

Математика как школьный предмет начала изучаться в Кыргызстане только после Октябрьской революции, а высшая математика - после открытия первого в Кыргызстане ВУЗа - Кыргызского государственного педагогического института - ныне Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына.

Началом исследований по математике принято считать математический семинар, проходивший под руководством Г.А.Сухомлинова (1940). Так, в 1941 году участником семинара Я.В.Быковым была написана работа, в которой выяснялись условия существования решений нелинейных интегральных уравнений типа Гаммерштейна. В 1949-1965 годы семинаром руководил профессор Я.В.Быков, ставший в 1960 г. Членом-корреспондентом АН Киргизской ССР. С 1966 г. по 2017 год этим семинаром руководил М.И.Иманалиев, академик НАН Кыргызской Республики (1979) и член-корреспондент АН СССР (ныне РАН), с 2017 года - руководит академик А.А.Борубаев.

Остановимся на некоторых моментах развития математики в Кыргызстане.

В развитие математической физики в Кыргызстане неоценимый вклад внес всемирно известный ученый профессор Ф.И.Франкль.

Дальнейшему развитию этого направления посвящены работы Ж.Ш. Шаршеналиева, Э.Керимгазиева, И.Бийбосунова, К.Чадаевой, Ч.Жаныбекова, Т.О.Ормонбекова, Ж.С.Саламатова, Т.А.Айтмурзаева, Ш.Кенжебаева, Ш.Д. Шамгунова, В.В.Попова, М.С. Дильдаева, А.Уралиева, Б.И. Бийбосунова, Т.А.Шемякиной, М.Т.апарова.

В Кыргызстане ведутся исследования по топологии, у истоков которых стоит академик А.А.Борубаев. Различные аспекты топологии разрабатывают А.А. Чекеев, П.С.Панков, К.Ишмахаметов, Б.А.Болжиев, Л.Сейтбеков, Дж.Джаянбаев, Т.Д.Касымова, Л.Баймулдинова, Б.Э.Канетов, Б.К.Шалпыков и др.

Развитие общей топологии, изучающей свойства непрерывных объектов сохраняющиеся при всевозможных деформациях, поставило в 60-е годы XX века вопрос об

исследовании структур, более тонких, чем топологические - равномерных.

В связи с этим в Кыргызстане создана теория униформизации классов топологических пространств и непрерывных отображений, имеющая приложения в различных областях математики и найдены новые эффективные способы построения расширений топологических и упорядоченных пространств и пополнений топологических групп. Основные полученные результаты опубликованы в монографии А.А. Борубаева. Разработаны эффективные методы - взаимной классификации равномерных пространств и равномерно непрерывных отображений и построения различных типов расширений топологических пространств.

Введено понятие «кинематического топологического пространства», на основе которого впервые в мире осуществлено естественное компьютерное изображение римановых поверхностей и других пространств, считавшихся ранее абстрактными, опубликована монография Борубаева А.А., Панкова П.С. Сформулирована общая проблема естественного представления математических объектов в учебных и научных целях.

В Кыргызстане ведутся и развиваются геометрические исследования (Б.Абакиров, М.Б.Исабеков, А.А.Сабыканов, Г.Матиева), ведутся исследования по оптимальному управлению (А.И.Егоров, Ж.Ш.Шаршеналиев, Т.Т.Оморов, Р.Рафатов, В.В.Алиферов, Л.Г.Лелевкина, А.Алишеров, А.Керимбеков, А.Сатыбаев, З.К.Иманалиев, М.Калманбетов, Т.П.Самохвалова, а также разрабатывается методика преподавания математики и создаются учебники (М.И.Иманалиев, И.Б.Бекбоев, А.А.Борубаев, А.Айылчиев, Усубакунов, Ч.Жаныбеков, Ж.Саламатов, Г.Д.Панкова, А. Жусупбаев, Т.Д.Омуров, Б.Шабыкеев, Т.Култаев, Г.Маматкадырова, А.Аширбаева, М.Д.Джураев, Ж.У. Байсалов, А. Абдиев, А.Саадабаев, А.Б.Байзаков, А.Асанов, А.С.Алыбаев).

