

**МИНИСТЕРСТВО ПО ДЕЛАМ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ
КУЛЬТУРЫ ИМЕНИ А. КАДЫРИ**

Якубова М., Юлдашев Б., Давлатов С., Дунаев В.

**“Моделирование информационных технологий в
библиотеках”.**

**Учебное пособие для студентов, магистров
и слушателей курсов повышения квалификации ТашГИК**

Ташкент 2007 г.

**Учебное пособие рассмотрено на Ученом совете ТашГИК и
рекомендовано для издания**

Авторы:

Якубова М.З.
доктор технических наук,
профессор, зав. кафедрой
"Информатика и технические
средства" ТашГИК
Юлдашев Б. Нач инспекции
ТашГИК
Давлатов С., доцент., канд.
фил. наук
Дунаев В. - магистр

Рецензенты:

Каримов У.Ф. канд. техн.
наук, доцент
Мухаммадиев А.Ш. канд.
физ-мат наук, доцент

Содержание

Введение.	5
Глава I. Технология моделирования.	12
1.1.Создание концептуальной модели.	12
1.2. Подготовка исходных данных.	17
1.3. Разработка математической модели	21
1.4. Выбор метода моделирования.	22
1.5. Выбор средств моделирования.	24
1.6. Проверка адекватности и корректировка модели.	25
1.7. Планирование экспериментов с моделью и использование результатов моделирование.	27
Глава II. Формализация библиотечно-библиографических процессов.	
2.1. Классификация моделей.	28
2.2. Библиотечные процессы как объекты моделирования моделирования.	34
2.3. Формализация процессов.	35
2.4. Выбор показателей эффективности.	38
2.5..Функции моделей.	39
Глава III.Имитационное моделирование библиотечных процессов...	43
3.1. Основные понятия.	43
3.2. Цели и область применения имитационного моделирования.	43
3.3. Последовательность имитации.	48
3.4. Формулирование проблемы.	49
3.5. Разработка и анализ информационных моделей традиционных и автоматизированных технологий комплектования библиотечных фондов.	51
3.6. Формулирование модели.	57
3.7. Систематизация данных.	60
3.8. Трансляция моделей и сущность имитации.	62

3.9. Генерация случайных переменных и приращение времени	64
3.10. Языки имитационного моделирования.....	65
3.11. Планирование эксперимента, экспериментирование и анализ результатов.....	67
3.12. Моделирование обслуживания в районной библиотеке.	70
Заключение.....	76
Словарь терминов.....	78
Литература.....	81

Введение.

Стремительно входящему в качестве полноправного члена в мировое сообщество Узбекистану с его значительными потребностями в квалифицированном, отвечающих требованиям ведения современного мирового хозяйства, перестройка и развитие государственной защиты и безопасности информационных и других объектов и систем становится чрезвычайно актуальным. На это обращено внимание в ряде законодательных и нормативных актов: Указ Президента Республики Узбекистан о коренном реформировании системы образования и подготовки кадров, на втором этапе отмечается информатизация образовательных процессов (1,2), моделирование является одним из важных элементов информатизации, поэтому знание моделирования является весьма актуальным.

Моделирование — это замещение одного объекта (оригинала) другим (моделью) и фиксация или изучение свойств оригинала путем исследования свойств модели. Модель это описание системы. Замещение одного объекта другим производится с целью упрощения, удешевления, ускорения фиксации или изучения свойств оригинала.

В общем случае объектом-оригиналом может быть любая естественная или искусственная, реальная или воображаемая система. Она имеет некоторое множество параметров и характеризуется определенными свойствами. Количественной мерой свойств системы служит множество характеристик. Система проявляет свои свойства под влиянием внешних воздействии (3,4).

Множество параметров системы и их значений отражает ее внутреннее содержание — структуру и принципы функционирования или существования. Набор и значения параметров выделяют систему среди других систем. Характеристики системы — это в основном её внешние признаки, которые важны при взаимодействии с другими системами. Значения характеристик отражают степень взаимосвязи между системами.

Характеристики системы находятся в функциональной зависимости от её параметров. Очевидно, что каждая характеристика системы определяется в основном или полностью ограниченным подмножеством параметров. Остальные параметры не влияют или практически не влияют на значение данной характеристики системы. Исследователя интересуют, как правило, только некоторые характеристики изучаемой системы при конкретных внешних воздействиях на систему

Модель — это тоже система со своими параметрами и характеристиками. Оригинал и модель сходны по одним параметрам и различны по другим. Замещение одного объекта другим правомерно, если интересующие исследователя характеристики оригинала и модели определяются однотипными подмножествами параметров и связаны одинаковыми зависимостями с этими параметрами.

Моделирование целесообразно, когда у модели отсутствуют те признаки оригинала, которые препятствуют его исследованию, или имеются отличные от оригинала параметры, способствующие фиксации или изучению свойств модели.

Теория моделирования представляет собой взаимосвязанную совокупность положений, определений, методов и средств создания и изучения моделей. Эти положения, определения, методы и средства, как и сами модели, являются предметом теории моделирования.

Основная задача теории моделирования заключается в том, чтобы вооружить исследователей технологией создания таких моделей, которые достаточно точно и полно фиксируют интересующие свойства оригиналов, проще или быстрее поддаются исследованию и допускают перенесение его результатов на оригиналы.

Теория моделирования является основной составляющей общей теории систем, где в качестве главного принципа постулируются осуществимые модели: система представима конечным множеством моделей, каждая из которых отражает определенную грань ее сущности.

Трудно переоценить роль моделирования в научных изысканиях и, вообще, в жизни человека. Познание любой системы сводится, по существу, к созданию ее модели. Перед изготовлением каждого устройства или сооружения разрабатывается его модель-проект. Любое произведение искусства является моделью, фиксирующей действительность. Человек, прежде чем совершить что-либо, обдумывает возможную последовательность действий или интуитивно руководствуется определенными установившимися апробированными моделями поведения.

Особую ценность имеют конструктивные модели, т. е. такие, которые допускают не только фиксацию свойств, но и исследование зависимостей характеристик от параметров системы. Такие модели позволяют оптимизировать функционирование систем. Оптимизационные модели — основа теории сложных систем.

Роль моделирования как метода научного познания и метода решения различных задач всегда оценивалась достаточно высоко.

С развитием техники нашло широкое применение физическое моделирование сооружений, машин и механизмов.

Достижения математики привели к распространению математического моделирования различных объектов и процессов. Подмечено, что динамика функционирования разных по физической природе систем описывается однотипными зависимостями, т. е. может быть представлена одинаковыми моделями. Расчетные формулы, которые используют для анализа и синтеза всевозможных систем, зачастую выведены из математических моделей этих систем.

На качественно новую ступень поднялось моделирование в результате разработки методологии имитационного моделирования. Это обусловлено тем, что существенно расширился класс систем, которые могут быть исследованы с помощью моделирования.

Появление вычислительных машин способствовало углублению и расширению сфер применения моделирования. Особое значение

приобретает моделирование в современных условиях ускорения научно-технического прогресса, при требованиях достижения больших эффектов с ограниченными материальными, трудовыми, энергетическими и временными ресурсами.

Сейчас трудно указать область человеческой деятельности, где не применялось бы моделирование. Разработаны, например, модели производства автомобилей, выращивания пшеницы, функционирования отдельных органов человека, жизнедеятельности Азовского моря, последствий атомной войны. В перспективе для каждой системы могут быть созданы свои модели перед реализацией каждого проекта должно проводиться моделирование (5).

Специалисты считают, что моделирование становится основной функцией любых систем. Моделирование целесообразно использовать на этапе проектирования и для анализа функционирования действующих систем в экстремальных условиях или при изменении их состава, структуры, способов управления или рабочей нагрузки. Применение моделирования на этапе проектирования позволяет анализировать варианты проектных решений, определять работоспособность и производительность, вычислять ожидаемые времена реакции и принимать решения по рациональному изменению состава и структуры. В том случае, когда не удастся создать модель, допускающую использование аналитических методов оптимизации, процесс разработки принимает итерационный характер. Предварительно выбранный вариант проектного решения анализируют путем моделирования. Это дает возможность определить ожидаемые характеристики будущей системы, выявить ее сильные и слабые стороны. Если характеристики не удовлетворяют предъявляемым требованиям, по результатам анализа выполняют корректировку проекта, затем снова проводят моделирование. Этот процесс повторяется до достижения требуемого качества функционирования разрабатываемой системы.

При анализе действующих систем с помощью моделирования определяют границы работоспособности системы, выполняют имитацию экстремальных условий, которые могут возникнуть в процессе функционирования системы. Искусственное создание таких условий на действующей системе затруднено и может привести к катастрофическим последствиям, если система не справится со своими функциональными обязанностями. Применение моделирования может быть полезным при разработке стратегии развития системы, ее усовершенствовании и образовании связей с другими системами при создании многомашинных комплексов и сетей ЭВМ, при изменении количества, номенклатуры или частоты решаемых задач.

целесообразнее использовать моделирование для действующих систем, поскольку можно опытным путем проверить адекватность модели и оригинала и более точно определить те параметры системы, и внешних воздействий на нее, которые служат исходными данными для моделирования. Моделирование реальной системы позволяет выявить ее резервы и прогнозировать качество функционирования и при любых изменениях, поэтому полезно иметь модели всех развивающихся систем, анализ результатов моделирования.

Процесс создания модели проходит несколько стадий. Он начинается с изучения системы и внешних воздействий и завершается разработкой или выбором математической модели или программы для системы, если моделирование будет проводиться с её помощью. Некоторые математические модели могут быть исследованы без применения средств вычислительной техники, но в дальнейшем, как правило, рассматриваются такие модели, исследование которых надо проводить с помощью вычислительных систем.

Таким образом, моделирование предполагает наличие следующих укрупнённых этапов: формулирования цели моделирования; разработки концептуальной модели; подготовки исходных данных; разработки математической модели; выбора метода моделирования; выбора

средств моделирования; разработки программной модели; проверки адекватности и корректировки модели; планирования машинных экспериментов; моделирования на системе; анализа результатов моделирования (б).

