

ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАЩЕНИЕ ДЕНЕГ*

А. С. СОЛОВЬЕВ

(Москва)

При исследовании проблем автоматизации управления в народном хозяйстве возникает соблазн описать хотя бы в первом приближении одну из реальных экономических систем в терминах теории автоматического управления. Это помогло бы подойти к использованию уже накопленного в технике опыта формализации управления процессами для моделирования экономических систем.

Работа Государственного банка СССР по регулированию денежного обращения протекает, как и управление многими другими объектами в народном хозяйстве, согласно классическому контуру управления с обратной связью. Уже при первом рассмотрении ее функциональной схемы можно определить составные элементы контура: объект управления, управляющую систему, цепь прямой связи, призванную доводить регулирующее воздействие до объекта, и цепь обратной связи, которая питает управляющую систему информацией о текущем состоянии объекта управления.

Регулярно перерабатывая данные об объекте — наличноденежном обращении страны, Государственный банк как управляющая система посредством имеющихся в его распоряжении рычагов осуществляет влияние на объект управления в соответствии с целью управления. Цель состоит в поддержании оптимального динамического баланса прихода и расхода денег с минимальной эмиссией.

Схематично процесс управления выглядит следующим образом. В соответствии с целью управления управляющей системе задаются закон движения (или развития) объекта управления и допустимые пределы отклонений текущего состояния от закона.

В ходе процесса управления управляющая система оценивает характер и величину рассогласования между текущим состоянием объекта и состоянием, предписанным законом, уясняет сложившуюся ситуацию, принимает решение и осуществляет, если это необходимо, регулирующее воздействие на объект.

Для уяснения ситуаций и принятия решений управляющую систему наделяют комплексом «представлений» о возможных состояниях объекта, т. е. в память управляющей системы закладывают модель объекта. Сложные системы управления, помимо этого, обладают еще и способностью накапливать опыт управления, совершенствуя тем самым модель объекта и увеличивая эффективность управления.

Содержание деятельности Госбанка по регулированию денежного обращения составляют два основных вида работ. Согласно банковской терминологии: составление кассового плана (плана денежного обращения) и его исполнение. И то и другое выполняют самостоятельные группы работников.

* В порядке постановки вопроса.

Составление плана заключается в подготовке и документальном оформлении коллективного мнения специалистов о развитии денежного обращения в структурном и территориальном разрезе на квартал вперед*. В процессе составления плана перерабатывается массовая информация о большом числе факторов, действующих в сфере денежного обращения. Однако можно выделить три основные группы показателей, на которых основывается планирование: 1) данные народнохозяйственного планирования; 2) проекты планов областных и республиканских контор Госбанка, поступающих в виде заявок; 3) данные банковской статистики за ряд лет.

Обработка трех потоков базисной информации дает три ряда оценок по каждому из планируемых показателей.

Оценки, естественно, отличаются друг от друга, поскольку в каждой из них находит отражение лишь часть факторов, которые должны быть учтены в показателях кассового плана. Так, оценки, полученные по данным нархозплана, больше связаны с развитием хозяйства данного района в плановом периоде. В оценки республиканских и областных контор вложены местные особенности, суждения и интересы. Оценки же, вычисленные по статистическим рядам банковской статистики, соответствуют временным тенденциям в обращении денег.

Алгоритмы обработки информации при этом просты с точки зрения вычислений и чрезвычайно громоздки логически. Они сводятся к арифметическим операциям над массой разнородного и не всегда регулярного материала.

Следующим наиболее ответственным и деликатным этапом составления плана является определение значений плановых показателей на основе уже полученных оценок. Показатель кассового плана должен быть в себе родственным всем трем оценкам и наиболее полно учитывать в себе воздействие факторов, влияющих на денежное обращение. В работе на этом этапе отсутствует какая бы то ни была формализация. Единственным средством, имеющимся в настоящее время в распоряжении банковских органов для выполнения этой задачи, является многолетний опыт специалистов, их интуитивная способность предвидеть развитие денежного обращения.

Из сказанного видно, что работа по составлению кассового плана — это не что иное, как выработка закона развития денежного обращения. Таковым он и является после утверждения в высших исполнительных органах государства.

Исполнение кассового плана — это систематическая оперативная работа Госбанка по регулированию денежного обращения. Ее содержание составляют: наблюдение за текущим состоянием денежного обращения; оценка характера и величины отклонений от плана; анализ причин, вызвавших эти отклонения; выработка предложений по регулированию денежных потоков; оценка вероятности выполнения плана, исходя из тенденций развития денежного обращения в текущем периоде, и др.