В Кыргызстане развиваются исследования по теории и приложениям интегро-дифференциальных, интегральных и дифференциальных уравнений, операционному исчислению, по разностным и суммарно-разностным уравнениям, математической физике, линейной алгебре.

Больших успехов математика Кыргызстана достигла в области интегро-дифференциальных уравнений. После пионерных работ итальянского математика Вито Вольтерра именно в нашей Республике были начаты интенсивные систематические исследования, получены основополагающие результаты,

способствовавшие бурному развитию общей и качественной теории интегро-дифференциальных уравнений не только у нас, но и во многих странах мира. В настоящее время в США, России, КНР и в других, более чем в 20 странах ведутся глубокие научные поиски по общим и специальным разделам теории и практики интегро-дифференциальных уравнений.

Кратко опишем направления исследований и полученные результаты. Одна из фундаментальных особенностей интегро-дифференциальных уравнений по сравнению с дифференциальными уравнениями проявляется в проблеме разрешимости задачи Коши. Если в случае дифференциальных уравнений, вообще говоря, в любой точке области гладкости коэффициентов задача Коши однозначно разрешима, то для интегро-дифференциальных уравнений это далеко не так. Точки, в которых нарушается единственность решения задачи Коши, следуя Я.В.Быкову, называются особенными. Особенности точки отражают специфику интегро-дифференциальных уравнений. Здесь значительных успехов добились Ю.А.Ведь, А.И.Боташев.

Я.В.Быков также ввел понятие операторного решения для линейной однородной системы интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра - оно является аналогом фундаментальной матрицы решений для систем ДУ, но в отличие от фундаментальной матрицы, операторные решения определяются не из исходной интегро-дифференциальной системы, а из некоторой модифицированной параметрической интегро-дифференциальной системы. Знание операторного решения и формулы общего решения линейной неоднородной системы (метод перехода от однородного к неоднородному), позволяют развить теорию задачи Коши, краевых задач для линейных и нелинейных интегро-дифференциальных уравнений (Я.В. Быков, М.И.Иманалиев, Ю.А.Ведь, А.И.Боташев, Л.А.Финкель).

Появление монографии Я.В.Быкова стало значительным событием в математической жизни. Она стала настольной книгой не только наших ученых, но и ученых других стран.

Разработан асимптотический метод разложения решений задачи Коши и краевой задачи для сингулярно-возмущенных нелинейных интегро-дифференциальных уравнений. Этот метод удобен по сравнению с известными и получил мировое признание. Исследования в этом направлении отражены в монографиях М.И.Иманалиева.

Обнаружено, что множество слипания в разрешимости задачи Коши для

интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра может быть любым замкнутым множеством (М.И.Иманалиев, Ю.А. Веды, П.С.Панков).

Разработаны нестандартный метод сведения к системе, состоящей из одного дифференциального уравнения первого порядка и одного интегро-дифференциального уравнения второго порядка с введением некоторой положительной весовой функции, для интегро-дифференциального уравнения третьего порядка типа Вольтерра (С.Искандаров, А.Т.Халилов); нестандартные методы сведения к системе: для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра второго порядка (с введением некоторых вспомогательных параметров и положительной весовой функции, система состоит из одного дифференциального уравнения первого порядка и одного интегро-дифференциального уравнения первого порядка); в трех вариантах для дифференциальных уравнений и интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра третьего порядка, в различных вариантах для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра четвертого, пятого, шестого порядков (С.Искандаров).

Получены достаточные условия асимптотической устойчивости решений линейного однородного интегро-дифференциального уравнения типа Вольтерра второго порядка без первых производных искомой функции. Изучены асимптотические свойства на полуоси решения линейных интегральных уравнений типа Вольтерра второго рода в новой постановке, а именно без предположения, что этими свойствам и обладают их свободные члены (С. Искандаров).

Разработанным методом срезающих функций и с применением новых лемм об интегральных неравенствах первого рода получены условия ограниченности на полуоси решений интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра первого порядка, не разрешенного относительно производной, и второго порядка в случае, когда соответствующие дифференциальные уравнения имеют неограниченные на полуоси решения (С.Искандаров).