Перечисленные этапы вытекают из общей методологии моделирования систем. При моделировании различных систем трудоёмкости одних и тех же этапов могут быть разными. В процессе моделирования конкретной системы могут иметь место некоторые изменения технологии. В частности, может быть заранее predetermined метод моделирования или выбрано конкретное средство моделирования. Математическая модель окажется настолько простой, что не потребуются проведения машинных экспериментов, разработка программной модели исключит необходимость создания математической модели. Следует обратить внимание на первоочередную необходимость постановки, формулирования цели моделирования. В этом вопросе должно быть достигнуто взаимопонимание между заказчиком, ответственным за создание или модернизацию системы, и разработчиком модели. Важность корректного выполнения этого этапа определяется тем, что все последующие этапы проводятся с ориентацией на определенную цель моделирования.

На этом же этапе конкретизируется, в каких единицах измерения (относительных или абсолютных) должны быть представлены результаты моделирования. Под относительными единицами здесь понимаются качественные градации, сравнительные оценки разных вариантов системы (типа «лучше—хуже», «больше—меньше»). При необходимости представления результатов в абсолютных единицах должен быть решен вопрос о точности измерения. Этот вопрос зачастую не имеет однозначного ответа, но крайне важен для выполнения всех этапов моделирования.

Проверка адекватности указана выше в виде одного из этапов моделирования. Не надо это понимать буквально, так как на адекватность модели оказывает влияние качество выполнения практически всех этапов.

Поэтому проверка адекватности должна проводиться в том или ином виде, начиная от разработки концептуальной модели и кончая анализом результатов моделирования.

Под разработкой математической модели подразумевается создание полностью формализованного описания динамики функционирования системы. Однако не для всех систем, внешних условий и целей моделирования может быть подобран известный метод формализации или конструктивный математический аппарат.

Результаты машинного моделирования должны быть проанализированы с целью проверки их достоверности и выработки рекомендации о способах повышения качества исследуемой системы. На всех этапах моделирования следует обратить особое внимание на документирование принимаемых решений, допущений, ограничений и выводов.

Из организационных аспектов моделирования следует выделить необходимость непосредственного участия в работе квалифицированных представителей заказчика на первых этапах (вплоть до разработки математической модели) и на этапе анализа результатов моделирования. Ответственный за систему заказчик должен четко понимать цели моделирования, разработанную концептуальную модель, программу исследований и полученные результаты. Это будет способствовать внедрению выработанных рекомендаций.

Для одной и той же системы можно составить множество моделей. Они будут отличаться степенью детализации и учета тех или иных особенностей и режимов функционирования, отражать определенную грань сущности системы, ориентироваться на исследование определенного свойства или группы свойств системы. Поэтому перед разработкой модели следует сформулировать цели исследования.

При создании или модернизации любой системы встает задача определения её эффективности. Сделать это надо еще до появления новой системы. Если может быть создано несколько вариантов системы, то из них

требуется выбрать наилучший. Решение этих задач и является основной целью моделирования. Однако понятие эффективности не однозначно. Его следует конкретизировать до моделирования.

Глава I. Технология моделирования.

1.1. Создание концептуальной модели.

В процессе разработки модели можно условно выделить такие этапы описания, как концептуальный, математический и программный. На этих этапах создается соответствующая модель (7).

Концептуальная (содержательная) модель — это абстрактная модель, определяющая состав и структуру системы, свойства элементов и причинно-следственные связи, присущие исследуемой системе и существенные для достижения цели моделирования. В концептуальной модели обычно в словесной форме, приводятся сведения о природе и параметрах элементарных явлений исследуемой системы, о виде и степени взаимодействия между ними, о месте и значении каждого элементарного явления в общем процессе функционирования системы.

Разработка концептуальной модели требует достаточно глубоких знаний системы, так как надо обосновать не только то, что должно войти в модель, но и то, что может быть отброшено без существенных искажений результатов моделирования. Последнее, является наиболее проблематичным, поскольку возникает замкнутый круг: для точного определения влияния исключения какого-либо элемента или явления из модели на степень искажения результатов необходимо создать и исследовать две модели — с учетом и без учета этого элемента или явления. Выполнить это по каждому сомнительному элементу и явлению не представляется возможным в связи со значительным увеличением объема работ.

Основная проблема при создании модели заключается в нахождении компромисса между простотой модели и её адекватностью с исследуемой

системой. Имеются теоретические проработки решения данной проблемы, но практически их трудно реализовать. Поэтому разработчик модели, руководствуясь своими знаниями системы, оценочными расчетами, опытом, должен принять решение об исключении какого-то элемента или явления из модели без достаточно полной уверенности в том, что это не внесет существенных погрешностей в результаты моделирования. Процесс создания концептуальной модели, очевидно, никогда не может быть полностью формализован. Именно в связи с этим иногда говорят, что моделирование является не только наукой, но и искусством. При создании ориентированной модели уточняются множества полезных и возмущающих внешних воздействий.

Стратификация. Следующим шагом на пути создания концептуальной модели служит выбор уровня детализации модели. Известно, что любая система - это прежде всего целостная совокупность элементов. Непременным свойством каждой системы является её разделение на подсистемы. Модель системы представляется в виде совокупности частей (подсистем, элементов). В эту совокупность включаются все части, которые обеспечивают сохранение целостности системы. Исключение каких-либо элементов из модели не должно приводить к потере основных свойств системы при выполнении функций по отношению к метасистеме.

С другой стороны, каждая часть системы тоже состоит из совокупности элементов, которые, в свою очередь, могут быть расчленены на элементы.

С учетом этого проблема выбора уровня детализации может быть разрешена путем построения иерархической последовательности моделей. Система представляется семейством моделей, каждая из которых отображает ее поведение на различных уровнях детализации. На каждом уровне существуют характерные особенности системы, переменные, принципы и зависимости, с помощью которых описывается поведение системы.

Уровни детализации иногда называются стратами, а процесс выделения уровней—стратификацией. Выбор страт зависит от целей моделирования и

степени предварительного знания свойств элементов. Для одной и той же системы могут быть использованы различные страты. Обычно в модель включаются элементы одного уровня детализации — K -страта. Однако может представлять интерес построение модели из элементов разных страт. В том случае, когда общесистемные (функциональные) свойства отдельных элементов мало известны или вызывает затруднение их описание, можно для каждого такого элемента включить в модель его детализированное описание из нижестоящего $(K - 1)$ -страта. Некоторые элементы и этого уровня можно расчленить, т. е. использовать их описание из следующего уровня — $(K - 2)$ -страта.

При построении ориентированной и стратифицированной концептуальной модели необходимо руководствоваться следующим. В модель должны войти все те параметры системы и, в первую очередь, параметры, допускающие варьирование в процессе моделирования, которые обеспечивают определение интересующих исследователя характеристик при конкретных внешних воздействиях на заданном временном интервале T функционирования системы. Остальные параметры должны быть, по возможности, исключены из модели.

Детализация. При расчленении системы на элементы можно поступать следующим образом. Функционирование любой системы представляет собой выполнение одного или нескольких технологических процессов преобразования вещества, энергии или информации. Каждый процесс складывается из последовательности элементарных операций. Выполнение каждой элементарной операции обеспечивается определенным ресурсом — элементом. Поэтому в модели должны присутствовать все элементы, которые реализуют выполнение всех технологических процессов. Кроме них в модель могут быть включены элементы, которые служат для управления ресурсами и процессами и для хранения объектов преобразования в промежутках времени между выполнением элементарных операций, а также для хранения информации, необходимой для управления.

Применение этого правила требует предварительного определения понятия элементарной операции

Детализация системы должна производиться до такого уровня, чтобы для каждого элемента были известны или могли бы быть получены зависимости параметров выходных воздействий элемента, существенных для функционирования системы и определения её выходных характеристик, от параметров воздействий, которые являются входными для этого элемента.

Если по результатам ориентации, стратификации и расчленения получается модель большой размерности, т. е. с большим числом параметров, в частности, с большим числом элементов (несколько сотен или даже тысяч), то её следует упростить, поскольку с громоздкой моделью работать неудобно. Это можно сделать разными способами изоморфных преобразований модели без снижения степени адекватности, в том числе путем декомпозиции системы на подсистемы, интеграции элементарных операций и соответствующей интеграции элементов, исключения или усечения второстепенных технологических процессов с исключением обеспечивающих эти процессы элементов.

Локализация. Последующий шаг создания концептуальной модели — её локализация, которая осуществляется путем представления внешней среды в виде генераторов внешних воздействий, включаемых в состав модели в качестве элементов. При необходимости они дифференцируются на генераторы, рабочей нагрузки, поставляющие на вход системы основные исходные объекты—вещество (сырье, полуфабрикаты, комплектующие), энергию для энергетических систем или данные для информационных систем, в том числе для вычислительных систем (ВС); генераторы дополнительных обеспечивающих объектов и энергии; генераторы управляющих и возмущающих воздействий. Генераторы возмущающих воздействий нарушают процесс функционирования системы (8).

Структуризация. Управление. Завершается построение структуры модели указанием связей между элементами. Связи могут быть

подразделены на вещественные и информационные. Вещественные связи отражают возможные пути перемещения продукта преобразования от одного элемента к другому. Информационные связи обеспечивают передачу между элементами управляющих воздействий и информации о состоянии. Отметим, что как информационные, так и вещественные связи не обязательно должны быть представлены в системе некоторым материальным каналом связи. В простых системах, составленных из однофункциональных элементов, имеющих не более чем по одной, выходной вещественной связи, информационные связи могут вообще отсутствовать. Управление процессом функционирования в таких системах определяется самой структурой, т. е. в них реализован принцип структурного управления. Примерами таких систем могут служить логические элементы и аналоговые вычислительные машины.

