

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Н. С. Райбман, Идентификация объектов управления (обзор), *Автомат. и телемех.*, 1979, выпуск 6, 80–93

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 5.18.224.66

14 мая 2023 г., 16:39:58



УДК 62-501.72:62-506

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ
(обзор)**

Н. С. РАЙБМАН

(Москва)

Приводится краткий обзор методов идентификации, разработанных в Институте проблем управления. Особое внимание уделяется АСИ — адаптивным системам управления с идентификатором в цепи обратной связи.

1. Введение

Расширение возможностей современной теории управления, расширение круга теоретических и практических задач, решаемых на базе принципов и методов этой теории, тесно связано с теорией идентификации. В классической теории автоматического регулирования уравнение системы обычно выбиралось или задавалось на основании известной априорной информации об объекте, и анализ и синтез собственно системы управления производился на базе этого уравнения. Однако в связи с усложнением объектов управления, сопровождающимся уменьшением априорной информации о них, а также в связи с необходимостью учета реальных условий функционирования и изменений во времени как характеристик самих объектов, так и условий их функционирования возникла потребность в создании принципов и методов построения моделей объектов управления, на базе которых могли бы при таких обстоятельствах решаться задачи анализа и синтеза системы управления. Проблема построения модели является очень старой, и, по-видимому, развитие науки в той или иной мере связано с появлением новых моделей, с желанием отобразить при помощи определенных средств и методов реальную действительность, реально протекающие процессы, реальные явления. Естественно, что к настоящему времени накоплено большое число моделей, которые постоянно используются для решения конкретных задач, и разработано много подходов и методов, дающих возможность построить модель определенного процесса, объекта, явления. Однако идентификация вдохнула в проблему построения модели новую жизнь, выдвинула новые требования, которые непосредственно вытекали из задачи управления. Судить, например, об оптимальном управлении можно только в том случае, если оптимизация проведена на модели, которая адекватно отражает реальный объект и условия его функционирования.

Работы по созданию принципов и методов построения моделей объектов управления в Институте проблем управления начались в конце 50-х годов и интенсивно развиваются и в настоящее время. Подходы, развиваемые в институте, базировались на статистических методах [1—3], методах дуального [4] и адаптивного [5, 6] управления.

Инициирование работ по теории идентификации в институте, их развитие, которое производилось и в других исследовательских и учебных ин-

ститутах, было вызвано непосредственно практикой автоматического управления, и полученные теоретические и практические результаты способствовали активному участию нашей страны во всех симпозиумах по идентификации и оценке параметров систем, проводимых начиная с 1967 г. Международной федерацией по автоматическому управлению (ИФАК). Следует попутно отметить значительную роль этой организации в развитии теории и практики идентификации. В кратком обзоре работ по идентификации, выполненных в институте, не представляется возможным рассмотреть все даже основные результаты, поэтому будут рассмотрены только некоторые из этих работ и сделана попытка привести относительно полную библиографию опубликованных результатов.

2. О задаче идентификации

Задача идентификации в настоящее время формулируется как задача определения оптимальной в заданном смысле оценки оператора объекта по данным «вход—выход», полученным в условиях функционирования объекта. Таким образом, предполагается, что существует оператор объекта, устанавливающий зависимость между выходной $y(t)$ и входной $x(t)$ случайными функциями $y(t) = A_i x(s)$, $y(t)$ и $x(t)$ являются наблюдаемыми; по заданному критерию определяется оптимальная оценка A_i^* оператора A_i по результатам измерений. В качестве критерия оптимальности используется функция выходных переменных объекта $y(t)$ и модели $y^*(t) = A_i^* x(s)$, и на ее математическое ожидание накладывается условие $M\{r[y_t, y_t^*]\} \rightarrow \min_{A_i^*}$. Приведенная постановка задачи идентификации все же

связана со значительной априорной информацией: требуется задать класс моделей, к которому принадлежит оператор, т. е. задать структуру модели и затем по опытным данным определить оценки коэффициентов для заданной структуры. Если динамический объект может быть представлен моделью, описываемой обыкновенным дифференциальным уравнением n -го порядка, то по данным «вход — выход» определяются оптимальные оценки коэффициентов a_0, a_1, \dots, a_n левой части и b_0, b_1, \dots, b_n правой части этого уравнения, например, по критерию минимума среднего квадрата ошибки:

$$M\{(y_t - y_t^*)^2\} \rightarrow \text{minimum} \quad (n \geq m).$$

$a_0, a_1, \dots, a_n; b_0, b_1, \dots, b_n$

Как видно, такая постановка задачи идентификации не всегда практически возможна в связи с тем, что требует априорных знаний о структуре, стационарности, линейности. Поэтому постановка задачи идентификации, связанная только с оценкой параметров по данным «вход—выход», может быть отнесена к задаче идентификации в узком смысле. Понятие идентификации в широком смысле связано с определением по данным «вход — выход» ряда предварительных характеристик: степени нелинейности объекта, на базе которой решается задача о возможности представления конкретного объекта линейной или нелинейной моделью; степени стационарности, на базе которой решается задача о возможности представления конкретного объекта стационарной или нестационарной моделью; степени связи между входными и выходными переменными, на базе которой осуществляется выбор существенных входных переменных, а также оценка структуры объекта, и др. Затем по этим же данным осуществляется оценка коэффициентов модели, т. е. идентификация в узком смысле.

В начальный период задача идентификации объекта управления рассматривалась изолированно от задачи управления и предполагалось, что полученная модель, т. е. оценка A_i^* по данным «вход — выход», будет той постоянной характеристикой объекта, которая и сможет быть использована для создания системы управления этим объектом. Разрабатываемые в этот период алгоритмы построения модели предусматривали отдельные последовательные этапы решения задачи: ознакомление и предваритель-

ный анализ объекта, получение исходной информации в процессе функционирования объекта, создание алгоритмов идентификации, обработку полученной информации, анализ результатов идентификации, проверку полученной модели на объекте. Даже из приведенного укрупненного перечня задач так называемой внеконтурной (off-line) идентификации видно, что их решение связано со значительными затратами средств и времени, что отдельные этапы могли выполняться различными исполнителями и часто они осуществлялись последовательно, что полученная таким образом модель может быть использована для решения задач анализа и синтеза системы управления и обеспечения в будущем оптимального управления данным объектом. Здесь также сказывается существовавшая в теории автоматического управления концепция о возможности использования единой модели при создании системы управления, о неизменности характеристик объекта, о несущественности методов построения модели и получения характеристик объекта. Больше того, предполагалось, что можно не считаться с затратами средств и времени на получение такой модели, так как эти затраты быстро окупятся за счет возможности последующего выбора оптимальной структуры и закона управления.