Я.В.Быков исследовал поведение решений систем нелинейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра при неограниченном возрастании и убывании независимого переменного на основе ранее разработанного метода перехода от однородной линейной системы интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра к соответствующей неоднородной системе. Установлено достаточное условие существования периодических решений дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений с малым параметром. Я.В.Быков, Т.Ч.Култаевым, Б.К.Темировым исследованы вопросы осцилляции решений дифференциальных,

интегро-дифференциальных и операторно-разностных уравнений.

Вопросы разрешимости начальных и краевых задач для линейных интегро-дифференциальных уравнений исследовали Л.Е.Кривошей, Ю.А.Ведь, Л.А.Финкель, А.И.Боташев, Э.Усубалиев.

Вопросы периодических решений и периодической краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений изучали А.И.Боташев, Э.Усубалиев, Л.А.Талипова, А.Т.Алымбаев, Р.Т. Тазабеков.

Линейные интегро-дифференциальные уравнения с особыми точками изучали Н.В.Донская, П.С.Панков, А.Бектеналиев, А.С.Сейтказиева. Вопросами асимптотического поведения и устойчивости решений систем линейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра с постоянными коэффициентами и разностными ядрами при ее возмущениях занимались Я.В.Быков, А.И.Егорова, Ю.А.Ведь, Г.Ражатов, С.Искандаров.

М.Иманалиев и Ю.А.Ведь исследовали вопросы интегральных возмущений и их влияния в теории устойчивости систем линейных дифференциальных уравнений. Обнаружено, что малые интегральные возмущения могут оказать существенное влияние на устойчивость дифференциальных систем. Разработан метод установления достаточных условий, при выполнении которых неустойчивые дифференциальные системы при их интегральных возмущениях становятся устойчивыми, устойчивые - неустойчивыми.

Установлены достаточные условия корректности и ограниченности решения нелинейного дифференциального уравнения в частных производных первого порядка, с интегральным коэффициентом в правой полуплоскости при начальном условии на оси; выявлено, что наличие интегрального коэффициента вносит существенное изменение в теорию дифференциальных уравнений с частными производными первого порядка. Исследованы вопросы корректности начальной и предельной задач для линейного однородного дифференциального уравнения первого порядка с отклоняющимся аргументом смешанного (опережающе-запаздывающего и запаздывающе-опережающего) типа на полуоси.

Асимптотические и аналитические структуры решений в окрестности особой точки выявлены А.Байзаковым. Степенную асимптотику и асимптотические оценки решений линейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра изучали Я.В.Быков, Ю.А. Веды, З.Пахыров, С.Искандаров установил достаточные условия типа не малости членов ограниченности на полуоси линейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра.

Вопросы корректности на полуоси задачи Коши в любой заданной точке полуоси и предельной задачи для систем нелинейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра и Фредгольма, с конечными и бесконечными пределами интегрирования, ограниченности и стремления к конечным пределам их решений исследовал Ю.А.Ведь. Им установлено достаточное условия корректности на полуоси начальной задачи Коши в любой заданной точке полуоси и предельной задачи Коши для систем нелинейных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра и Фредгольма с конечными и бесконечными промежутками интегрирования с липшицевыми нелинейностями, ограниченности и стремления к конечным пределам их решений.

Ю.А. Веды, И.С. Самудинов изучили предельные краевые задачи для нелинейных интегро-дифференциальных уравнений. Ю.А.Веды, Л.Н. Китаева, Г.Р. Ражапов, СБ. Баялиева исследовали вопросы степенной асимптотики и асимптотических оценок решений нелинейных интегро-дифференциальных уравнений.

Развит метод интегральных уравнений и неравенств для изучения асимптотических свойств решений различных классов интегро-дифференциальных и интегральных уравнений типа Вольтерра (Я.В. Быков, М.И. Иманалиев, А. Пратов, Ю.А. Веды, З.Пахыров, С.Искандаров).