В более сложных системах, включающих многофункциональные элементы или элементы, которые имеют больше чем по одной выходной вещественной связи, имеются управляющие средства (решающие элементы) и соответствующие информационные связи. Управление требуется для указания, какому элементу, какой исходный объект, когда и откуда взять, какую операцию по преобразованию выполнить и куда передать. О таких системах можно говорить, что они функционируют в соответствии с программным или алгоритмическим принципом управления. В концептуальной модели должны быть конкретизированы все решающие правила или алгоритмы управления рабочей нагрузкой, элементами и процессами.

Выделение процессов. Рассмотренные выше действия направлены на создание модели, отражающей статику системы — состав и структуру. Поскольку основной интерес представляют динамические системы, следует дополнить эту модель описанием работы системы.

Функционирование системы заключается в выполнении технологического процесса преобразования вещества, энергии или информации.

В сложных системах зачастую одновременно протекает несколько технологических процессов. В частности, все современные универсальные ВС рассчитаны на мультипрограммный режим работы. Технологический процесс представляет собой определенную последовательность отдельных элементарных операций. Часть операций может выполняться параллельно разными элементами (ресурсами) системы. Задается технологический процесс маршрутной картой, путевым листом, программой и т. п., другими словами — одним из видов изображения алгоритма.

Алгоритм однозначно определяет, какие ресурсы системы, в какой последовательности и какие операции должны выполнить для достижения некоторого целевого назначения системы. В системах с программным принципом управления, обеспечивающих параллельное выполнение нескольких технологических процессов, имеются алгоритмы управления совокупностью процессов. Их основное назначение заключается в разрешении конфликтных ситуаций, возникающих, когда два или более процесса претендуют на один и тот же ресурс. Совокупность алгоритмов управления совместно с параметрами входных воздействий и элементов отражают динамику функционирования системы.

Обычно алгоритмы преобразовываются к виду, удобному для моделирования. Данный подход к описанию динамики работы системы особенно удобен для имитационного моделирования и является естественным способом определения множества характеристик системы.

1.2. Подготовка исходных данных

Сбор фактических данных. При создании концептуальной модели выявляются качественные (функциональные) и количественные параметры системы и внешних воздействий. Для количественных параметров необходимо определить их конкретные значения, которые будут использованы в виде исходных данных при моделировании. Это трудоёмкий и ответственный этап работы. Он существенно влияет на успех

моделирования. Очевидно, что достоверность результатов моделирования однозначно зависит от точности и полноты исходных данных.

На ранней стадии создания концептуальной модели зачастую выявляется часть параметров, которые определенно войдут в модель. По этим параметрам сбор исходных данных можно вести параллельно с разработкой концептуальной модели. По мере уточнения концептуальной модели определяются остальные параметры. Сбор исходных данных осложняется по следующим причинам. Во-первых, значения параметров могут быть не только детерминированными, но и стохастическими. Во-вторых, не все параметры оказываются стационарными. Особенно это относится к параметрам внешних воздействий. В-третьих, всегда идет речь о моделировании несуществующей (проектируемой, модернизируемой) системы или системы, которая должна функционировать в новых условиях.

Большая часть параметров — это случайные величины по своей природе. Однако в целях упрощения модели часто многие из них представляются детерминированными средними значениями. Это можно делать, если случайная величина имеет небольшой разброс, или в случае, когда для достижения цели моделирования достаточно вести расчет по средним значениям. Например, производительность процессора может быть задана определенным количеством операций, выполняемых в единицу времени. Но это количество детерминировано только для определенной смеси операций, которые может выполнять процессор. Подмена в расчетах случайных значений параметров детерминированными величинами должна производиться обдуманно, так как она может привести к погрешностям моделирования.

Выбор закона распределения. Для случайных параметров организуется сбор статистики и последующая её обработка. В процессе обработки выявляется возможность представления параметра некоторым теоретическим законом распределения. Это необходимо в связи с тем, что при определенных законах распределения основных параметров системы и

нагрузки появляется возможность создания аналитической модели, а при имитационном моделировании может оказаться проще задать вид закона распределения и основные статистические, характеристики, чем представлять случайную величину, например, в виде таблицы.

Процедура подбора вида закона распределения заключается в следующем. По совокупности численных значений параметра строится гистограмма относительных частот — эмпирическая плотность распределения. Гистограмма аппроксимируется плавной кривой. Полученная кривая последовательно сравнивается с кривыми плотности распределения различных теоретических законов распределения. Выбирается один из законов по наилучшему совпадению вида сравниваемых кривых. По эмпирическим значениям вычисляют параметры этого распределения. Затем выполняют количественную оценку степени совпадения эмпирического и теоретического распределения по тому или другому критерию согласия, например, Пирсона (χ^2 - квадрат), Колмогорова, Смирнова, Фишера или Стьюдента. Вопросы подбора вида закона распределения детально разработаны в математической статистике.

Особую сложность представляет сбор данных по случайным параметрам, которые являются функциями времени. В первую очередь такие параметры для внешних воздействий. Пренебрежение фактами не стационарности параметров, которое зачастую имеет место в практике моделирования, приводит к существенным нарушениям адекватности модели.

Аппроксимация функций. Для каждого элемента системы существует функциональная связь между параметрами входных воздействий на этот элемент и его выходными характеристиками. Вид функциональной зависимости для одних элементов бывает, очевиден, для других может быть легко выявлен исходя из природы функционирования. Однако для некоторых элементов может быть получена только совокупность экспериментальных данных о количественных значениях выходных характеристик при различных значениях параметров. В этом случае

возникает необходимость ввести некоторую гипотезу о характере функциональной зависимости, т. е. аппроксимировать её определенным математическим уравнением. Поиск математических зависимостей между двумя или более переменными по собранным опытным данным может выполняться с помощью методов регрессионного, корреляционного или дисперсионного анализа.

Предварительно для описания определенного элемента вид уравнения задает исследователь. При двух переменных это делается достаточно просто. По результатам сравнения графика, на который нанесены экспериментальные точки, с графиками наиболее распространенных аппроксимирующих функций, таких как прямая, парабола, гипербола, экспонента и т. д. Затем методами регрессионного анализа вычисляются константы выбранного уравнения таким образом, чтобы обеспечить наилучшее приближение кривой к экспериментальным данным независимо от того, насколько хорошо выбран вид кривой. Зачастую приближение оценивается по критерию наименьших квадратов.

Для выяснения того, насколько точно выбранная зависимость согласуется с опытными данными, используется корреляционный анализ. Коэффициент корреляции лежит в пределах от 0 до ± 1 , что соответствует изменению степени согласования от полного отсутствия корреляции до случая, когда все экспериментальные точки лежат точно на кривой.

Выдвижение гипотез. По части параметров, которые отражают новые элементы будущей системы или новые условия функционирования, отсутствует возможность сбора фактических данных. Для таких параметров выдвигаются гипотезы об их возможных значениях. Важно, чтобы гипотезы выдвигали эксперты-специалисты, которые достаточно хорошо представляют создаваемую систему или новые внешние воздействия на систему. Большой успех может быть достигнут, если представляется возможность получить сведения от группы специалистов. В этом случае можно уменьшить степень субъективности и воспользоваться хорошо

отработанными методиками экспертных оценок. При проведении данной работы определенные сведения можно получить в результате анализа функционирования аналогичных систем или прототипов будущей системы.

Заканчивается этап сбора и обработки исходных данных классификацией на внешние и внутренние, постоянные и переменные, непрерывные и дискретные, линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные, детерминированные и стохастические. Для переменных количественных параметров, которыми может варьировать исследователь в ходе моделирования, определяются границы их изменений, а для дискретных – возможные значения.

1.3. Разработка математической модели.

Обобщенные модели. Концептуальная модель и количественные исходные данные служат основой для разработки математической модели. Создание математической модели преследует две основные цели:

- 1) дать формализованное описание структуры и процесса функционирования системы для однозначности их понимания;
- 2) попытаться представить процесс функционирования в виде, допускающем аналитическое исследование системы.

Разработка единой методики создания математических моделей, очевидно, не представляется возможной. Это обусловлено большим разнообразием классов систем. Системы могут быть статические и динамические, со структурным или программным управлением, с постоянной или переменной структурой, с постоянным (жестким) или сменным (гибким) программным управлением. По характеру входных воздействий и внутренних состояний системы подразделяются на непрерывные и дискретные, линейные и нелинейные, стационарные и нестационарные, детерминированные и стохастические. При исследовании

систем может быть получено такое же разнообразие моделей в зависимости от ориентации, а также от степени стратификации и детализации.

1.4. Выбор метода моделирования.

Аналитические методы. Разработанная математическая модель функционирования системы может быть исследована различными методами — аналитическими или имитационными. С помощью аналитических методов анализа можно провести наиболее полное исследование модели. В некоторых случаях наличие аналитической модели делает возможным применение математических методов оптимизации. Для использования аналитических методов необходимо математическую модель преобразовать к виду явных аналитических зависимостей между характеристиками и параметрами системы и внешних воздействий. Однако это удается лишь для сравнительно простых систем. Применение аналитических методов для более сложных систем связано с большей по сравнению с другими методами степенью упрощения реальности и абстрагирования. Поэтому аналитические методы исследования используются обычно для первоначальной грубой оценки характеристик всей системы или отдельных ее подсистем, а также на ранних стадиях проектирования систем, когда недостаточно информации для построения более точной модели. Они могут использоваться для анализа параллельных процессов в сложных системах.

Имитационные методы. Имитационное моделирование является наиболее универсальным методом исследования систем и количественной оценки характеристик их функционирования. При имитационном моделировании динамические процессы системы-оригинала подменяются процессами, имитируемыми в абстрактной модели, но с соблюдением таких же соотношений длительностей и временных последовательностей отдельных операций. Поэтому метод имитационного моделирования мог бы называться алгоритмическим или операционным. В процессе имитации, как

при эксперименте с оригиналом, фиксируют определенные события и состояния или измеряют выходные воздействия, по которым вычисляют характеристики качества функционирования системы.

Имитационное моделирование позволяет рассматривать процессы, происходящие в системе, практически на любом уровне детализации. Используя алгоритмические возможности ВС, в имитационной модели можно реализовать любой алгоритм управления или функционирования системы. Модели, которые допускают исследование аналитическими методами, также могут анализироваться имитационными методами. Все это является причиной того, что имитационные методы моделирования становятся основными методами исследования сложных систем.