Внеконтурная идентификация естественно рассматривалась как для замкнутых, так и для разомкнутых систем. Сейчас по накопленному опыту можно сделать заключение, что внеконтурная идентификация не всегда приводила к успеху. Можно объяснить это в первую очередь тем, что технологические и другие искусственные объекты, как и живые организмы, меняют свои характеристики со временем, и поэтому естественно, что результаты внеконтурной идентификации, проведенной намного раньше начала функционирования системы управления, не всегда давали хорошие результаты. Поскольку внеконтурная идентификация, кроме того, требовала значительных затрат времени на проведение эксперимента, на обработку экспериментальных данных, на анализ полученных результатов и на получение соответствующей модели, и иногда этот период длился более года. Естественно, что за это время технологический объект, например, уже менял свои характеристики, и использование непосредственно этой модели для данного объекта, для решения задач прогнозирования, оптимизации, управления не всегда было успешным. В связи с этим появились методы «контурной» (on-line) идентификации, идентификации в реальном времени, предусматривающей использование рекуррентных соотношений.

Дело в том, что непосредственное использование для контурной идентификации, для идентификации в реальном времени хорошо разработанных методов определения оценок операторов по критериям минимума среднего квадрата ошибки, максимума правдоподобия, байесовскому и т. д. встречало практические трудности. Для этого требовалось много времени и, главное, накопление больших объемов информации. Поэтому появился новый подход, основанный на контурной идентификации для построения модели объекта управления. Практическая реализация контурной идентификации осуществлялась управляющей вычислительной машиной УВМ, работающей параллельно с объектом. Однако и здесь процессы идентификации и управления были разделены, они как бы рассматривались изолированно. И только в конце шестидесятых годов появились методы, предусматривающие в самой системе управления использование идентификатора. Такой подход был разработан в институте, и этот класс систем получил название АСИ — адаптивные системы с идентификатором.

3. Адаптивные системы с идентификатором

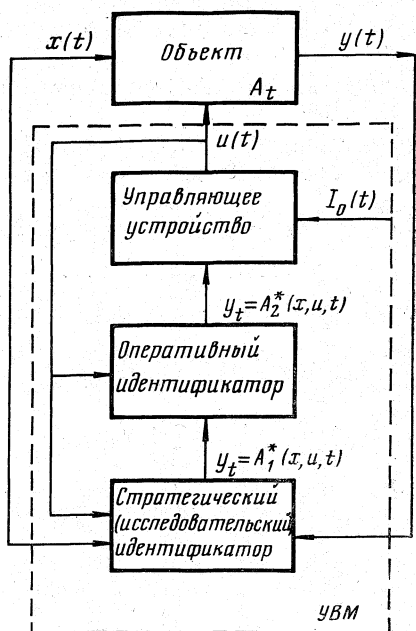
Структурная схема АСИ может быть представлена в следующем виде (см. рисунок). Характерной особенностью АСИ является то, что процессы идентификации и управления объединены и выполняются одновременно, синхронно. Система работает в двух режимах: первый режим — режим

обучения, в котором реализуются алгоритмы идентификации; второй режим — режим управления, в котором одновременно с управлением продолжается процесс идентификации. В первом режиме процесс обучения считается завершенным, когда в системе принимается заключение, что модель объекта построена, т. е. можно получить по модели значение прогноза выходной переменной, близкое к реальному выходу объекта. На приведенном рисунке в АСИ процесс идентификации разделен на две части: исследовательская или стратегическая идентификация и текущая или оперативная идентификация. Стратегическая идентификация — это в основном та часть процесса идентификации, которая реализует внеконтурные алгоритмы, и она необходима для анализа объекта и получения модели, т. е. решения задачи идентификации в широком смысле.

Во второй части, в контурном идентификаторе, реализуются рекуррентные алгоритмы и осуществляется в основном уточнение коэффициентов изменяющихся характеристик объектов, и именно результаты этой идентификации, этого процесса обучения непосредственно используются управляющей частью системы управления. Таким образом, в АСИ должны осуществляться две процедуры идентификации: идентификация внеконтурная в широком смысле и идентификация в узком смысле, т. е. оценка параметров. Из приведенного ясно, что АСИ представляет собой такой класс систем, где автоматизирован не только процесс управления, но и процесс получения самой модели. В этом главное преимущество АСИ [7–9].

По-видимому, принцип АСИ в ближайшее время будет основным при построении систем управления технологическими процессами, сложными комплексами и системами. Такой вывод можно сделать на основании того опыта, который накоплен сейчас по использованию АСИ для управления процессами горячей прокатки труб, а также по результатам предварительных экспериментов, проведенных в химической и нефтехимической отраслях промышленности. АСИ дают возможность подойти к решению задачи создания типовых систем управления технологическими процессами. Это связано с тем, что данный класс систем идентификации и управления является универсальным и может быть использован для технологических процессов различной физической природы.

Может показаться, что при построении АСИ объект рассматривается как «черный ящик». Это вовсе не так. На самом деле начало процесса идентификации как стратегической, так и оперативной, начинается тогда, когда максимально использована априорная информация об объекте, о его физической, химической, механической, гидравлической и т. д. сущности, т. е. предварительно в полной мере учитываются те особенности объекта, те его закономерности, на базе которых данный объект был создан.



4. Об алгоритмах АСИ

Требования к алгоритмам стратегической и оперативной идентификации, естественно, разные. Основное требование к алгоритмам оперативной идентификации связано с простотой их реализации, и даже для очень

сложных технологических процессов алгоритм оперативной идентификации и управления должен быть максимально простым. Алгоритмы текущей оперативной идентификации должны обеспечить в максимально короткое время при ограниченных объемах памяти получение необходимых характеристик в изменяющемся объекте, обеспечивать высокую надежность функционирования АСИ, быть легко реализуемыми на УВМ.