Существование, единственность, приближенные методы решения многих классов нелинейных интегро-дифференциальных уравнений с различными типами начальных, краевых и смешанных условий были найдены Л.Е. Кривошеиным, К.Б. Бараталиевым, Т.К. Камытовым, Ж. Нарматовым, К. Сарыгуловым, С.С. Садыковым, Т.А. Аманкуловым, Б.Ш. Шабыкеевым, а для задачи Коши и краевых задач для сингулярных интегро-дифференциальных уравнений Э. Дуйшеевым получены рекуррентные формулы и оценки для решения.

Работы К.К. Какишова, Р.Т. Тазабекова посвящены различным вариантам метода усреднения Крылова-Потлюбова для нелинейных интегро-дифференциальных уравнений.

Задачи с начальным скачком и другие типы задач для сингулярно-возмущенных нелинейных интегро-дифференциальных уравнений изучались М.И. Иманалиевым и другими.

Нелинейные интегро-дифференциальные уравнения с несколькими малыми параметрами изучались М.И.Иманалиевым, К.К.Какишовым.

Специфические особенности теории периодических решений интегро-дифференциальных уравнений по сравнению с дифференциальными уравнениями и вопросы ветвления таких решений изложены в упомянутой книге М.И. Иманалиева.

Наряду с интегральными уравнениями первого рода рассматривались сингулярно-возмущенные интегральные уравнения (второго рода). Ставится следующая задача: Будут ли такие возмущенные уравнения иметь обычные непрерывные решения? Будут ли эти обычные решения сходиться к одному из обобщенных решений исходных уравнений? Эта задача изучалась М.И. Иманалиевым, П.С.Панковым, С.Н. Алексеенко, И.Р. Габитовым, Ш. Эгембердиевым, К.А. Алымкуловым, А. Саадабаевым, К. Сейтказиевой, А.Сейтказиевой, А. Сраждиновым, А. Асановым, Т.Д. Омуровым.

Вопросы регуляризации в пространствах квадратично-суммируемых и непрерывных линейных интегральных уравнений с приближенно заданной правой частью и ядром исследовали М.И. Иманалиев, А.Саадабаев, А.Асанов, А.Сраждинов; операторные уравнения первого рода - А.Асанов, А.Саадабаев, М.Т. Токтосунов, И.А. Усенов. Априорную оценку интеграла от решения линейного интегрального уравнения типа Вольтерра с переменным ядром получил С. Искандаров.

Проводились исследования и для многомерных интегральных уравнений первого и третьего рода (А.Асанов, А.Сраждинов).

В монографии М.И. Иманалиева в пространстве непрерывных функций к нелинейным интегральным уравнениям первого рода применяется регуляризация при помощи метода сингулярных возмущений М.М.Лаврентьева.

В монографии М.И. Иманалиева приведены примеры, показывающие невозможность перенесения на нелинейные интегральные уравнения первого рода результаты, которые имеют место для линейного случая.

При помощи метода погранслойных поправок впервые С.Н. Алексеенко установил асимптотическую близость решений нелинейной трехмерной системы уравнений Навье-Стокса, описывающей движение жидкости с учетом вязкости с решениями уравнений Эйлера, описывающих движение жидкости без учета вязкости.

Создан метод доказательных вычислений на ЭВМ (М.И. Иманалиев, П.С. Панков), при помощи которого получен ряд новых результатов в различных разделах математики, улучшающих уже известные или дающих ответы на поставленные ранее вопросы (Г.Д. Панкова, Г.М. Кененбаева, Б.Ж. Баячорова, С.А. Югай). На основе этого метода разработан новый вузовский курс «Компьютерная математика», внедренный в вузах Кыргызстана (Ж.Р. Джаналиева).

Разработана новая методика исследования решений вырожденных сингулярно-возмущенных динамических систем, как точечных множеств, обнаружен ряд новых эффектов, в том числе «вращающегося пограничного слоя», «удаляющегося пограничного слоя», асимптотического расщепления решений», практической бифуркации решений (М.И. Иманалиев, П.С. Панков, Г.М. Кененбаева).