Методы имитационного моделирования различаются в зависимости от класса исследуемых систем, способа продвижения модельного времени и вида количественных переменных параметров системы и внешних воздействий.

В первую очередь можно разделить методы имитационного моделирования дискретных и непрерывных систем. Если все элементы системы имеют конечное множество состояний и переход из одного состояния в другое осуществляется мгновенно, то такая система относится к системам с дискретным изменением состояний, или дискретным системам. Если переменные всех элементов системы изменяются постепенно и могут принимать бесконечное множество значений, то такая система называется системой с непрерывным изменением состояний, или непрерывной системой. Системы, у которых имеются переменные того и другого типа, считаются дискретно-непрерывными. У непрерывных систем могут быть искусственно выделены определенные состояния элементов. Например, некоторые характерные значения переменных фиксируются как достижение определенных состояний. При моделировании ВС на системном уровне их зачастую удобно рассматривать как системы с дискретным изменением состояний.

Одним из основных параметров при имитационном моделировании является модельное время, которое отображает время функционирования реальной системы. В зависимости от способа продвижения модельного времени методы моделирования подразделяются на методы с приращением временного интервала и методы с продвижением времени до особых состояний. В первом случае модельное время продвигается на некоторую величину. Определяются изменения состояний элементов и выходных воздействий системы, которые произошли за это время. После этого модельное время снова продвигается на определенную величину, и процедура повторяется. Так продолжается до конца периода моделирования. Шаг приращения времени зачастую выбирается постоянным, но в общем случае он может быть и переменным.

Из вышеизложенного следует, что выбор того или иного метода моделирования полностью определяется математической моделью и исходными данными.

1.5. Выбор средств моделирования

Технические средства моделирования. После выбора метода моделирования необходимо выбрать технические и программные средства для проведения исследования модели с помощью вычислительных средств. В качестве программных средств могут быть использованы процедурно-ориентированные алгоритмические языки, проблемно-ориентированные языки или автоматизированные системы моделирования.

Для исследования моделей применяются универсальные или специализированные ВС. Для проведения аналитического моделирования с помощью универсальных ВС зачастую не предъявляется каких-либо особых требований к техническим средствам. Основным требованием к универсальным ВС, которые используются для имитационного моделирования, является наличие оперативной памяти достаточно большой

ёмкости. Это объясняется тем, что в процессе модельного эксперимента постоянно производятся чередующиеся обращения к параметрам элементов и воздействий (к атрибутам статических и динамических составляющих), поэтому все они должны находиться в оперативной памяти.

Каждый модельный эксперимент при статистическом моделировании требует существенных затрат машинного времени, поэтому желательно использовать для моделирования высокопроизводительные ВС. Остальные требования к составу и техническим характеристикам универсальных ВС не являются существенными.

1.6. Проверка адекватности и корректировка модели.

Проверка адекватности. Проверка адекватности модели системе заключается в анализе её соразмерности с исследуемой системой, а также равнозначности системе. Однако модель не должна быть полным отображением системы, иначе теряется смысл её создания. В процессе создания модели адекватность искусственно искажается в результате ориентации, стратификации, детализации и локализации. Адекватность нарушается из-за идеализации внешних условий и режимов функционирования, исключения тех или других параметров, пренебрежения некоторыми случайными факторами. Отсутствие точных сведений о внешних воздействиях, определенных нюансах структуры системы, принятые аппроксимации, интерполяции, предположения и гипотезы тоже ведут к уменьшению соответствия между моделью и системой. Перечисленные и другие факторы могут стать причиной того, что результаты моделирования будут существенно отличаться от реальных.

Тем не менее, проверять адекватность необходимо, так как по неверным результатам моделирования могут быть приняты неправильные решения. На практике оценка адекватности обычно проводится путем экспертного

анализа разумности результатов моделирования. Можно выделить следующие виды проверок:

проверка моделей элементов (в сомнительных случаях следует детализировать элемент или провести дополнительный анализ);

проверка модели внешних воздействий (принятые предположения, аппроксимации и гипотезы необходимо оценить математическими методами);

проверка концептуальной модели функционирования системы (выявляются ошибки постановки задачи);

проверка формализованной и математической модели;

проверка способов измерения и вычисления выходных характеристик, выявляются ошибки решения;

проверка программной модели (анализируется соответствие операций и алгоритмов функционирования программной и математической модели, проводятся контрольные расчеты при типовых и предельных значениях переменных, выявляются инструментальные ошибки программирования).

Корректировка модели. Если по результатам проверки адекватности выявляется недопустимое рассогласование модели и системы, возникает необходимость в корректировке или калибровке модели. При этом могут быть выделены следующие типы изменений: глобальные, локальные и параметрические.

Необходимость в глобальных изменениях возникает в случае обнаружения методических ошибок в концептуальной или математической модели. Устранение таких ошибок приводит к разработке новой модели. Локальные изменения связаны с уточнением некоторых параметров или алгоритмов. Они выполняются, например, путем замены моделей компонентов системы и внешних воздействий на эквивалентные, но более точные модели. Локальные изменения требуют частичного изменения математической модели, но могут привести к необходимости разработки новой программной модели. Для уменьшения вероятности таких изменений

рекомендуется сразу разрабатывать модель с большей степенью детализации, чем это необходимо для достижения цели моделирования.

К параметрическим относятся изменения некоторых специальных параметров, называемых калибровочными. Для обеспечения возможности повышения адекватности модели путем параметрических изменений следует заранее выявить калибровочные параметры и предусмотреть простые способы варьирования ими.

Стратегия корректировки модели должна быть направлена на первоочередное введение глобальных изменений, затем— локальных и, наконец, параметрических изменений. Для выработки тактики параметрических изменений большое значение имеет анализ чувствительности модели к вариациям ее параметров.

Завершается этап проверки адекватности и корректировки модели определением и фиксацией области пригодности модели. Под областью пригодности понимается множество условий, при соблюдении которых точность результатов моделирования находится в допустимых пределах.

1.7. Планирование экспериментов с моделью и использование результатов моделирования

Стратегическое планирование. Цели моделирования достигаются путем исследования разработанной модели. Исследования заключаются в проведении экспериментов, в результате которых определяются выходные характеристики системы при разных значениях управляемых переменных параметров модели. Эксперименты следует проводить по определенному плану

Использование результатов моделирования. В конечном счёте результаты моделирования используются для принятия решения о работоспособности системы, для выбора лучшего проектного варианта или для оптимизации системы. Решение о работоспособности принимается по

тому, выходят или не выходят характеристики системы за установленные границы при любых допустимых изменениях параметров. При выборе лучшего варианта из всех работоспособных вариантов выбирается тот, у которого максимальное значение критерия эффективности. Наиболее общей и сложной является оптимизация системы: требуется найти такое сочетание значений переменных параметров системы или рабочей нагрузки из множества допустимых, которое максимизирует значение критерия эффективности.

Глава II. Формализация библиотечно-библиографических процессов.

2.1. Классификация моделей.

Классификация моделей предназначена для выбора метода моделирования конкретной практической задачи, выявления преимуществ каждого типа модели в данных условиях, оценки ситуации применимости того или иного типа модели, а также дает первые сведения о том, с чего следует начинать создание модели.

Классификация моделей может быть проведена по великому множеству признаков. Выделяется несколько основных, в данном случае, наиболее важных при моделировании библиотечных процессов. По характеру объекта моделирование может быть физическим или математическим, и, как следствие, реализации этих признаков, модель может быть технологической (производственной) или экономической. В практике часто создают экономико-математические модели.

Естественно, классификация моделей по характеру объекта условная, многие признаки трудно различить, в них имеется пересечение и сходство.

Объекты часто отличают по характеру связей, которые могут быть физическими, энергетическими или информационными.

Далее оценивается моделируемый объект: является ли он системой или ее элементом; а иногда нужно просто определить лицу, занимающемуся созданием модели, как он намерен представлять объект - элементом или системой. Выбор объекта-элемента, или объекта-системы зависит от цели исследования на модели.

Целью моделирования может быть описание действующего объекта, оценка которого дана выше, когда необходимо знать его характеристики, их связи и влияние, прогноз развития элемента системы, всей системы или даже сети, т.е. изменение показателей объекта прогнозирования. Например, во времени (что будет происходить с любым библиотечным процессом, как самостоятельным объектом, как элементом системы или сети во времени), а иногда, быть может, и в пространстве.

Целью моделирования может быть получение рекомендаций для управления объектом. Это может быть простая оценка исходных данных или проведение расчетов на модели с целью выявления характера связей, их влияния на элементы системы или на систему в целом. Иногда это может быть прогноз элементов, системы или сети в каком-то отношении, необходимом для управления.

В зависимости от цели модели могут быть познавательные (описательные), прогнозные и управленческие.

Познавательные (описательные) модели являются простейшим случаем отображения состояния моделируемого объекта. Это, как правило, самая простая математическая зависимость, отображающая отношение заданных параметров в данный момент времени. Часто результаты решения на такой модели служат для понимания процесса в статике, ориентировки в числовых данных, характеризующих состояние объекта.

Прогнозные модели зависят от времени и дают состояние моделируемого объекта в заданном интервале. Естественно, динамика

объекта просматривается только тогда, когда параметры объекта изменяются во времени. Как правило, должен быть заранее известен закон, которому подчиняются параметры модели. Точность прогноза существенно зависит от точности гипотез о тех или иных законах. Проверка справедливости заложенных в модель гипотез одна из самых значительных трудностей реализации прогнозных моделей. Прогнозные модели по методам реализации могут быть аналитическими, статистическими, имитационными и другими. Управленческие модели позволяют выработать решение по управлению объектом. Они, как правило, являются математическими, экономическими, технологическими (производственными). Основным признаком таких моделей является их оптимизационный характер.