Обычно в оперативном идентификаторе используются рекуррентные соотношения для оценки оператора объекта на каждом шаге. Эти оценки A_i^* строятся как функции оценок оператора в предшествующие периоды и значений входных $x(t)$ и выходных $y(t)$ переменных, а также шумов $\xi(t)$ в текущий и предшествующие моменты времени:

$$(1) \quad A_i^* = \rho(A_{i-1}^*, \dots, A_{i-s}^*; y_i, y_{i-1}, \dots, y_{i-k}; x_i, x_{i-1}, \dots, x_{i-l}; \xi_i, \xi_{i-1}, \dots, \xi_{i-r}).$$

Чаще всего используются простейшие алгоритмы, для которых $s=k=l=r=0$. В линейном случае, когда связь между выходной y и входными x_i переменными в каждый дискретный момент времени N дается уравнением

$$(2) \quad y(N) = \sum_{i=1}^n g_i x_i(N)$$

и используется модель

$$(3) \quad y(N) = \sum_{i=1}^n g_i^*(N-1) x_i(N),$$

простейший одношаговый алгоритм, используемый в оперативном идентификаторе для уточнения коэффициентов g_i^* , имеет вид

$$(4) \quad g_i^*(N) = g_i^*(N-1) + \frac{y(N) - \sum_{i=1}^n g_i^*(N-1) x_i(N)}{\gamma + \sum_{i=1}^n x_i^2(N)} x_i(N),$$

где $y(N)$ — фактическое значение выходной переменной в N -й момент времени; γ — положительный параметр, влияющий на скорость сходимости алгоритма и зависящий от уровня шумов измерения x_i и y . Простота реализации алгоритма на УВМ дает возможность рекомендовать его для АСИ, и опыт использования этого алгоритма свидетельствует о его помехозащищенности и быстрой сходимости [9, 10].

Одношаговый алгоритм (4) является частным случаем алгоритма уточнения коэффициентов

$$(5) \quad g_i^*(N) = \frac{|\alpha E_i + (1-\alpha) \sum_{j=N-m}^N a_{ij}|}{|\alpha E + (1-\alpha) \sum_{j=N-m}^N a_i|} \quad (i=1, 2, \dots, n),$$

где E — единичная матрица; E_i — матрица, отличная от E тем, что i -й столбец заменен значениями оценок на предыдущем такте $g_i^*(N-1)$ ($i=1, \dots, n$); $a_j = x^T(j) x(j) = \|x_i(j) x_k(j)\|$ — матрица входов в j -й момент времени; a_{ij} — матрица a_j , в которой i -й столбец равен $b = \|y(j) x_1(j) y(j) x_2(j) \dots y(j) x_n(j)\|$; α , $0 \leq \alpha \leq 1$ — весовой коэффициент; n — размерность модели; m — глубина памяти. Из (5) видно, что если $\alpha=0$, при $m > n$ получим уравнение метода текущих наименьших квадратов для уточнения коэффициентов g_i^* , если и $N-m=0$, то получается метод наименьших квадратов.

Глубина памяти алгоритма (5) определяется также значением m , одношаговый алгоритм (4) получим при $m=1$.

В настоящее время накоплен широкий набор алгоритмов идентификации и управления, которые могут быть использованы в АСИ для решения задач оперативной и стратегической идентификации.

На базе общего адаптивного подхода, развитого в [5, 6], разработаны оптимальные [11, 12] и квазиоптимальные [13–17] алгоритмы идентификации статических объектов, отличающиеся простотой и эффективностью. Исследовались общие теоретические вопросы, связанные с адаптивными алгоритмами идентификации, их сходимость и скорость сходимости [18, 19], потенциальные возможности таких алгоритмов [20], влияние корреляции в помехах измерений на структуру оптимальных алгоритмов [21], а также погрешностей вычислений на сходимость алгоритмов [22]. Новое направление в этой области связано с созданием стабильных (робастных) способов оценивания [23–26]. Построенные на основе этих идей алгоритмы идентификации позволяют оптимальным (в некотором принятом смысле) образом использовать имеющуюся априорную информацию о задаче. В этих работах приведены соответствующие алгоритмы для задач идентификации статических объектов, а в работах [27, 28] — для задач фильтрации и идентификации динамических систем. Указанные алгоритмы могут быть использованы в АСИ для решения задач оперативной идентификации. Применения идентификаторов в различных задачах автоматического контроля и управления исследованы в [28, 29], вопросы расчета и аппаратурной реализации идентификаторов статических объектов рассмотрены в [30], их применения для решения практических задач — в [31, 32].

Решение задачи идентификации динамических объектов, представляемых дифференциальными уравнениями, осуществляемое с помощью моделей чувствительности, приводится в [33, 34]. Итеративный метод определения весовой функции линейного объекта предложен в [35], а затем обобщен и на нелинейный случай [36]. Постановки и решение адаптивными методами задач идентификации с отбором измеряемых параметров и выбором структуры модели рассмотрены в [37–39].

Для практической реализации большое значение имели результаты исследований по созданию регуляризующих алгоритмов идентификации [40, 41], применению различных методов регуляризации в задачах нахождения оценки весовой функции линейных [42, 43] и оператора нелинейных автоколебательных стохастических систем [44, 45]. Значительное место в работах института уделялось разработке методов идентификации нелинейных систем. В этой области ряд работ был посвящен вопросам идентификации нелинейных динамических систем, представляемых функциональным рядом Вольтерра. Вопросы оценки количества членов рядов в таких моделях рассмотрены в [46, 47]. В [48] развивается метод наименьших квадратов для оценки ядер функциональных рядов Вольтерра. Результаты теоретического исследования ортогональных разложений нелинейных функционалов для различных систем приводятся в [49–51], а практических приложений — в [52, 53]. Эти работы обобщены в монографии [54] и получили дальнейшее развитие в [55]. Применение методов теории оптимальных (в статистическом смысле) систем для оценки ядер функциональных рядов Вольтерра исследовано в [56]. Другой подход был основан на дисперсионных методах случайных функций. Эти методы использованы для решения задач количественной оценки степени нелинейности объекта, оценки возможности использования линейной модели для нелинейного объекта, а затем было также получено дисперсионное уравнение идентификации нелинейных объектов [57–59]. Использование разработанных алгоритмов в стратегическом идентификаторе дает возможность решать задачу идентификации в широком смысле. К этим работам примыкают также дисперсионная теория статистически оптимальных систем, в рамках которой

характеристики оптимальной системы находятся по сложному критерию, представляющему собой функционал от дисперсионных функций различных типов [60–62], а также методы многоступенчатой идентификации [63–66].

Для идентификации многомерных, нелинейных объектов, для которых заранее неизвестна форма зависимости «вход — выход», разработаны методы, основанные на идее кусочной аппроксимации [67–69], методы определения структуры [70–73], а также методы идентификации гетероскедастических объектов [74–78].