Открыт и интенсивно разрабатывается в настоящее время принципиально новый метод изучения нелинейных дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений в частных производных, за которым укрепилось название «метод дополнительного аргумента». Цикл этих работ подытожен в монографии М.И. Иманалиева. Затем метод был распространен на нелинейные интегро-дифференциальные уравнения в частных производных мерного порядка с частными производными под знаком интеграла, с вырожденным ядром и с другими особенностями, а также на уравнения со многими пространственными переменными.



С помощью этого метода начальная задача для таких уравнений сведена к удобной для исследования системе интегральных уравнений. Затем этим же методом были исследованы смешанные задачи для уравнений с дифференциальным оператором типа полной производной по времени. В этих исследованиях проявились преимущества метода дополнительного аргумента перед другими методами исследования подобных уравнений, заключающиеся в том, что система интегральных уравнений, к которой приводится исходная задача, не содержит суперпозиции неизвестных функций. Кроме того, решение исходной задачи получается из решения интегральных уравнений при помощи понижения размерности множества аргументов, а не при помощи обращения нелинейного алгебраического оператора. С использованием основных идей метода дополнительного аргумента были исследованы дифференциальные и интегро-дифференциальные уравнения в частных производных типа Кортвега-де-Фриза, а также нелинейные волновые уравнения и уравнения параболического типа. Для системы двух уравнений в частных производных, возникающей при изучении процессов, происходящих в жидких кристаллах, исследована разрешимость разных постановок начально-краевых задач. При этом проявилось то преимущество метода дополнительного аргумента, что все рассмотренные типы начально-краевых задач исследуются единообразным способом. Затем при помощи новых понятий квазикоммутативности и обобщенной квазикоммутативности операторов, а также сужения операторов, действующих в пространстве нескольких переменных, было проведено теоретическое обоснование метода дополнительного аргумента для решения уравнений в частных производных. Осуществлено применение метода дополнительного аргумента для приближенных решений уравнений и показаны преимущества этого метода перед известными методами характеристик и сеток.

В настоящее время идеи метода дополнительного аргумента находят свое применение при исследовании нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков и при изучении периодических решений сингулярно-возмущенных уравнений. В настоящее время на основе метода дополнительного аргумента производятся исследования разрешимости систем дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка с разными характеристическими направлениями. К системам такого вида сводятся как многие задачи из области физики и механики, так и многие уравнения высших порядков. Разработка разрешимости разных классов начально-краевых задач для систем с разными характеристическими направлениями, исследования разрешимости нелинейных уравнений первого порядка, исследования нелинейных дифференциальных уравнений высших порядков, а так же развитие методов приближенного решения уравнений на основе метода дополнительного аргумента представляют его ближайшую перспективу (М.И. Иманалиев, П.С. Панков, Т.М. Иманалиев).

Метод дополнительного аргумента для нелинейных интегро-дифференциальных уравнений в частных производных развит М.И. Иманалиевым, Л. Аширбаевой.

К. Алымкуловым обоснован и развит метод Лайтхилла для сингулярно-возмущенных дифференциальных уравнений с особыми точками и с его помощью впервые получены равномерно пригодные решения вплоть до иррегулярной особой точки. Нелокальные бифуркации периодических решений возмущенных дифференциальных уравнений исследованы Т. Сыдыковым.

Создана новая асимптотическая теория сингулярно-возмущенных дифференциальных уравнений в случае нарушения условий устойчивости для решений вырожденных уравнений М.И. Иманалиев, С. Каримов). Для решения возникающих в ней задач разработан метод линий уровня в комплексной плоскости (К.С. Алыбаев).

Существенно развит метод сингулярных возмущений С.А. Ломова для различных классов сингулярно-возмущенных линейных и нелинейных дифференциальных уравнений с начальными и краевыми условиями (А.С. Омуралиев, А.М. Джураев).

Разрабатываются методы решений в квадратурах для различных классов обыкновенных дифференциальных уравнений (С.К. Кыдыралиев, А.Б. Урдалетова).

По некорректно поставленным задачам исследованы вопросы неклассических и обратных задач для псевдопараболических уравнений А. Асановым, Э.Р. Атамановым, А. Абдукаримовым.