В оперативной деятельности Госбанка и в работе, связанной с планированием денежного обращения, наравне с внутренней входной информацией (банковская отчетность о денежном обращении и государственная информация народнохозяйственного планирования и государственной статистики, поскольку регулирование денежного обращения представляет собой подсистему в общей государственной системе управления народным хозяйством.

* Основными планами по денежному обращению являются квартальные. Кроме того, существуют месячные и годовые планы.

Отличительной чертой всех процессов управления является наличие случайных возмущений. Причина этого — в сложности условий их протекания.

Хотя случайные отклонения неизбежно сопутствуют любому, даже закономерному явлению, тем не менее в ряде практических задач этими случайными элементами часто пренебрегают, рассматривая вместо реального явления его упрощенную модель и предполагая, что явление протекает согласно точно известным закономерностям. При этом из бесчисленного множества факторов, влияющих на данное явление, выделяют только основные, влияние же остальных второстепенных факторов просто не рассматривают.

Однако для решения ряда вопросов описанная классическая схема «точных наук» оказывается плохо приспособленной.

Существуют такие задачи, где явления протекают под воздействием столь большого числа факторов, что практически невозможно зарегистрировать и учесть все эти факторы. «Это задачи, в которых многочисленные второстепенные, тесно переплетающиеся между собой воздействия, играют заметную роль, а вместе с тем число их так велико и влияние столь сложно, что применение классических методов исследования себя не оправдывает» [1]. В таких случаях применяется теория случайных функций, позволяющая уловить в случайном закономерное, углубить анализ явления и тем самым сделать его модель более правдоподобной.

Деньги — это одна из сложнейших и всеохватывающих сфер экономических отношений. С ними связаны деятельность государства в целом и всех его подразделений, действия отдельных лиц и их объединений. На денежное обращение влияют все факторы, непосредственно или косвенно воздействующие на явления экономического и социального характера. Мало того, денежная система столь чувствительна и динамична, что откликается и на эксцессы, связанные с коллективной психологией населения. Они не часты, но тем не менее оказывают порой существенное воздействие на обращение денег.

Конкретизируя зависимости, приведем общую структуру кассового плана Госбанка и дадим в двух словах описание системы денежного обращения.

Денежные потоки, как известно, группируются надвое: поступления (приход) и выплаты (расход). Наличные деньги выдаются предприятиям и организациям для последующих выплат населению по следующим каналам:

- 1) заработная плата и приравненные к ней выплаты (составляют около 76% расхода*);
- 2) выдачи на денежную оплату труда колхозников (около 10%);
- 3) деньги, выдаваемые закупочным организациям на приобретение сельхозпродукции у населения (около 6%);
- 4) выплаты пенсий и пособий (около 4%);
- 5) выдачи денег сберкассам (около 1%);
- 6) выдача организациям «Вторсырья» и ломбардам (около 1,5%);
- 7) выдачи на командировочные и хозяйственные операции и т. д. (около 1,5%).

Полученные по разным каналам наличные деньги аккумулируются у населения и кооперативов города и села, затем расходуются ими на свои хозяйственные и прочие нужды. Приобретение ценностей и услуг обязательно включает денежные расчеты. В результате деньги поступают орга-

* Удельные веса даны по Белорусской конторе Госбанка на 1962 г., которые можно считать представительными для характеристики союзного денежного оборота.

низациям и учреждениям, принимающим эти платежи. Существует порядок так называемой инкассации денег, по которому все организации и учреждения, имеющие наличные деньги, ежедневно сдают их на свои счета в Госбанке. Таким образом, формируются следующие каналы поступления денег:

- 1) торговая выручка государственной и кооперативной торговли (около 80 %);
- 2) поступления от предприятий связи (около 8 %);
- 3) выручка транспортных организаций (около 4 %);
- 4) выручка зрелищных предприятий и предприятий бытового обслуживания (около 3 %);
- 5) выручка от продажи лотерейных билетов (около 2 %);
- 6) поступления от налогов, уплачиваемых наличными (около 1 %);
- 7) поступления квартплаты (около 1 %);
- 8) поступления со счетов колхозов (около 1 %).

Очевидно, что каждый из перечисленных выше показателей зависит от своего сложного комплекса хозяйственных, социальных, погодных и других факторов. Одни из них относительно независимы, другие тесно коррелируют между собой.