Разработке методов построения и использования алгоритмов условного прогнозирования выходной реакции объектов управления посвящены работы [79, 80]. С помощью этих алгоритмов могут успешно решаться задачи динамической оптимизации технологических процессов [81], предварительной проверки экономической эффективности автоматики на стадии ее проектирования [82], оптимизации планирования сельскохозяйственных работ как функции от состояния почвы и имеющихся метеопрогнозов [83]. Статистические свойства погрешностей и методы повышения точности этих алгоритмов исследованы в работах [84–89], в результате чего удалось получить рекомендации по рациональному конструированию моделей нелинейных и линейных динамических объектов. По этим результатам были предложены усовершенствования статистической обработки экспериментальных данных: в [90] была предложена процедура усиления сходимости оценок МНК, в [91, 92] — сравнительный анализ точности обычного и обобщенного МНК; в [93, 94] разработаны нелинейные алгоритмы, повышающие точность оценок. Для идентификации объектов с изменяющимися случайно характеристиками был предложен метод текущей идентификации [95], которая затем была усовершенствована путем введения дополнительного контура адаптации [96].

Серия работ была посвящена созданию методов решения задач идентификации динамических систем с использованием специализированных вычислительных устройств. Такие системы описываются сложными дифференциальными уравнениями, и идентификация состоит в определении значений параметров, минимизирующих отклонения решений от измеренных значений в какой-либо метрике [97–109].

Важные результаты по идентификации замкнутых систем были получены в работах [110, 111]. Методы типовой идентификации линейных стационарных объектов были предложены в [112, 113]. Исследования по расчету экономической эффективности и управления, способ определения экономической эффективности системы управления или технологической линии, а также методы расчета характеристик модели объекта или технологической линии, оптимальных по технико-экономическому критерию, рассмотрены в работах [114–117].

Специальные функции потерь для обеспечения инвариантного оценивания коэффициентов линейной регрессии исследованы в [118]. В [119, 120] методы идентификации используются в задачах обучения; оптимальные оценки ковариационных матриц получены в [121–124]. Ряд результатов по стратегическим методам идентификации рассмотрен в [125], а в [126, 127] исследования по случайным полям тесно связаны с идентификацией объектов с распределенными параметрами.

Решению проблем получения оценок параметров динамических объектов на основе информации о входных и выходных сигналах с помощью формирования настраиваемых обратных (инверсных) моделей посвящены работы [128–133]. Развита методика идентификации динамических объектов сложной структуры, в котором настраиваемая модель используется для выделения скрытых периодичностей во входном и выходном сигналах объекта [134, 135].

Алгоритмы беспоисковой идентификации, получаемые методами настраиваемой модели, предложены в [136, 137]. Значительное число иссле-

дований было посвящено также методам идентификации медико-биологических объектов [138–147]. Постановка задачи идентифицируемости как задачи однозначной восстанавливаемости параметрического описания рассматривается в [148, 149], а вопросы идентифицируемости в широком смысле («структурная» идентифицируемость) — в [150, 151]. Ряд новых постановок задач идентификации и методы их решения были получены в работах [152–155].

Из приведенного можно сделать вывод о том, что в институте широко развернуты работы по современной теории и практике идентификации; полученные результаты нашли применение в решении задач управления во многих отраслях народного хозяйства страны, создан значительный фонд алгоритмов оперативной и стратегической идентификации, который обеспечит дальнейшее развитие широкого класса систем с идентификаторами для решения задач управления сложными объектами.

Поступила в редакцию
24 июня 1978 г.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пугачев В. С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. Физматгиз, 1962.
2. Основы автоматического управления. Под ред. В. С. Пугачева. Физматгиз, 1962.
3. Слодоваников В. В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. Физматгиз, 1960.
4. Фельдбаум А. А. Теория дуального управления. Автоматика и телемеханика № 9, стр. 1240–1249, № 11, стр. 1453–1464, 1960; № 1, стр. 3–16, № 2, стр. 129–142, 1961.
5. Цыпкин Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах. «Наука», 1968.
6. Цыпкин Я. З. Основы теории обучающихся систем. «Наука», 1970.
7. Райбман Н. С. Адаптивное управление с идентификатором. Измерение, контроль, автоматизация, № 1 (5), стр. 72–78, 1976.
8. Райбман Н. С. Адаптивное управление технологическими процессами. Приборы и системы управления, № 12, стр. 3–5, 1976.
9. Райбман Н. С., Чадаев В. М. Построение моделей процессов производства. «Энергия», 1975.
10. Адаптивное управление точностью прокатки труб. Под ред. Ф. А. Данилова и Н. С. Райбмана. «Металлургия», 1973.
11. Аведьян Э. Д., Симсарьян Р. А. Оптимальные алгоритмы адаптации для идентификации нелинейных статических объектов и их применение. Тр. I конференции молодых специалистов, стр. 19–24, Изд. ВЦ АН АрмССР и Ереванск. гос. ун-та, Ереван, 1969.
12. Аведьян Э. Д., Симсарьян Р. А. Адаптивный функциональный преобразователь в задаче определения параметров технологического процесса по косвенным показателям. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 94–99, 1969.
13. Цыпкин Я. З. Квазиоптимальные алгоритмы обучения. Автоматика и телемеханика, № 6, стр. 31–40, 1973.
14. Товстуха Т. И. Исследование дискретных квазиоптимальных алгоритмов идентификации. Автоматика и телемеханика, № 4, стр. 71–80, 1974.
15. Avedian E. D., Tovstukha T. I. On stochastic identification algorithm. Int. J. Control, v. 20, No. 2, pp. 349–350, 1974.
16. Aved'jan A. D. Bestimmung der Parameter linearer Modelle stationärer und instationärer Strecken. MSR, No. 9, s. 349–350, 1971.
17. Аведьян Э. Д. Модифицированные алгоритмы Качмажа для оценки параметров линейных объектов. Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 64–72, 1978.
18. Поляк Б. Т., Цыпкин Я. З. Псевдоградиентные алгоритмы адаптации и обучения. Автоматика и телемеханика, 3, стр. 45–68, 1973.
19. Поляк Б. Т. Сходимость и скорость сходимости итеративных стохастических алгоритмов. I, II. Автоматика и телемеханика, № 12, стр. 83–94, 1976; № 4, стр. 101–107, 1977.
20. Цыпкин Я. З., Поляк Б. Т. Достижимая точность алгоритмов адаптации. Докл. АН СССР, № 3, стр. 532–535, 1974.
21. Аведьян Э. Д. Рекуррентный метод наименьших квадратов при коррелированных помехах. Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 67–75, 1975.
22. Левин И. К., Симсарьян Р. А. Расчет и анализ погрешности адаптивных функциональных преобразователей измерительных информационных систем. Автометрия, № 2, стр. 10–17, 1971.
23. Поляк Б. Т., Цыпкин Я. З. Помехоустойчивая идентификация. В сб. «Идентификация и оценка параметров систем», т. I. Тр. IV симпозиума ИФАК, стр. 190–213. «Мецниереба», Тбилиси, 1976.

