей народного хозяйства и техники зависит от уровня и опережающего развития средств измерений. Именно измерения связывают науку с математической и технической практикой. В связи с резкой интенсификацией и автоматизацией процессов производства, усложнением и расширением фронта научных экспериментов существенно повысились требования к средствам измерений. Поток необходимой информации для оперативного принятия решений и управляющих воздействий настолько возрос, а обработка ее производится по таким сложным алгоритмам, что дальнейший технический прогресс без автоматизации этих процессов становится невозможным. Большой объем научных исследований и испытаний различных устройств связан с необходимостью автоматизации измерений давления, временных интервалов, скоростей регистрации информации с цифровых измерительных приборов и обработки результатов фото- и киносъемок. Разработка и создание таких устройств являются главной задачей отдела автоматрии НИИ ПММ. Группой сотрудников этого отдела под руководством Г. С. Ратанова и Г. И. Кузнецова разработаны и внедрены в практику промышленных работ и на-