После определения цели моделирования следует обратить внимание на характер исходных данных, имеющихся в распоряжении исследователя или оценить перспективу получения недостающих данных. Нередко в практике возникает желание использовать прогнозную модель, однако часто не имеется в достаточном количестве исходных данных. Тогда цель моделирования пересматривается.

Исходные данные по своей сути являются детерминированными или стохастическими. Модель называют стохастической, если исходные данные носят случайный характер. Причем считается, что достаточно иметь хотя бы один параметр случайным и модель оказывается стохастической. В моделировании к исходным данным предъявляют самые жесткие требования по точности, надежности, своевременности, оперативности, полноте. Когда исходных данных мало, ставится проблема их получения любым из методов: аналитическим (вычислениями по формуле), статистическим (путем постановки эксперимента), программным (путем постановки эксперимента на ЭВМ).

Если исходных данных достаточно (или есть метод их получения высокого качества) и известна цель моделирования, можно приступить к выбору модели из имеющихся в наличии или к созданию новой.

Исследователь может выбрать одну из моделей: аналитическую, статистическую, имитационную или сетевую.

Аналитические модели являются самими простыми, выражаются через так называемые аналитические зависимости (формулы, уравнения, неравенства) и учитывают только самые существенные связи. Такие модели реализуются, как правило, на ЭВМ, и в этом их преимущество. Они дают возможность построить качественную картину поведения анализируемого объекта. Аналитические модели наиболее разработаны, а методов аналитического моделирования создано очень много. Назовем только их диапазон: от простейших алгебраических зависимостей через зависимости теории массового обслуживания до систем обыкновенных дифференциальных уравнений,

Главные преимущества аналитических моделей - простота изучения результата, наглядность качественной картины поведения объекта, наличие подходов к оценке точности результатов.

Недостатками аналитических моделей являются ограниченные возможности их использования в качестве средства получения прогноза, вследствие вынужденного изменения модели с целью использования широко применяющихся аналитических зависимостей. Особенно это касается выбора и обоснования законов распределения случайных параметров, входящих в те или иные уравнения.

В последние годы достаточно развиты аналитические модели, в основе которых лежит использование количественной меры информации - энтропии, так называемые энтропийные модели. Этот тип аналитического моделирования более сложен, и реализуют его обычно на ЭВМ.

Статистические модели в основном позволяют упорядочить опытные данные о структуре и поведении объекта и дать обработанную информацию

для построения других математических моделей. Методы статистического моделирования очень разнообразны. Они включают в себя простейшую статистическую обработку, корреляционный и регрессивный анализы, факторный и кластерный анализы и используются на первом этапе применения математических моделей. Однако этот тип моделирования не позволяет вскрывать причинно-следственные связи объекта; он служит для проверки разного рода гипотез об этих связях.

Имитационные модели в отличие от аналитических отображают знания исследователя структура и поведения объекта моделирования. Структурные и поведенческие аспекты объекта моделирования отображаются на специальном языке и путем использования заранее созданной схемы применения модели. Модель позволяет максимально гибко учесть изменяющиеся условия моделирования, степень, участия человека на уровне диалога с функционирующим комплексом программ. Считается, что имитационное моделирование позволяет получать прогнозы достаточно высокой точности.

Сетевые модели в некотором смысле описываются на "сетевом" языке. Практические задачи, которые удается формализовать, и выразить на "сетевом" языке, удается решить успешнее, чем другими методами. Сетевые модели особенно эффективны в условиях, когда практическая задача содержит множество переменных и ограничений, в частности экономического характера.

Этот тип моделирования достаточно подробно разработан для производственных (технологических) задач, в которых имеется множество параметров и множество разного рода ограничений. По этой причине сетевые модели могут найти применение при решении библиотечных задач. Этому виду моделирования свойственны недостатки аналитических моделей. Исследователь должен использовать как можно более совершенный вид моделирования. Совершенство метода моделирования в настоящее время часто связывают со степенью участия человека и ЭВМ в

процессе реализации модели. Таким образом, мы подошли к последнему признаку в классификации моделей - по степени участия человека и ЭВМ в реализации модели (9).

По степени участия человека и ЭВМ модели могут быть имитационные с диалогом, самоорганизующиеся (эволюционные), эвристические и ситуационные.

Имитационная модель на различных этапах моделирования допускает вмешательство человека в процесс реализации модели. Человек может уточнять исходные данные, вводить новые данные, при получении промежуточных или окончательных данных оценивать их и результаты оценки вводить в модель с целью проверки полученных результатов, либо с целью их уточнения. Через человека может идти взаимодействие между некоторыми блоками моделирующей системы, связь которых формализовать не удалось, а также вводить в систему новые стратегии поведения.

Самоорганизующиеся модели - это наиболее высокий уровень моделей, когда удается создать алгоритмические процедуры, способные объединять набор моделей в некоторый целенаправленный комплекс. Иначе говоря, самоорганизация достигается алгоритмически, следовательно, программно в системах, наделенных интеллектом.

Алгоритмический синтез моделей осуществляется с помощью эволюционного моделирования. Основным актом эволюционного моделирования является прогноз состояния системы. Его смысл сводится к тому, чтобы на основе изучения состояния системы в прошлом и фиксации этого состояния в настоящем прогнозировать будущее системы, т.е. существует некоторый алгоритм, описывающий состояние системы в прошлом и настоящем. Требуется решить задачу о самоусовершенствовании алгоритма или создать алгоритм потомка. Алгоритм потомка образуется из алгоритма родителей при помощи

мутации, случайного изменения характера прогнозирующего алгоритма с использованием датчика случайных чисел.

Идея случайного поиска будущего алгоритма потомка сводится к тому, что если в результате такого поиска происходит улучшение алгоритма потомка, то он закрепляется. Сама по себе постановка задачи о случайном поиске лучшего прогнозирующего алгоритма потомка является не совсем обычной для специалистов в области моделирования. Почему именно случайный поиск? Потому, что характер влияния внешних и внутренних условий системы на развитие самой системы настолько сложный, что сама идея закрепления лучших качеств алгоритма потомка и восприятие этого алгоритма потомка с целью воспроизводства поколений является чрезвычайно рациональной.

Наиболее важной проблемой здесь является доказательство того факта, что эволюция развития системы отображает развитие этой системы и эволюционный подход, а изучение систем является допустимым. Эволюционное моделирование рассматривает не просто модель системы, а модель развития системы.

Эвристическое моделирование применяется при создании систем, наделенных интеллектом. Этот вид моделирования является промежуточным между имитационным моделированием с диалогом и самоорганизующимися моделями. К эвристическим моделям относят обычно ситуационные модели. Приведенная классификация моделей является неполной, но вполне достаточной для того, чтобы на практике можно было сознательно сделать выбор объекта моделирования, целей, оценить набор исходных данных и остановиться на конкретном виде моделирования.

2.2. Библиотечные процессы, как объекты моделирования

Как мы знаем, моделирование библиотечных процессов требует знания общих свойств этих процессов, их характера и структуры, целей их

функционирования, характера исходных данных - это позволит правильно выбрать метод моделирования.

Модели библиотечных процессов по признаку "характер объекта" принадлежат к производственным (технологическим) моделям. Отнесение их к производственным моделям чисто условное, так как их нельзя считать полностью физическими, математическими или экономическими, хотя в них присутствует и физическое, и математическое, и экономическое моделирование. Но все же в них больше производственных элементов.

Структура библиотечных процессов достаточно сложная и состоит из трех уровней обобщения.

Первый уровень - отдельно взятые библиотечные процессы комплектование, обработка, хранение, библиографическое и библиотечное обслуживание в отдельной библиотеке. Отметим, что в отдельно взятых процессах существуют аспекты технологии, прогнозирования и управления; они также присущи библиотеке в целом.

Второй уровень. Каждый библиотечный процесс в системе, т.е. системное комплектование, системное хранение и т.д., существенно отличается от отдельно взятого процесса в библиотеке. Можно было бы их условно назвать системными библиотечными процессами.

Третий уровень. Каждый библиотечный процесс в сети - от сетевого комплектования до сетевого библиотечного обслуживания - существенно отличается от отдельно взятого процесса в библиотеке и от системных библиотечных процессов. Их можно условно назвать сетевыми библиотечными процессами.

Выбор конкретного вида моделей, исходя из структуры объекта, весьма многопланов и не всегда однозначен.

2.3. Формализация процессов.

Библиотечные процессы, как объекты применения моделей должны быть представлены в терминах и состояниях его компонент, связях между компонентами такими, чтобы можно было облечь их в некоторую условную форму представлений, удобную и понятную для лица, создавшего модель.

В определенном смысле, необходимо формализовать процесс, т.е. выразить его в понятиях модели с целью последующей его алгоритмизации.

Формализацию процесса проводят в три этапа. Она зависит от характера решаемой задачи (технология, прогноз и управление).

Первый этап состоит в вербальной формулировке содержания процесса, когда на словесном, логическом уровне формулируется содержание процесса. *Этот этап существует при любом характере задач*

На втором этапе составляется блок-схема, которая отразит компоненты процессов и их связи, подчиненность (родовидовые отношения компонент, отношение общее-частное и др.) и обратные связи. Блок-схема несет значительную семантическую нагрузку и создается при любом характере решаемых задач. Она дает возможность определить место каждой компоненты, связи и предварительно оценить характер каждой из них. Определение характера компонент дает возможность установить, какие из них подлежат моделированию, как они связаны с другими компонентами, которые в свою очередь могут быть, например, механизированы или автоматизированы.

В практике обычно стремятся к комплексному подходу в том смысле, что моделирование каких-либо компонент, связей проводят одновременно с другими действиями, улучшающими технологию процесса. На этом этапе стремятся определить и зафиксировать параметры и переменные, участвующие в процессе.

Вид и содержание блок-схемы зависит от характера задачи. При исследовании технологии процесса большее внимание обращается на связи между компонентами, временные характеристики, закон распределения времени выполнения тех или иных действий. Такой подход к технологии

носит в некотором смысле абстрактный характер, технология при таком рассмотрении не зависит от тематики комплектования фонда. Но не учитывать содержательный характер процесса комплектования нельзя, поэтому необходимо иметь еще одну блок-схему, которая бы позволила отразить содержательную сторону задачи.