24. Цыпкин Я. З., Поляк Б. Т. Огрубленный метод максимального правдоподобия. В сб. «Динамика систем. Математические методы теории колебаний», вып. 12, стр. 22–46. Изд. Горьковск. гос. ун-та, 1977.
25. Поляк Б. Т., Цыпкин Я. З. Адаптивные алгоритмы оценивания (сходимость, оптимальность, стабильность). Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 17–24, 1978.
26. Ершов А. А., Липцер Р. Ш. Робастный фильтр Калмана в дискретном времени. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 60–69, 1978.
27. Ершов А. А. Робастные алгоритмы фильтрации. Автоматика и телемеханика, № 6, стр. 26–33, 1978.
28. Ройзен М. И., Симсарьян Р. А. Датчики случайных чисел с адаптивным функциональным преобразователем. Автоматика и телемеханика, № 7, стр. 76–82, 1974.
29. Симсарьян Р. А. Применение адаптивных функциональных преобразователей в измерительных информационных системах. Автометрия, № 6, стр. 10–15, 1970.
30. Василевский Ю. А., Симсарьян Р. А. Адаптивные функциональные преобразователи для систем автоматизации эксперимента. Приборы и системы управления, № 8, стр. 39–41, 1977.
31. Бейтельман Л. С., Симсарьян Р. А., Чернов Б. И. Адаптивная модель безуглероживания в кислородно-конвертерном процессе. Сталь, № 11, стр. 988–990, 1975.
32. Василевский Ю. А., Калыгина А. Д., Кирюхин В. И., Симсарьян Р. А., Федотов В. И. Адаптивный датчик уровня ванны. Приборы и системы управления, № 2, стр. 40–42, 1977.
33. Петров Н. П. Решение задач идентификации на аналоговых моделирующих установках. Автоматика, № 3, стр. 13–18, 1969.
34. Петров Н. П. Модель пространственного движения проворачивающегося объекта с учетом ветровых возмущений. Изв. ЛЭТИ, вып. 84-А, стр. 16–19, 1975.
35. Шмультян Б. Л. Итерационный метод определения весовой функции объекта в режиме нормальной его работы. Автоматика и телемеханика, № 7, стр. 92–100, 1969.
36. Шмультян Б. Л. Итерационный метод идентификации нелинейного динамического объекта в режиме нормальной его работы. Кибернетика и вычислительная техника, вып. 1, стр. 17–23, 1969.
37. Левин И. К. Отбор некоррелированных параметров для адаптивных алгоритмов линейной оценки. Автоматика и телемеханика, № 2, стр. 49–53, 1974.
38. Levin I. K., Pozniak A. S. Adaptive selection of Model of Plant Structure. Podstawy Sterowania, tom 7, z. 3, pp. 209–216, 1977.
39. Левин И. К. Адаптивный отбор информации при передаче данных по каналам связи. В кн. «Вопросы кибернетики. Адаптация в системах со сложной организацией управления», стр. 133–137. «Наука», 1977.
40. Тихонов А. Н., Заикин П. Н., Масленников В. А., Уланов Г. М., Борисова Р. В., Баласанов Г. Н. Проблема устойчивости в задачах идентификации. Тр. IV Всес. совещ. по автоматическому управлению (Тбилиси, 1968), стр. 376–382. «Наука», 1972.
41. Петров Б. Н., Уланов Г. М., Хазен Э. М., Ульянов С. В. Информационно-семантические проблемы в процессах управления и организации. «Недра», 1977.
42. Шмультян Б. Л. Квазиоптимальный итерационный метод определения весовой функции объекта с применением регуляризатора. Тр. XV конф. молодых специалистов ИАТ, стр. 51–53. «Наука», 1973.
43. Шмультян Б. Л. Алгоритм адаптивной регуляризации в задаче идентификации линейного динамического объекта. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 88–95, 1970.
44. Popkov Yu. S., Shmul'jan B. L. Identification of Stochastic Self-Oscillation System. Preprints of the IInd IFAC Symposium. Academia-Prague, pp. 8.1–8.8, 1970.
45. Шмультян Б. Л. Идентификация стохастических автоколебательных систем. Автоматика и телемеханика, № 9, стр. 39–47, 1971.
46. Попков Ю. С. Достаточные характеристики нелинейных систем. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 55–64, 1970.
47. Попков Ю. С. Восстановление структурных особенностей нелинейных динамических систем. Тр. IV Всес. совещ. по автоматическому управлению (Тбилиси, 1968), стр. 104–109. «Наука», 1972.
48. Попков Ю. С. Статистические модели нелинейных систем. Автоматика и телемеханика, № 10, стр. 89–108, 1967.
49. Попков Ю. С. Идентификация стохастических систем. Автоматика и телемеханика, № 9, стр. 39–47, 1971.
50. Попков Ю. С. Стохастические модели в задачах идентификации. В сб. «Идентификация и оценка параметров систем», т. 1. Тр. IV симпозиума ИФАК (Тбилиси), стр. 146–155. «Мецниереба», Тбилиси, 1976.
51. Петров Н. П. Применение ортогональной модели для построения идентификатора нелинейных процессов. Тр. XV конф. молодых специалистов ИАТ, стр. 51–53. «Наука», 1973.