Это создает объективные условия, при которых невозможно абсолютно точно определить наперед, какие значения примут показатели денежного обращения даже при известных уровнях многих из аргументов. Иными словами, динамика показателей денежного обращения имеет вид случайных функций времени или случайных процессов.

Конкретно случайные процессы по денежному обращению представляются собой временные ряды, наделенные несколькими признаками, определяющими:

- 1) содержание измеряемого показателя; 2) место и время регистрации его уровня и 3) периодичность следования информации. Банковская отчетность по денежному обращению дает информацию по более чем 30 показателям из всех республиканских и областных контор Госбанка в определенные для этого сроки. Информация поступает с квартальной, месячной и пятидневной периодичностью.

Квартальная и месячная отчетность охватывает полный круг показателей и используется в основном при решении стратегических вопросов планирования денежного обращения. Пятидневная отчетность, охватывающая лишь 13 основных показателей, используется, как правило, в оперативных целях.

Временные ряды с большим, чем пять дней, периодом следования информации, являются производными от первичных, пятидневных временных рядов, фиксируемых в низовых учреждениях (отделениях) Госбанка, исходя из ежедневных записей о приходно-расходных операциях с деньгами. Поэтому все черты, свойственные первичному процессу, характерны и производным от него.

Ниже при рассмотрении характеристики временных рядов по денежному обращению как представительный взят временной ряд поступлений денег в кассы банка с пятидневным периодом следования информации. Основания этому следующие. Как первичный, он несет в себе максимум информации об объекте, которая частично теряется при интегрировании по времени. Кроме того, его вероятностные характеристики наиболее неустойчивы, поскольку на процесс поступлений денег в отличие от выдач оказывать прямое регулирующее влияние со стороны банка невозможно и, следовательно, он имеет большее число степеней свободы. Поэтому выводы, сделанные на основании анализа процесса прихода денег, будут заведомо приемлемы и для расхода.

Можно выделить несколько общих особенностей случайных процессов по денежному обращению.

1. Они являются колебательными процессами с ярко выраженной периодичностью.
2. Процессы являются нестационарными. Им характерен тренд.
3. Каждый процесс представлен одной реализацией.

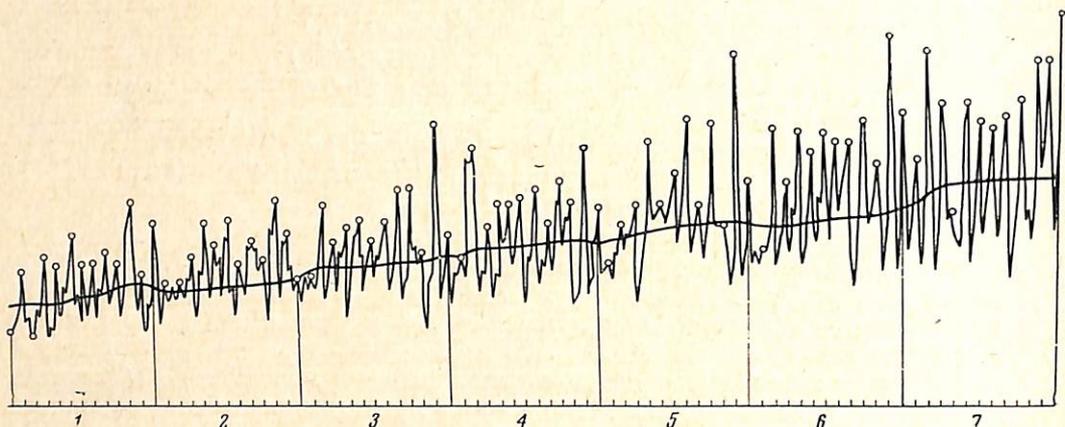


Рис. 1

На рис. 1 представлен процесс денежных поступлений одной из контор Госбанка. По точкам, которыми отмечены уровни последних пятидневек месяца, видны периодические положительные выбросы, приходящиеся на конец каждого месяца, что, очевидно, связано с неравномерностью производства и реализации потребительских товаров (ведь 80% поступлений составляет торговая выручка). Аналогичные колебания, но с максимальной амплитудой в конце года, наблюдаются и на графике выплат заработной платы за ряд лет по квартальным данным (рис. 2), что связано в значительной степени с неравномерностью производства. Ясно, что колебания выплат заработной платы сказываются в свою очередь и на поступлении денег в кассы банка.