Задача решения интегральных уравнений первого рода, задача восстановления коэффициентов и начальных условий для некоторых типов интегро-дифференциальных уравнений были рассмотрены М.И. Иманалиевым, М.Д. Джураевым, А. Саадабаевым, Э.Р. Атамановым. Обоснован метод неродственного исследования проблемы ветвления решений нелинейных уравнений, чему посвящена книга А.И. Боташева.

В.В. Поповым развиты известные и разработаны новые асимптотические методы

решения краевых задач о распространении волн в ограниченных средах. В частности, им предсказан новый тип поверхностных электромагнитных волн в жидких кристаллах. Проанализировано возникновение электрического поля у поверхности без атмосферного небесного тела действием солнечной радиации.

М.И. Иманалиевым, В.В. Поповым исследовано распространение волн у неоднородной поверхности и в периодических структурах и предсказано, в частности, резонансное взаимодействие пространственно-периодических инженерных сооружений с сейсмической волной. Разработан асимптотический метод решения задачи Римана для анализа рассеяния волн на периодических структурах.

В Кыргызстане ведутся исследования и по направлению математические методы в экономике. Сформулированы взаимосвязанные экономико-математические модели для оптимизации свеклосахарного производства Ю.П. Черновым, И.Д. Степаненко, Э.Г. Ланге, А. Жусупбаевым, которое нашли в свое время широкое применение в Кыргызстане и за его пределами. Для сформулированных задач предложены методы решения и монографии Ю. П. Чернова, Э.Г. Ланге. Для решения задач размещения с нелинейной целевой функцией, с дробной структурой целевых функций и для двухэтапных задач размещения А. Жусупбаевым модифицирован метод последовательных расчетов В.П. Черенина и В.Р. Хачатурова, и результаты изложены в монографии Э.Г. Ланге, А. Жусупбаева. Исследован одно- и многопродуктовый класс задач размещения. Для этих задач разработан метод и алгоритм решения, с помощью которого впервые решены многие задачи размещения, в том числе -двухэтапные многопродуктовые. Результаты этих исследований изложены в монографии М. Иманалиева, А. Жусупбаева, М. Асанкуловой.

Для класса задач размещения с нелинейными целевыми функциями и с дополнительными ограничениями на искомые переменные и для двухэтапных задач с дополнительными ограничениями на искомые переменные разработан метод и алгоритм решения А. Жусупбаевым, М. Асанкуловой. Различные случаи рассмотренных задач исследованы в монографии.

Построению математических моделей задач различных отраслей промышленности и сельского хозяйства Кыргызстана и их решению посвящены работы А. Жусупбаева, М. Асанкуловой, С.Т. Раманкулова, Т.Ч. Култаева, К. Чороева, А. Мамбетовой, Г. Маматкадыровой, Г.А. Жусупбаевой. Многие из этих моделей нашли применение в предприятиях сельского хозяйства республики.

В Кыргызстане начаты исследования по математической лингвистике. П.С.Панковым совместно с Т.С. Сыдыковым сформулирован единый алгоритм словоизменения в кыргызском языке и на его основе создана компьютерная программа по изучению и контролю знания государственного языка.

Р.О. Оморов ведет исследования по синергетике. Для синергетических систем и систем управления, описываемых дифференциальными уравнениями, получены результаты в теории топологической ости: при исследовании грубости и бифуркаций колебательных и хаотических процессов; управлении грубостью синергетических систем; разработке положений метода топологической грубости и его приложений.

В дальнейшем будут продолжены исследования по всем традиционным для нас научным направлениям математической науки, в частности, по теории динамических систем, топологических и равномерных пространств, обратным задачам геофизики, нелинейным уравнениям в частных производных, созданию устойчивых методов решения интегральных уравнений первого рода, выяснению асимптотических свойств решений дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений и их дискретных аналогов, построению обобщенных решений дифференциальных уравнений, развитию доказательных вычислений, методике интерактивного компьютерного представления математических объектов, экономико-математическим методам, созданию аппаратных программных средств для ввода и вывода и обработки информации.

Ученые математики надеются, что в математическую науку придут образованные, высокоинтеллектуальные, целеустремленные молодые люди и поднимут престиж математической науки Кыргызстана еще выше.