53. Popkov Yu. S. Restoration of Dynamic Characteristics of Non-Linear Plants in the Presence of Noise. Preprints of the IFAC Symposium, Academia-Prague, pp. 315–326, 1967.
54. Попков Ю. С., Киселев О. Н., Петров Н. П., Шмутьян Б. Л. Идентификация и оптимизация нелинейных стохастических систем. «Энергия», 1976.
55. Попков Ю. С. Функциональные ряды в теории динамических управляемых систем. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1976.
56. Кичатов Ю. Ф. Использование рядов Вольтерра для определения нелинейных динамических характеристик объектов. В сб. «Оптимальные системы. Статистические методы». Тр. III Всес. совещ. по автоматическому управлению (технической кибернетике), стр. 330–336. «Наука», 1967.
57. Живоглазов В. П. Оптимизация замкнутых систем управления с адаптивным распределенным контролем косвенных показателей. Автоматика и телемеханика, № 10, стр. 83–90, 1970.
58. Живоглазов В. П. Некоторые задачи дуального управления распределенными объектами с запаздыванием. В кн. «Нелинейные и оптимальные системы», стр. 131–137. «Наука», 1971.
59. Живоглазов В. П., Каипов В. Х. О применении стохастических аппроксимаций в проблеме идентификации. Автоматика и телемеханика, № 10, стр. 54–58, 1966.
60. Дургарян И. С., Пащенко Ф. Ф. Определение оптимальной системы по дисперсионному критерию. Реф. докл. на III Всес. совещ. по статистическим методам теории управления (Вильнюс), стр. 164–165. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
61. Дургарян И. С., Пащенко Ф. Ф. Дисперсионный критерий статистической оптимизации систем. Автоматика и телемеханика, № 12, стр. 46–52, 1974.
62. Пащенко Ф. Ф., Дургарян И. С. Об одном методе линеаризации стохастических систем. Техническая кибернетика, № 6, стр. 31–37, 1975.
63. Дургарян И. С., Пащенко Ф. Ф. Метод двухступенчатой идентификации в задаче прогнозирования. Препринты IV Симпозиума ИФАК по идентификации и оценке параметров систем, стр. 397–406. «Мецниереба», Тбилиси, 1976.
64. Пащенко Ф. Ф. Об одном расширении класса дисперсионных функций. В сб. «Моделирование и исследование предельных возможностей систем управления», стр. 145–158. Изд. ДВНЦ АН СССР, Владивосток, 1975.
65. Пащенко Ф. Ф., Дургарян И. С. Метод декомпозиции в задаче идентификации. Реф. докл. на IV Всес. совещ. по статистическим методам теории управления (Фрунзе), стр. 137–138. «Наука», 1978.
66. Райбман Н. С., Дургарян И. С., Пащенко Ф. Ф. Многоступенчатая идентификация сложного объекта. Тр. семинара ИФАК по применению ЭВМ в управлении дискретным производством, стр. 45–57. «Академия», Прага, 1977.
67. Основы управления технологическими процессами. Под ред. Н. С. Райбмана. «Наука», 1978.
68. Райбман Н. С., Дорофеев А. А., Касавин А. Д. Идентификация технологических объектов методами кусочной аппроксимации. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1977.
69. Райбман Н. С., Касавин А. Д. Об использовании методов кусочной аппроксимации для построения адаптивных систем управления с идентификатором (АСИ). Приборы и системы управления, № 4, стр. 40–45, 1978.
70. Лаптев В. Г. Об алгоритмах выбора существенных переменных в задачах идентификации многомерных объектов. В сб. «Идентификация». Докл. II Всес. совещ. по статистическим методам теории управления (Ташкент), стр. 228–238. «Наука», 1970.
71. Исайкина Л. Ф., Лаптев В. Г. Определение структуры идентифицируемого объекта, линейного по параметрам. Тез. докл. III Всес. совещ. по статистическим методам в процессах управления (Вильнюс), стр. 77–79. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
72. Беневоленский В. И., Капитоненко В. В., Лаптев В. Г. Статистический анализ кинетики радиационного поражения популяции одноклеточных организмов. Радиобиология, т. XIV, вып. 4, стр. 597–600, 1974.
73. Лаптев В. Г. Идентификация структуры математической модели. Тез. докл. IV Всес. совещ. по статистическим методам в управлении (Фрунзе), стр. 129–130. «Наука», 1978.
74. Ovsepian F. A., Vardanian N. A. Identification of heteroscedastic plants. Identification and System Parameter Estimation, part 2. Preprints of the 3rd IFAC Symposium, the Hague/Delft, the Netherlands, pp. 627–631, 1973.
75. Овсепян Ф. А. Идентификация многомерных объектов управления с гетероскедастичностью. Тез. докл. III Всес. совещ. по статистическим методам в процессах управления (Вильнюс), стр. 98–100. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
76. Овсепян Ф. А., Симсарьян Р. А. Идентификация процесса доводки кислородно-конверторной плавки с учетом переменной дисперсии. Тр. VI Всес. совещ. по автоматическому управлению, т. 3, стр. 120–123. «Наука», 1974.
77. Бунич А. Л., Овсепян Ф. А. К исследованию нелинейных объектов управления. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 40–46, 1976.

78. Rajbman N. S., Ovsepiyan F. A. Identification of heteroscedastic plants. Preprints of the VI IFAC Congress (Helsinki), pp. 72–81, 1978.
79. Перельман И. И. Идентификация моделей для прогнозирования выходной реакции объекта. Препринты IV симпозиума ИФАК по идентификации (Тбилиси), т. III, стр. 112–121. «Мецниереба», Тбилиси, 1976.
80. Перельман И. И. Текущие модели объектов и методы их использования в задачах управления. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
81. Перельман И. И. Новый подход к повышению эффективности САУ ТП путем прямого цифрового управления. В сб. «VII Всес. совещ. по проблемам управления». Тез. докл., кн. 1, стр. 329–332. Ин-т проблем управления – Ин-т технической кибернетики, М. – Минск, 1977.
82. Перельман И. И. Конструирование и предварительная проверка экономической эффективности САУ. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1976.
83. Емельянова Н. М., Перельман И. И. Задача условного интервального прогнозирования и ее решение при помощи обобщенной модели объекта. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 64–79, 1975.
84. Перельман И. И. Асимптотические свойства погрешности оценки импульсной характеристики динамического объекта. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 189–199, 1968.
85. Перельман И. И., Поляков О. А. Идентификация объекта методом ступенчатой аппроксимации. Автоматика и телемеханика, № 10, стр. 155–167, 1968.
86. Перельман И. И. Обобщение модели Калмана в задачах идентификации. Автоматика и телемеханика, № 9, стр. 108–118, 1970.
87. Емельянова Н. М., Перельман И. И. Прогнозирование с помощью модели объекта, восстановленной методом Калмана. Автоматика и телемеханика, № 10, стр. 99–106, 1970.
88. Перельман И. И. Спектральный анализ апостериорных динамических моделей, I, II. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 46–57; № 12, стр. 49–57, 1972.
89. Перельман И. И., Поляков О. А. Параметрическая чувствительность структур моделей в задачах оперативной идентификации. Тр. Всес. школы-семинара по теории чувствительности (Владивосток), т. II, стр. 88–95. Изд-во ДВНЦ АН СССР, 1975.
90. Перельман И. И. Асимптотические свойства регрессионных моделей объектов управления. Автоматика и телемеханика, № 4, стр. 56–63, 1975.
91. Поляков О. А., Усиевич Н. А. Эффективность марковских оценок в задачах идентификации дискретного динамического объекта. Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 180–184, 1973.
92. Поляков О. А., Усиевич Н. А. Асимптотическая точность идентификации дискретного объекта обобщенным методом наименьших квадратов. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 156–165, 1974.
93. Гинсберг К. С. Идентификация линейного параметрического объекта с помощью групп датчиков. Автоматика и телемеханика, № 12, стр. 35–45, 1974.
94. Гинсберг К. С. Идентификация объекта при многоканальном измерении выходного сигнала. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 69–81, 1976.
95. Перельман И. И. Текущий регрессионный анализ и его применение в некоторых задачах автоматического управления. Изв. АН СССР, ОТН, Энергетика и автоматика, № 2, стр. 122–131, 1960.
96. Перельман И. И. Адаптивный подход к взвешиванию информации при оценке ненаблюдаемых дрейфующих параметров. Автоматика и телемеханика, № 4, стр. 88–100, 1977.
97. Норкин К. Б., Спиридонов В. Д., Фицнер Л. Н. Управляемый линейный фильтр. В сб. «Устройства для автоматической наладки систем управления и регулирования», стр. 1–11. Изд. ГОСИНТИ, № 28–63–170/3, М., 1963.
98. Норкин К. Б. Приложение теории среднеквадратичных приближений к линейным самонастраивающимся моделям. Автоматика и телемеханика, № 7, стр. 1216–1222, 1965.
99. Норкин К. Б. Самонастраивающиеся модели и возможности их применения. В сб. «Самообучающиеся автоматические системы», стр. 291–303. «Наука», 1966.
100. Норкин К. Б. О применении методов автоматического поиска и самонастраивающихся моделей для автоматизации производственных процессов. В сб. «Применение информационной и управляющей вычислительной техники в комплексной автоматизации нефтяной и нефтехимической промышленности», стр. 16. Изд. Ин-та научно-технической информации АзССР, Баку, 1966.
101. Норкин К. Б. Применение комплекса аппаратуры автоматического синтеза для составления математического описания процессов. В сб. «Проблемы развития научного приборостроения в СССР», стр. 45–56. ОНТИприбор, М., 1966.
102. Norkin K. B. Process Identification with the Use of Search Controlled Adaptive Model. «Identification in Automatic Control System» (Preprints of the IFAC Symposium). Academia-Prague, pp. 5.1–5.12, 1967.
103. Норкин К. Б. Поиск методы настройки управляемых моделей в задачах определения параметров объектов. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 61–67, 1968.