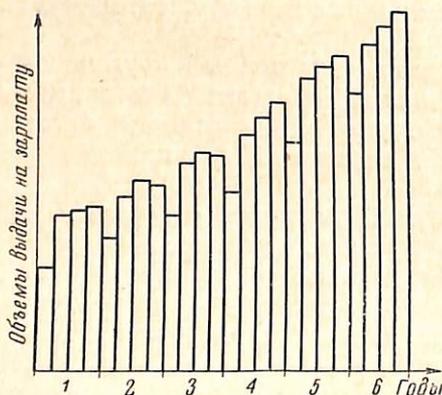


Рис. 2

Видимо, периодичность колебаний процессов прихода и расхода наличных денег имеет тесную связь с периодами планирования и является естественной для существующих экономических отношений.

Случайный процесс называется *стационарным*, если его вероятностные характеристики не зависят от времени.

Стационарные процессы протекают приблизительно однородно и имеют общий вид непрерывных случайных колебаний около некоторого среднего значения, причем ни характер колебаний, ни их средняя амплитуда существенно не изменяются с течением времени.

Любой же процесс, имеющий тенденцию развития, меняющий во времени свой характер или амплитуду, является определенно *нестационарным*.

Процессы денежного обращения относятся к числу таковых. Рост товарных масс, потребляемых обществом, постоянно предъявляет требования к увеличению объема денег в обращении. Количество денег, обеспечивающих товарооборот, таким образом, выступает как функция производства и реализации товаров. Поэтому росту производства и реализации соответствует рост объема обращающихся денег. Характер тенденции такого роста виден благодаря линии сглаживания по 72 точкам на рис. 1.

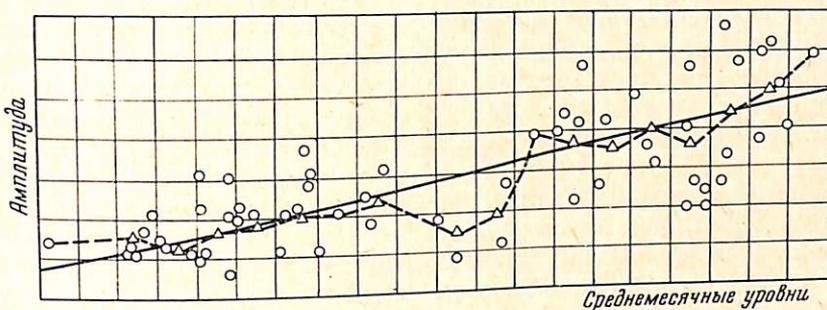


Рис. 3

На графике, охватывающем некоторый отрезок процесса за ряд лет, видны не только тренд, но и отдельные его отклонения, охватывающие годовые интервалы процесса. Это результат того, что между сферой производства и реализации товаров, с одной стороны, и сферой денежного обращения — с другой, существует не только прямая, но и обратная связь. Денежное обращение может выступать в руках государства как инструмент экономической и социальной политики. В таких случаях возможны определенные отклонения процесса. На это, видимо, и указывают изменения в плавном развитии тенденции, которая в общем близка к линейной. Правда, продолжительность графика аппроксимации тренда. Однако реализацию определенности наилучшей аппроксимации тренда.

Рассматриваемый процесс, кроме тренда, нестационарен еще в одном смысле. Даже визуально на рис. 1 видны изменения характера колебаний процесса во времени. Внешне это представляется как рост амплитуды колебаний. Специальное изучение показало, что существует определенная зависимость величины амплитуды колебаний пятидневных уровней процесса от среднемесячных, а именно: чем выше уровень поступлений денег в среднем за месяц, тем на большую величину максимальная по поступлениям пятидневка отличается от минимальной. Эта зависимость роста амплитуды также может быть аппроксимирована прямой, что видно из корреляционного поля связи (рис. 3) среднемесячных уровней и амплитуд.

Здесь уместно заметить, что аппарат случайных функций разработан лишь для случаев стационарных или сведенных к ним случайных процессов. Следовательно, синтез системы, моделирующей регулирование Госбанком денежного обращения, станет возможен, если будет решена задача сведения реального процесса обращения денег к стационарному.

Успешное решение этой задачи не представляется чем-то нереальным, ибо случайный процесс может быть представлен как неоднородный $X(t) = X'(t) + \varphi(t)$, где $\varphi(t)$ — неслучайная составляющая, выражающая тенденцию процесса. Таким образом, линейный закон тренда и закономерного изменения амплитуды может быть выделен до обработки случайного процесса, а затем скорректирован в результатах.