Третий этап состоит в еще большей детализации процесса и установлении связей, как по горизонтали, так и по вертикали.

2.4. Выбор показателей эффективности

Выбор показателей эффективности зависит от цели моделирования. Если целью моделирования, например, процесса комплектования является совершенствование технологии, тогда показателями эффективности целесообразно выбрать оперативность, стоимость и трудоемкость. Оперативность, как показатель, важна для читателя и для библиотеки. Стоимость и трудоемкость имеют смысл только для библиотеки, так как для читателя менее важно, какие стоимость и трудоемкость имели место при комплектовании фонда.

Если целью моделирования является прогноз развития комплектования, то следует вычислить показатели эффективности: полноту и точность в зависимости от времени, которые влияют на качество обслуживания.

Аналогичные общие соображения можно высказать относительно системы и сети.

Обработка. Показателями эффективности процесса обработки целесообразно рассматривать полноту, точность, оперативность, стоимость и трудоемкость. Целями моделирования могут быть: выбор метода обработки в библиотеке, системе и сети; рекомендации по совершенствованию ИПЯ, прогноз развития процесса, рекомендации к управлению.

Организация и хранение фондов. Этот процесс, включает организацию СИФ, отражающих библиотечные фонды.

Показателями эффективности этого процесса целесообразно выбрать обращаемость, стоимость и трудоемкость. Обращаемость как показатель характеризует не только организацию фонда, но и другие процессы: комплектование, обработку, библиографическое и библиотечное обслуживание, от которых зависит величина этого показателя.

Рекомендуются к использованию статистический и корреляционный анализы, имитационные и сетевые модели.

Целями моделирования могут быть: получение структуры фонда, его адекватности, прогноз развития и рекомендации к управлению.

Библиографическое обслуживание. Этот вид обслуживания, в данном случае, состоит из подготовки указателей, библиографического поиска в каталоге. Показателями эффективности целесообразно назначить полноту, точность, оперативность, стоимость, трудоемкость, комфортность.

Целью моделирования может быть достижение максимальных значений полноты, точности при минимальных значениях оперативности, стоимости и трудоемкости; прогноз развития процесса и выработка рекомендаций по управлению.

К использованию рекомендуются все виды моделей — от аналитических до самоорганизующихся.

Библиотечное обслуживание. Показателями эффективности этого процесса можно рассматривать полноту, точность, оперативность, комфортность, которые имеют непосредственное отношение к обслуживанию читателя; стоимость и трудоемкость характеризуют деятельность библиотеки и прямого отношения к обслуживанию читателя не имеют.

Целями моделирования могут быть: структура читательских запросов, выбор оптимального режима обслуживания, оценка путей улучшения

использования фонда (например, через обращаемость), прогноз развития процесса и выработка рекомендаций по управлению.

2.5. Функции моделей.

Модели выполняют следующие функции: пояснительную (описательную), объяснительную, измерительную, интерпретаторскую в предсказательную (управленческую) функции.

Пояснительная (описательная) функция модели чаще выступает в сочетании с другими функциями и выполняет роль наглядного представления, показывает тенденцию изменений в описании свойств объекта. Большая наглядность достигается при графическом отображении модели.

Особенно, хорошо выражена пояснительная функция у аналитических моделей, менее - у статистических. В имитационных моделях эта функция выражена в структурных схемах и схемах связей; в самоорганизующихся моделях - в алгоритмах, и схемах связей между алгоритмами и программными модулями.

Часто пояснительная функция дает хорошее представление о сложности и простоте структуры исследуемого объекта.

Измерительная функция выражает познавательный процесс, заключающийся в сравнении модели с реальным объектом. Измерение в широком смысле слова является процессом перехода от вербального к количественному уровню представлений объекта, т.е. от словесного качественного описания объекта к количественному описанию через математические объекты; числа, отношения, функции, функционалы, матрицы и т.д.

Примером измерительной функции может служить простейшая аналитическая модель, отражающая зависимость нескольких величин и позволяющая вычислить показатели библиотечных процессов - полноту,

точность, обращаемость и другие, как результат деления одного числа на другое.

Интерпретаторская функция присуща аналитическим и статистическим моделям, так как они позволят понять границы их применимости. В других моделях (имитационных и самоорганизующихся) понимание границ их применимости затруднено.

Объяснительная функция более всего присуща аналитическим моделям, когда по поведению модели можно судить о влиянии изменяющихся исходных данных и параметров на результат.

Если интерпретаторская функция модели демонстрирует применимость теории, то объяснительная функция отображает влияние исходных данных и параметров, их полноту и точность, т.е. содержание процесса, описываемого моделью. При объяснении поведения модели, естественно, следует знать метод оптимизации модели, его возможности и границы применимости. При использовании этих сведений достигается большая адекватность объяснительной функции поведению объекта.

Объяснительная функция свойственна также сетевым моделям, которые в своей основе являются аналитическими; эта функция почти не проявляется в имитационных моделях.

Предсказательная функция выполняется в имитационных, эвристических, эволюционных, ситуационных и самоорганизующихся моделях. Так как названные модели являются динамическими, в них события развиваются во времени; в этом случае всегда можно предсказать, в каком направлении или в каком отношении объект будет развиваться в будущем. Глубина и точность прогноза находятся в зависимости от полноты и точности исходных данных и параметров, от точности и адекватности метода оптимизации, принятого в модели. Любое отклонение метода оптимизации от сути модели может привести к искажению результатов прогноза.

Естественно, ни одна модель не может выполнить все функции одновременно, это достигается совокупностью всех видов моделей. Общей функцией всех видов моделей является их способность заменить натуральный эксперимент моделированием с последующим использованием ЭВМ.

Глава III. Имитационное моделирование библиотечных процессов.

3.1. Основные понятия.

Имитировать - значит подражать, воображать, постичь суть явления, не прибегая к эксперименту на реальном объекте.

Имитационное моделирование есть процесс создания модели реальной системы, постановки экспериментов с использованием модели с целью подготовки решений по управлению функционированием системы. Оно является методологией, имеющей целью описание поведения системы, Построения теорий и гипотез, объясняющих поведение системы, использование теорий для прогноза в подготовки решений по управлению системами.

Как правило, имитационное моделирование является комплексным видом, включающим аналитические модели для описания элементов систем; статистические модели и эксперименты

Таким образом, символически имитационное моделирование можно представить как логическую сумму;

имитационная модель = аналитическая + статистическая + программная

Символическая сумма позволяет сделать вывод: этот вид моделирования в своей методологической части является искусством, а в части создания моделей и истолкования результатов экспериментов на модели - наукой.

3.2. Цели и область применения имитационного моделирования

С методологических позиций имитационное моделирование решает задачи анализа и синтеза систем.

Библиотечные процессы, ЦБС и сети существуют объективно, однако поведение их находится в зависимости от людей, особенно в плане формулирования условий функционирования библиотек как систем, когда каждый исследователь в какой-то мере субъективно устанавливает характеристики системы. Поэтому всегда будут отличия в результатах исследования, хотя моделируется одна и та же объективно существующая система.

Любые библиотечные объекты, процессы весьма сложные, включают бесконечное множество элементов и связей, переменных, параметров, ограничений. Попытка построить модель с бесконечным числом переменных не может привести к успеху. Нужно уметь препарировать проблему таким образом, чтобы можно было оставить только существенные условия, сохранявшие черты реального события. Это один аспект анализа. Другим аспектом является абстракция. Абстракция отличается от упрощения тем, что содержит существенные качества или поведение объекта. В моделях абстракции поведение реальных систем имитируется по аналогии с другими объектами, поведение которых известно и в какой-то мере может быть перенесено на данный случай моделирования. Описание системы для целей имитационного моделирования состоит из статистических и динамических представлений.

Описание статистического представления системы состоит из содержательного определения характера компонентов системы, подсистем и количества уровней в иерархии; операций, функций и элементов; наконец, связей между всеми компонентами.

Как известно, при ИМ учитывают связи трех типов; информационные, управленческие и связи взаимодействия. Первые типы связей отражают вертикальные связи структуре системы, последняя горизонтальные.

Статическое представление системы как объекта ИМ находится в тесной связи с целями моделирования.

Пример 1. Исследователя интересует прогноз развития процесса комплектования фонда, т.е. как результаты комплектования фонда будут зависеть от тематической структуры запросов читателей, планов издательств, от решения отдельных научно-технических проблем или открытий в области науки и техники. В этом случае структура системы комплектования фонда может рассматриваться независимо от других библиотечных процессов, они могут являться внешней пассивной средой.

Пример 2. Исследователя интересуют показатели библиотечного обслуживания в масштабе одной библиотеки характеристики и процессы, от которых они зависят. В данном случае структура системы (т.е. процесса обслуживания) не может быть построена без учета характеристик процессов комплектования, хранения, обработки, библиографического обслуживания.

Пример 3. Исследователя интересует прогноз развития библиотеки как системы, или ЦБС, или сети библиотек.

В данном случае в структуре системы подсистемами будут отдельные библиотечные процессы, в т.ч. системные и сетевые. Степень детализации структуры носит другой характер. Очевидно, что операции, а иногда и функции как компоненты системы можно не учитывать.

Пример 4. Исследователя интересует влияние библиотеки, ЦБС, сети библиотек как объектов, находящихся в канале социальной коммуникации. Требуется определить, каким образом будет реагировать канал социальной коммуникации на изменения в характере работы библиотек, ЦБС и сети, если они будут, например, механизироваться и автоматизироваться, или будут развивать свои информационные функции, или с развитием

информационных функций будут усиливать свое культурно-просветительное влияние на членов общества и т.д.

Задача синтеза сводится к построению структуры системы по исходным характеристикам ее компонентов.

Целью ИМ является решение задачи библиотечной технологии, прогнозирования и управления в той части, в которой имеется возможность формализовать задачу и с помощью модели получить рекомендации для принятия решения.