104. Норкин К. Б. Идентификация методом настройки управляемой модели на заданный выходной сигнал. В кн. «Идентификация и адаптивное управление в автоматических системах», стр. 10–18. Всес. школа-семинар. «Илим», Фрунзе, 1968.
105. Норкин К. Б. Применение аппаратуры автоматического синтеза для автоматизации научно-исследовательских и конструкторских работ. В сб. «Пути автоматизации научно-исследовательских работ», стр. 92–112. Изд. Ин-та философии АН СССР, М., 1968.
106. Норкин К. Б., Спиридонов В. Д. Исследование поисковых методов настройки управляемых моделей в задачах определения параметров линейных объектов. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 42–50, 1969.
107. Норкин К. Б., Суслова О. Б. Экспериментальное исследование поисковых методов настройки управляемых моделей в задачах определения параметров линейных объектов. В сб. «Современные проблемы кибернетики», стр. 125–129. «Наука», 1970.
108. Норкин К. Б., Прут В. М., Фалеева Е. Н. Сжатие информации при идентификации нелинейных систем по случайным возмущениям. Автоматика и телемеханика, № 9, стр. 100–105, 1973.
109. Курпирович Л. И., Месяцев П. П., Прут В. М., Норкин К. Б. К вопросу о математическом моделировании функциональных состояний мозга при управлении сном. В сб. «Радиотехнические устройства», стр. 38–43. «Наука», Новосибирск, 1973.
110. Петров Б. Н., Теряев Е. Д., Шамриков Б. М. Условия параметрической идентифицируемости объектов управления в замкнутых автоматических системах. Докл. АН СССР, № 6, стр. 232–235, 1977.
111. Петров Б. Н., Теряев Е. Д., Шамриков Б. М. Условия параметрической идентифицируемости управляемых объектов в разомкнутых и замкнутых автоматических системах. Техническая кибернетика, № 2, стр. 160–175, 1977.
112. Райбман Н. С., Анисимов С. А., Яралов А. А., Меняйленко В. А., Зайцева И. С. Оценка структуры модели при типовой идентификации линейных объектов. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
113. Райбман Н. С., Анисимов С. А., Яралов А. А., Меняйленко В. А., Зайцева И. С. Оценка параметров модели при типовой идентификации линейных объектов. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.
114. Дургарян И. С., Райбман Н. С. Об идентификации сложного объекта по технико-экономическому критерию. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 170–175, 1972.
115. Шпунт М. И., Дургарян И. С. Об оценке эффекта стабилизации входных переменных функции цели. Экономика и матем. методы, № 6, стр. 1180–1182, 1973.
116. Райбман Н. С., Дургарян И. С. О критериях оптимальности в задаче идентификации. Тр. Техн. конф. ИФИП по оптимизации (Новосибирск), стр. 14–20. Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1974.
117. Дургарян И. С., Пащенко Ф. Ф. Метод двухступенчатой идентификации в задаче оценки экономической эффективности АСУ. Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 37–43, 1977.
118. Шайкин М. Е. Инвариантное оценивание коэффициентов линейной регрессии. Тр. II Всес. совещ. по статистическим методам теории управления, стр. 12–19. «Наука», 1970.
119. Сысоев Л. П. Статистические методы обучения, основанные на идентификации учителя. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 19–28, 1970.
120. Сысоев Л. П. О методах обучения, основанных на минимизации эмпирических рисков. Тр. II Всес. совещ. по статистическим методам теории управления, стр. 80–93. «Наука», 1970.
121. Дубенко Т. И., Сысоев Л. П., Шайкин М. Е. Достаточные статистики и оценки ковариационных матриц специальной структуры в двух моделях планирования эксперимента. Автоматика и телемеханика, № 4, стр. 25–34, 1976.
122. Сысоев Л. П., Шайкин М. Е. Алгебраические методы исследования корреляционных связей в неполных уравновешенных блок-схемах планирования эксперимента, I–III. Автоматика и телемеханика, № 5, стр. 64–73; № 7, стр. 57–66; № 9, стр. 62–68, 1976.
123. Сысоев Л. П. Свойства некоторых классов блок-схем планирования эксперимента и корреляционные характеристики наблюдений. Автоматика и телемеханика, № 8, стр. 41–54, 1977.
124. Шайкин М. Е. Оптимальные оценки ковариационных матриц специальной и заданной структуры. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 62–70, 1973.
125. Виленкин С. Я. Статистические методы исследования систем автоматического регулирования. «Сов. радио», 1967.
126. Виленкин С. Я., Дубенко Т. И. Об оценках математического ожидания случайного поля. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 69–73, 1970.
127. Виленкин С. Я., Дубенко Т. И. Об оптимальных линейных оценках математического ожидания однородного случайного поля. Техническая кибернетика, № 1, стр. 134–141, 1971.
128. Браславский А. Д., Коровин С. К., Костылева Н. Е., Уткин В. И., Шубладзе А. М. Скользящие режимы в задачах статической оптимизации, программирования и