В технике для получения информации об исследуемом явлении часто применяют многократное повторение опыта над испытуемым объектом при одних и тех же условиях. Если испытываются условия критических режимов, опыт повторяют на ряде одинаковых объектов. Конкретный вид, описывающий протекание исследуемого явления при каждом повторении опыта, считается реализацией процесса. Группа опытов дает «семейство» реализаций, которые и представляют процесс в целом. Обработка данных «семейства» реализаций путем вычисления вероятностных характеристик каждой из них и последующего их усреднения позволяет систематизировать результаты.

Такой метод накопления информации об экономических явлениях заведомо исключен. Вернуть экономический объект в исходное состояние после проведения «опыта», даже если он был непродолжительным, практически невозможно. Не менее нереально в экономике иметь под рукой и несколько одинаковых «подопытных» объектов исследования. В результате об экономических явлениях приходится судить лишь по отдельным реализациям процессов, по одной на каждый показатель. Система денежного обращения не является тому исключением, но тем не менее о процессах денежного обращения существует обильная информация, поскольку по его основным показателям существуют временные ряды за несколько десятков лет в территориальном разрезе.

Известно, что есть такой класс стационарных случайных процессов, который отличается от прочих тем, что каждая реализация процесса является представительной для всей совокупности возможных реализаций, и поэтому одна реализация достаточной длины может заменить при обработке семейство реализаций, равное суммарной продолжительности. Это так называемые эргодические стационарные случайные процессы.

Если какая-то функция обладает эргодическим свойством, то значения ее вероятностных характеристик по времени будут приблизительно равны их значениям по множеству наблюдений и могут быть получены по одной достаточно длинной реализации.

Вероятностные характеристики такого процесса стабильны, поскольку каждая его реализация описывает процесс, протекающий в условиях действия неизменной группы случайных факторов. Если же хотя бы один из факторов по условиям проведения опыта распределен согласно некоторому закону, то те или иные характеристики отдельных реализаций могут существенно отличаться от других, хотя в целом случайный процесс останется стационарным. В этом случае отдельные реализации не будут представительными, а процесс не будет обладать эргодическим свойством.

Прямого формального доказательства, что реальные случайные процессы денежного обращения, сведенные к стационарным путем выделения тенденций, являются эргодическими, представлено быть не может. Мы просто не располагаем какими-либо «возможными реализациями». Поскольку при их рассмотрении приходится довольствоваться одной единственной реализацией процесса на каждый показатель, трудно говорить об их представительности. Однако завидная стабильность процесса около тренда позволяет предполагать, что если изменение влияний во времени отдельных факторов и имеет место, то оно протекает плавно и имеет ско-

рее характер тенденций. Отдельные же резкие изменения невелики и достаточно кратковременны (годовые отклонения тренда). Это позволяет с оптимизмом смотреть на использование аппарата эргодических стационарных случайных процессов для анализа процессов обращения денег и синтеза модели регулирования денежного обращения.

Теперь кратко о характеристике самой управляющей системы. Любая система управления представляет собой частный случай динамической системы, призванной преобразовывать поступающие на вход данные (возмущение) в управляющее воздействие (реакцию). На вход сложной динамической системы может подаваться несколько возмущений. Она может давать и несколько реакций на выходе.

В простом случае входное воздействие представляется одной функцией времени $X(t)$, а реакция системы — другой $Y(t)$. В этом случае система производит преобразование над входной функцией $X(t)$ в выходную функцию $Y(t)$. Символически это преобразование будет выглядеть так:

$$Y(t) = A\{X(t)\}.$$

Преобразование A называется оператором системы. Содержание оператора полностью определяет характер преобразований. Оно может быть любого вида и любой сложности. Оператор управляющей системы, работающей в цепи регулирования денежного обращения, должен описывать всю работу Госбанка по составлению и исполнению кассового плана. Объем этой работы можно как-то оценить по числу работников, занятых кассовой работой в системе Госбанка.

По содержанию управляющая система, несомненно, линейна. Ибо алгоритм переработки информации, хотя и громоздок логически, но состоит из конечного числа арифметических операций. Отсюда ясно, что оператор системы, не содержащий нелинейных блоков, не может быть никаким иным, как линейным.

С точки зрения организационной структуры, рассматриваемая система хорошо отработана и стабильна. Изменения же в работе отдельных работников, связанные с накоплением ими опыта, вероятнее всего, происходят постепенно. Такие системы называют квазистационарными, и при их исследовании используют приемы, близкие приемам исследования стационарных линейных систем.