Задачи моделирования библиотечной технологии, прогнозирования и управления могут быть решены в масштабе отдельных библиотечных процессов или в ЦБС, или в сети библиотек. Имеется обобщенный уровень, когда модно моделировать деятельность таких объектов как библиотека, ЦБС или сеть библиотек. Более того, моделированию могут быть подвергнуты такие системы как "библиотеки + органы информации".

Моделированию может быть подвергнут такой аспект, как корреляционная связь между библиотечными процессами в масштабе библиотеки, ЦБС и сети, а также в системе "библиотеки + органы информации" с целью определения количественной меры корреляционной связи. Исследование корреляции позволит установить рациональность квантования сети.

При построении имитационной модели для изучения проблем технологии библиотечных (информационных) процессов в масштабе отдельной библиотеки, ЦБС и сети ставят обычно следующие цели.

Изучение технологии действующей системы. В данном случае цель формулируется примерно так: рассмотрим данную библиотеку и процесс обслуживания в ней с точки зрения уменьшения сроков обслуживания, которое может произойти за счет нескольких событий, выявления "узких мест" и реализации рекомендаций ИМ, за счет механизации всех или отдельных участков, за счет автоматизации. ИМ может оказаться полезным и в последних двух случаях. В данном случае целью моделирования

является максимизация использования фонда при финансовых и других ограничениях.

Изучение гипотетической технологии системы. Руководство библиотеки или сети библиотек желает рассмотреть новую систему управления отдельными технологическими процессами и технологию всей библиотеки. Такая ситуация возникает при существующем размещении данной библиотеки, она более актуальна, если предполагается строительство или освоение нового здания. При этом могут быть конкретные цели - создать ситуацию разумного дублирования в фонде, применяемого уровня отказов (или удовлетворенных требований), рационального размещения однотипной литературы по библиотекам. Для выполнения этих целей может быть построена имитационная модель.

Проектирование гипотетической технологии системы. Ситуация такова, что руководство библиотеки приняло решение ввести в практику новые технические средства библиотечной работы. Для нахождения оптимального технологического цикла с оценкой места и возможностей каждой компоненты процесса может быть проведено ИМ.

Область применения системного моделирования (имитационного и сетевого) в библиотечной и информационной деятельности практически не имеет границ, в том смысле, что трудно назвать аспект этих видов деятельности, где бы нельзя было применить системное моделирование.

Моделирование иерархической структуры сети, системных и сетевых библиотечных процессов в статическом и динамическом представлениях, с решением задач анализа и синтеза структур, отвечающих заданным требованиям. При этом, представляется возможность анализировать полноту и точность структур данных, потоков данных, функциональных структур, характеристики средств обработки и коммуникации.

Моделирование топологии сетей (библиотечных, информационных, вычислительных). Задача анализа состоит в определении схемы сети, размещения узлов, распределения пропускной способности

коммуникационных линий. Топология, пропускная способность и направления средств связи могут быть оптимизированы с точки зрения стоимости средств передачи данных, ограничений на пропускную способность, надежность, с учетом очередей сообщений. Существует возможность моделирования крупномасштабных сетей с двумя уровнями иерархии, где верхний уровень образуется сетью ЭВМ, а нижний - включает местные сети, которые состоят из терминалов, связанных с одним или несколькими центральными ЭВМ коммуникациями через средства передачи данных. Модель позволяет рассчитать характеристики такой сети: пропускную способность, количество терминалов, их положение, перегрузку (отказы), узкие места.

В автоматизированных системах объектами моделирования являются базы данных, когда получают распределение памяти между записями, характер методов доступа, обновления, оптимизацию времени выборки.

Достоинства и недостатки метода имитационного моделирования.

При анализе достоинств и недостатков имитационного моделирования следует иметь в виду, что в случае использования аналитических моделей результат эксперимента на модели является рекомендацией к принятию решения. Этого нельзя сказать об ИМ, когда необходимо решать варианты совершать попытки в условиях, определенных экспериментатором. В таком случае одно единственное решение, как это обычно имеет место при аналитическом моделировании, не имеет смысла.

В этом отношении имитационное моделирование является методологией. Тогда возникает единственный вопрос: аффективно ли применять этот вид моделирования?

Отмечают его следующие достоинства. Использование метода позволяет уменьшить комплексность проблемы, упростить связи между компонентами системы и дает возможность проследить динамику взаимного влияния параметров компонентов системы, особенно когда это оказывается невозможным на реальной системе. Метод хорошо работает, когда не существует законченной математической постановки задачи, не

разработаны аналитические модели решения данной практической задачи. К этой категории относятся практически все библиотечные процессы как системы.

ИМ может оказаться единственным методом вследствие трудностей постановки эксперимента и наблюдений в реальных условиях. В библиотеках редко имеется возможность экспериментирования в ходе повседневного обслуживания.

При решении задачи прогнозирования на дальнюю перспективу имеется возможность сжатия временной шкалы. Явления, протекающие в системе во времени, могут быть замедлены или ускорены в зависимости от сути задачи. К этой категории важно отнести задачу о перспективах развития библиотек в будущем.

Важным преимуществом ИМ является широкое применение его в образовании и профессиональной подготовке кадров, когда имеется возможность "разыгрывать" на модели реальные процессы, что ведет к более глубокому пониманию происходящих событий.

Приведенные достоинства обусловили широкое применение ИМ для решения очень многих практических задач. Согласно тому же исследованию в практике применения количественных методов имитационные модели занимают третье место после теории вероятностей (статистических оценок) и экономического анализа.

ИМ свойственны недостатки, которые следует иметь в виду при выборе. Создание хорошей имитационной модели может потребовать больших затрат сил и времени, а также привлечения дорогостоящих специалистов.

Имитация является искусством, и трудно говорить о точности отражения моделью реальной системы, иначе говоря, мера точности модели является неопределенной. В этой связи и отношение к каждому эксперименту на модели становится явлением неопределенным.

Требуется некоторый, заранее неизвестный, набор единичных экспериментов для получения приемлемого результата (16).

О мере точности модели только частично можно судить по ее чувствительности к изменению параметров.

3.3. Последовательность имитации.

При имитации систем стремятся соблюдать установленную практикой последовательность действий по созданию модели к следующему за ней вычислительному эксперименту. Существует некоторая методология имитации, определяющая, с чего следует начинать, какие события совершить и чем закончить процесс имитации. Методология включает следующие этапы имитации:

1. Формулирование проблемы или постановка задачи исследования; вербальное описание задачи исследования, установление наименований показателей эффективности системы, граничных условий, предварительная оценка имеющихся вычислительных и экономических ресурсов; наличие персонала участников исследования и их профессионализм в части понимания поставленной исследовательской задачи - круг вопросов, разрешаемых на этом этапе (17,18).

2. Формулирование модели в математических или просто логических терминах, как первый шаг к абстракции реальной системы с учетом компонентов системы: подсистем, функций, операций, решений, действий, параметров и переменных системы.

Принимается предварительное решение об условиях перехода к подсистемам, функциям, операциям, решениям и действиям. Приводится статическое и динамическое описание системы с переходом описания на модель.

3. Систематизация описательных и количественных данных (параметров и переменных) для построения модели и представление их в удобной для данного случая форме. На этом этапе дается эвристическая оценка, имеющихся и недостающих данных и способов их получения.

4. Трансляция модели - представление модели в терминах языка программирования.

5. Оценка данных на модели и определение адекватности модели реальной системе.

6. Планирование эксперимента. Здесь следует определить условия каждого испытания и соответствия экспериментов выявлению тех показателей функционирования реальной системы, которые были определены в п.1.

7. Экспериментирование, т.е. осуществление имитации анализом чувствительности модели к условиям эксперимента.

8. Анализ результатов, т.е. построение выводов по данным, полученным в результате имитации.

9. Документирование результатов, хода экспериментов и модели. Этапы создания модели приведены для имитационного моделирования, когда нет возможности применить более простые методы моделирования, например, аналитические.

Всегда следует помнить, что выбор ИМ - мера вынужденная, его применяют, когда невозможно использовать более простые методы моделирования, а в распоряжении исследователя имеется ЭВМ и соответствующие ресурсы.

Заключительным событием в имитации является реализация результатов решения задачи в практике.

В вопросе имитации результат действия на каждом этапе не имеет окончательного выражения по той причине, что в сущности реализация каждого этапа и их совокупности является искусством. Для убедительности искусства реализации всей методологии имитации применяют обратную связь, придающую всему процессу имитации итерационный характер, т.е. характер последовательного приближения к истине.

3.4. Формулирование проблемы.

Правильная постановка задачи - одно из самых сложных действий для исследователя и руководителя. Очень часто на практике руководитель не

может четко сформулировать задачу, которую он хочет решить. Высокое искусство специалиста-аналитика (или специалиста по моделированию) состоит именно в умении правильно поставить задачу;

Для правильной постановки задачи мало знать существо функционирования исследуемой системы, важно знать, как эта система, должна выглядеть в формализованной постановке, т.е. в терминах, понятных специалисту в области моделирования.

Руководитель, как правило, не знает премудростей моделирования, а исследователь чаще всего не знает сути функционирования системы, тогда может помочь только их способность понять желания одного (руководителя) и возможности другого (аналитика).

Руководитель часто не может четко поставить задачу и выбрать показателя, вычисляя которые можно получать необходимые решения практической задачи. В практике эту трудность обычно преодолевают путем итерации, попыток, придавая ускорение этому этапу моделирования. При выборе модели исследователи часто допускают типичную ошибку, т.е. рекомендуют использовать тот вид моделирования, который они знают лучше всего.

При постановке задачи следует выполнить следующие действия: определить компоненты систем, т.е. подсистемы, операции, функции, решения; уметь очертить, что является подсистемой, а что системой и т.д., по всем компонентам; отделить то, что подлежит моделированию, от всего, что не должно моделироваться; определить характер и направленность связей, которые бывают трех видов: информационные, управленческие и связи взаимодействия подсистем, операций, функций, решений; провести анализ потребностей той среды, для которой создается система. Анализ содержит определение целей, задач, граничных условий системы, связей. Этим определяется в общих чертах задача.