- идентификации. Реф. докл. V Конгр. ИФАК, стр. 72–88. Публикация ИФАК, Питтсбург, США, 1972.
129. Шубладзе А. М. Об одном способе идентификации. Автоматика и телемеханика, № 11, стр. 80–92, 1975.
 130. Шубладзе А. М., Браславский А. Д., Уланов А. Г. Некоторые непрерывные методы идентификации линейных динамических объектов. В кн. «IV Симпозиум ИФАК. Идентификация и оценка параметров систем», ч. 2, стр. 287–297. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1976.
 131. Шубладзе А. М. Идентификация линейных динамических объектов. Автоматика и телемеханика, № 8, стр. 54–61, 1976.
 132. Шубладзе А. М. Методы идентификации параметров линейных динамических объектов в шумах. Техническая кибернетика, № 4, стр. 209–216, 1977.
 133. Шубладзе А. М. Способы помехозащищенной идентификации. Автоматика и телемеханика, № 4, стр. 56–68, 1978.
 134. Гладков Ю. М. Метод автоматизированного определения динамических характеристик линейных объектов с применением управляемой модели. В сб. «Современные проблемы управления», стр. 63–68, «Наука», 1974.
 135. Волков В. Я., Гладков Ю. М. Комбинированный метод идентификации динамических объектов в процессе их нормальной эксплуатации. В сб. «Моделирование и управление в развивающихся системах», стр. 11–18. «Наука», 1978.
 136. Петров Б. Н., Рутковский В. Ю., Крутова И. Н., Земляков С. Д. Принципы построения и проектирования беспоисковых самонастраивающихся систем. «Машиностроение», 1972.
 137. Ядыкин И. Б. Синтез нелинейных алгоритмов адаптации и адаптивной идентификации на основе беспоисковых самонастраивающихся систем с эталонной моделью. В сб. «VII Всес. совещ. по проблемам управления». Тез. докл., кн. 1, стр. 94–97. Ин-т проблем управления – Ин-т технической кибернетики, М.–Минск, 1977.
 138. Ольшанский В. К., Петровский А. М., Яшин А. И. Об одном подходе к моделированию системы здравоохранения. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 79–82, 1978.
 139. Venedictov D. D., Petrovsky A. M., Yashin A. I. Health care: A system approach. Proc. of biomed. conf. of the IIASA, pp. 37–42, 1975.
 140. Petrovsky A., Olshansky W., Yashin A. On Influence of Health Care System on Parameters of Regional Human Population. Proc. of IFAC Symp. on Cont. Mech. in Bio- and Ecosyst., v. 5, Leipzig, pp. 88–95, 1977.
 141. Абрамов Ю. Б., Кузнецов Н. А., Лубков А. В., Сачков В. И. Применение метода адаптивной фильтрации для анализа электроэнцефалограмм. В сб. «Биологические аспекты теории управления», вып. 8, стр. 10–15. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1976.
 142. Абрамов Ю. Б., Кузнецов Н. А., Лубков А. В., Сачков В. И. Анализ развития внутривенной анестезии методом адаптивной фильтрации ЭЭГ и субкортикограмм. Материалы II Всес. съезда анестезиологов и реаниматологов, стр. 377–380. Изд. Ташкентского мед. ин-та, 1977.
 143. Молчанова С. С., Новосельцев В. Н. Математический способ определения функциональных возможностей организма спортсмена при дозированной мышечной работе. В сб. «Методы биокрибернетического анализа функционального состояния спортсменов-подростков», стр. 117–123. Изд. Ин-та гигиены детей и подростков, М., 1977.
 144. Шумаков В. И., Новосельцев В. Н., Сахаров М. П., Штенгольц Е. Ш. Моделирование физиологических систем организма. «Медицина», 1971.
 145. Сахаров М. П., Орлова Ц. Р., Трубецкой А. В. Разработка неинвазивного метода определения расчетной величины максимального давления в левом желудочке, соответствующего изоволюмическому сокращению. Бюл. Всес. кардиологического научного центра, № 1, стр. 35–49. «Медицина», 1978.
 146. Шумаков В. И., Сахаров М. П., Новосельцев В. Н., Штенгольц Е. Ш., Иткин Г. П., Егоров Т. Л. Моделирование выходных характеристик сердца. В сб. «Трансплантация почки и искусственные органы», стр. 66–72. Изд. Ин-та трансплантации органов и тканей, М., 1976.
 147. Сучков В. В., Шлаин В. А., Новосельцев В. Н. Анализ гемодинамических изменений в ранних стадиях развития гипертонической болезни методами математического моделирования. В сб. «Современные проблемы кардиологии». Тр. Всес. кардиологического научного центра, т. 1, стр. 119–126. М., 1977.
 148. Капитоненко В. В., Саввин А. Б. Восстанавливающие эксперименты в задачах идентификации. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 155–160, 1972.
 149. Капитоненко В. В. Многомерные восстанавливающие эксперименты в задачах идентификации. В сб. «Современные проблемы управления», стр. 68–73. «Наука», 1974.
 150. Капитоненко В. В. Количественная оценка степени нелинейности в задачах идентификации. Тез. докл. III Всес. совещ. по статистическим методам в процессах управления (Вильнюс), ч. 1, стр. 82–83. Изд. Ин-та проблем управления, М., 1973.

151. Капитоненко В. В., Райбман Н. С. Дисперсионные характеристики нелинейных преобразований случайных процессов. Автоматика и телемеханика, № 3, стр. 65–68, 1977.
152. Капитоненко В. В. О двойственности в идентификации. Тез. докл. VI Всес. совещ. по статистическим методам в процессах управления (Фрунзе), стр. 121–123. «Наука», 1978.
153. Анисимов С. А. Минимаксная идентификация промышленных объектов по методу наименьших квадратов. Автоматика и телемеханика, № 6, стр. 168–170, 1975.
154. Анисимов С. А., Райбман Н. С. О минимаксной идентификации. Автоматика и телемеханика, № 1, стр. 16–22, 1977.
155. Анисимов С. А., Райбман Н. С. Минимаксный подход к оценке меры идентичности. Тез. докл. IV Всес. совещ. по статистическим методам в процессах управления (Фрунзе), стр. 105–106. «Наука», 1978.

PLANT IDENTIFICATION (SURVEY)

N. S. RAJBMAN

A short survey of identification methods developed in the Institute of Control Sciences is given. Main attention is given to ASI, adaptive control systems with an identifier in the feedback loop.