Важной характеристикой любой системы управления, как известно, является точность. Точность системы регулирования денежного обращения, если ее оценивать на основании погрешности прогнозирования (отклонением фактических значений от планов), весьма высока по существующим критериям автоматических систем управления. Так, погрешность планов (в %) одной из контор относительно фактических уровней прихода и расхода денег за 10 лет была следующей.

Таблица 1

№ пп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Расход	3,33	2,28	4,07	2,26	2,98	3,04	2,94	3,20	3,60	1,55
Приход	6,08	7,15	7,30	4,15	2,44	3,30	3,96	5,76	3,82	4,36

Итого средняя погрешность за 10 лет составила по расходу 2,9%, по приходу — 4,8%. Разница в погрешностях по приходу и расходу денег объясняется тем, что выдачи денег в большей степени подконтрольны воздействию Госбанка, чем их поступления.

Чем можно объяснить столь высокую точность работы данной динамической системы?

Проведенный эксперимент показал, что специалисты банка могут довольно точно моделировать на свой лад корреляционные зависимости с большой теснотой связи, не обращаясь к какому-либо формальному аппарату.

Ранее излагалась существующая методика составления кассового плана путем вычисления оценок по данным народнохозяйственного плана, заявок контор и банковской статистики с последующим их «интуитивным» усреднением. Для выяснения корреляционной зависимости между показателями, на базе которых рассчитываются оценки, и фактическими уровнями показателей денежного обращения были взяты соответствующие массивы чисел по 24 точки в каждом, представляющие квартальные данные за шесть лет.

Вычисленные коэффициенты корреляции исходных показателей планирования и показателей выполнения плана по крупнейшей статье прихода — поступлениям торговой выручки — дали следующие значения:

$$R_{xy} = +0,9520, \quad R_{xz} = +0,9647, \quad R_{yz} = +0,9731,$$

где x — фактическое поступление торговой выручки; y — плановый товарооборот (из нархозплана); z — прогноз конторы по данной статье (из заявки).

Было получено уравнение линейной регрессии, коэффициенты которого были найдены по методу наименьших квадратов:

$$X = 0,6751Y + 0,2892Z - 46 \quad (1)$$

и затем вычислены прогнозы поступлений торговой выручки путем подстановки вместо аргументов соответствующих квартальных значений показателей народнохозяйственного плана и заявок.

Погрешность полученного в результате эксперимента прогноза вполне соответствовала погрешности кассового планирования. Она составила 3,53% против 3,47% по существующей технологии. Таким образом, после замены арифметического подсчета оценок и их интуитивного усреднения расчетом уравнения регрессии всего лишь с двумя аргументами была достигнута практически та же точность прогнозирования.

Это показывает, что, во-первых, среди множества факторов, оказывающих влияние на денежное обращение, существует несколько факторов, оказывающих наиболее сильное воздействие. И, во-вторых, основываясь именно на этих нескольких факторах, в основном и составляют ныне план по денежному обращению. Влияние же многих других факторов растворяется в объеме погрешности. Следовательно, Госбанк работает по схеме, напоминающей классическую схему точных наук. Получаемая при этом точность его работы соответствует уровню совершенства модели денежного обращения, находящейся в настоящее время на вооружении банковских специалистов.

Итак, формальное описание системы регулирования денежного обращения кратко может быть выражено следующим образом.

Существует реальная система, описываемая дискретными реализациями случайных процессов, которые можно свести к эргодическим стационарным.

Это сложное воздействие преобразуется линейной квазистационарной динамической системой большой точности для выполнения регулирования на оптимум.

Такая схема в первом приближении представляется конструктивной. Дальнейший формальный анализ системы, включая, в частности, вычис-

лительную обработку процессов с получением их вероятностных характеристик, а также изучение показателя времени запаздывания реакции системы позволили бы дать более полную и глубокую характеристику данной системы. Кроме того, такие исследования одновременно представляли бы собой шаги по осуществлению на практике синтеза математической модели одной из реальных систем управления в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. С. Вентцель. Теория вероятности. М., Физматгиз, 1962.
2. В. Батырев. Денежное обращение в СССР. М., Госфиниздат, 1959.
3. Автоматическое управление. Под ред. проф. В. В. Солодовникова. М., Изд-во АН СССР, 1961.

Поступила в редакцию
16 IX 1965