Чтобы совершить все рекомендованные действия, целесообразно поступать следующим образом.

Прежде всего нужно создать для себя вербальную модель постановки задачи, в которой в общих чертах на качественном и логическом уровнях описать задачу известными исследователю понятиями. Если окажется, что вербальной модели недостаточно для перехода к следующему этапу моделирования, то рекомендуется создать блок-схему. Блок-схема и вербальная модель должны быть достаточно простым. Нельзя вносить различные дополняющие детали из желания как можно подробнее отобразить реальную систему. Практика моделирования показывает чаще всего бесполезность таких действий. Они только вносят сумятицу и мало что дают для уточнения задачи, утяжеляют ее решение. Это обстоятельство имеет место при любом моделировании и особенно при имитационном.

На блок-схеме должны быть отмечены главные компоненты структуры системы, их место в структуре, главные операции и функции, на которые они распадаются. При выявлении связи должен быть проведен информационно-структурный анализ.

При достаточно правильной постановке задачи, выраженной блок-схемой, может оказаться, что созданная блок-схема дает возможность сделать многое для решения поставленной задачи, обнаружить "узкие места", а также может отпасть необходимость моделирования полностью или частично.

Возможна иная ситуация, когда существующих методов: моделирования будет недостаточно; тогда поставленная задача снимается, и исследование переходит в другую область.

На этом же этапе принимается предварительное решение о выборе модели из, имеющихся в наличии. В дальнейшем путем использования обратной связи уточняется постановка задачи и выбирается модель.

3.5. Разработка и анализ информационных моделей традиционных и автоматизированных технологий комплектования библиотечных фондов

Одним из наглядных и эффективных средств структурных методов абстрагирования систем являются схематические модели, которые включают графическое представление функционирования систем и предназначены для изучения исследуемых в них процессов особенно важно на этапе описания объектов высокой сложности. Существуют различные методы схематического представления объектов анализа. Для абстрагированного представления функциональных компонент автоматизированных информационно-библиотечных систем (АИБС) из класса схематических моделей используются блок-схемы, информационные и операционные модели.

Исследование информационно-библиотечных технологий и разработку информационных моделей рассмотрим на примере комплектования АИБС.

Под информационными моделями в АИБС понимаются схемы, отражающие потоки информации, циркулирующие в процессе функционирования АИБС. Информационные модели позволяют наглядно описать структуру технологического процесса, происходящего в подсистемах АИБС, определить связи между элементами, процессы, поддающиеся автоматизации, определить пути управления потоками и являются первым этапом разработки операционной и имитационной моделей.

Проведен анализ существующей внутриузловой технологии комплектования библиотечных фондов, выделены технологические процессы, подлежащие автоматизации внутри узла сети, и в результате исследований традиционной и автоматизированной технологий комплектования фондов АИБС разработаны информационные модели этих процессов.

Процесс комплектования начинается с просмотра тематических планов издательств (ТПИ), бюллетеней книготорговых организаций, проспектов, указателей и других источников. В аннотированных планах изданий делаются отметки о заказах (Рис.1, в конце работы). Использование ТПИ и других источников комплектования в виде информационной базы на магнитной ленте исключает эту операцию вообще. Для уточнения позиций

заказываемой литературы тематические и отраслевые планы комплектования (ТПК, ОПК), а также результаты анализа читательского спроса сравниваются с ТПИ. В ТПИ отмечаются заказы и уточняются отобранные позиции с указанием экземпляжности. Операция может быть автоматизирована при условии формирования ТПИ и ТПК на ЭВМ в качестве информационных баз и при совпадении классификационных языков анализа ТПК и ТПИ.

На основании уточненных позиций ТПИ подготавливаются и отправляются письма книготоргующим организациям, издательствам и составляются карточки для картотеки заказной литературы (КЗЛ). Печатаение карточек для КЗЛ может быть автоматизировано, если ТПИ и ТПК являются информационными базами на машинных носителях и сравнение ТПИ с ТПК автоматизировано. Карточки для КЗЛ могут быть распечатаны, а на ЭВМ может быть создан файл (массив) заказанной литературы. В КЗЛ карточки расставляются по алфавиту издательств и организаций. При автоматизации эта операция может заменяться сортировкой на ЭВМ и выполняться после составления КЗЛ. После расстановки карточек в картотеке по алфавиту организаций и издательств, а внутри по алфавиту авторов и заглавий, производится оформление заказа, заполнение приложения к ТПИ или бланк заказа. Процесс может быть автоматизирован при условии унификации формы бланк заказа и использования массива заказанной литературы.

Для оформления подписки на периодические издания анализируется каталог Союзпечати и составляется реестр заказанных изданий. Процесс может быть автоматизирован при условии ввода или формирования каталога на ЭВМ. На основании реестра заказанных изданий составляются регистрационные карточки для картотеки периодических изданий (КПИ). Процесс также автоматизируется, при этом реестр заказанных изданий направляется в КЗЛ.

Процесс отбора литературы из обменных фондов может быть автоматизирован при условии создания базы обменных фондов на ЭВМ. При автоматизации операция исключается. При поступлении изданий идет сверка их с карточками КЗЛ.

Поступившее издание идет на обработку. Найденные карточки из КЗЛ переводятся в картотеку выполненных заказов. Процесс может быть автоматизирован.

При поступлении изданий с сопроводительной документацией они сверяются с сопроводительной документацией, подсчитывается их количество и сумма стоимости. Проверенные издания штемпелюются. Процессы не автоматизируются. Если издания поступают без сопроводительных документов, на них составляется акт, производится подбор их по алфавиту, проверяются на дублетность и штемпелюются. После штемпелевания производится простановка номера на изданиях и запись их в инвентарную книгу. При автоматизации процесс этот исключается. На ЭВМ можно создать файл - инвентарная книга. Производится инвентаризация - простановка инвентарного номера.

Периодические издания и газеты принимаются, регистрируются и учитываются (подбор по алфавиту, отметка в регистрационной карточке, штемпелевание). Процессы эти не автоматизируются.

Произведения печати, зарегистрированные в инвентарной книге, подбираются по видам и разделам знаний, подсчитывается количество изданий и производится их запись в книгу суммарного учета. Суммарный учет может вестись на ЭВМ. Не востребованные, спросом издания, пришедшие в ветхое состояние, и устаревшие исключаются. При этом делаются отметки на исключение изданий в книгах инвентарного или суммарного учета. Процессы можно автоматизировать. Инвентарный номер и штемпель исключенной литературы погашаются. Процесс не автоматизируется.

Далее произведения печати проходят механическую обработку, после которой производится:

- подбор изданий по шифрам для систематической расстановки изданий в фонде ;
- проверка правильности расстановки изданий в фонде, отбор изданий на исключение ;
- подбор формуляров на книги и журналы по инвентарным номерам, по годам и номерам изданий ;
- составление списка изданий к акту на исключение, подсчет стоимости, оформление акта,

Последний процесс может быть автоматизирован при наличии массива "Каталог". Задание на исключение задается по инвентарным номерам или шифрам, выполняется сортировка по заданному ключу, печатается список, стоимость и форма акта, исключение из инвентарной книги и книги суммарного учета.

Следующие процедуры не автоматизируются:

- проверка состояния книг, газет, журналов, заполнение формуляра;
- прием переплетенных изданий, сверка с формулярами (списками);
- написание полочных разделителей для книг, газет, журналов.

Результатом исследования традиционной технологии комплектования библиотечных фондов явилась информационная модель, графическое представление которой показано на рис.1 .

В результате исследования возможной автоматизации элементов традиционной технологии разработана информационная модель внутриузловой технологии комплектования в автоматизированном режиме (рис.2.), из которой видны автоматизируемые функции:

1. Отбор перечня изданий из ТПИ и других источников в соответствии с тематико-типологическим планом комплектования (ТТПК) и читательским спросом.

1. Отбор перечня периодических изданий из каталога Союзпечати в соответствии с ТТПК и читательским спросом.
3. Отбор перечня литературы из обменных фондов в соответствии с ТТПК и читательским спросом»
4. Сортировка перечня отобранных изданий по издательствам, организациям, авторам и заглавиям.
5. Формирование массива заказанной литературы и распечатка писем и бланк заказов в книготорговые организации.
6. Сравнение данных о поступающих изданиях с массивом заказанной литературы.
7. Формирование массива "Инвентарная книга",
8. Формирование массива "Книга суммарного учета".

В данном случае в условиях конкретной блок-схемы видно, что некоторые компоненты процесса имеет смысл подвергать объектному моделированию, например, выявление структуры тематических интересов читателей, книгообмен, библиографический поиск и обработку изданий, а также вычисление некоторых показателей эффективности, например, полноты и точности.

Другие компоненты процесса могут быть усовершенствованы только через автоматизацию и механизацию. Блок-схема в этом случае должна изменяться, центральной частью процесса комплектования будет база данных системы (или часть общей базы данных), рис.3.

База данных процесса комплектования может содержать файл заказов, файл поставщиков, файл денежных фондов, файл накладных и другие. Технология процесса при традиционном комплектовании будет иной, чем в условиях автоматизации. Из анализа блок-схемы видно, что применение средств механизации повысит технический уровень транспортировки изданий в книгохранилище, заказов на отправление накладных в бухгалтерию и т.д.

При разработке структуры процесса комплектования как системы предварительный заказ, заказ, планирование и т.д. будут подсистемами. Должны быть определены основные операция - сортировка заказов и накладных, подготовка оповещений и рекламаций и т.д. основные функции - сверка содержания заказа и накладных, сверка правильности предоставленных цен, сверка содержания накладных и наличия полученных изданий и другие. Последним этапом будет представление связей в структуре, блок-схеме или просто вербальной структуре. Таким образом, в библиотечном процессе комплектования ИМ могут быть подвергнуты общие и частные показатели эффективности в технология всего процесса. В последнем случае можно имитировать заказы поставщику, каталогизацию изданий с определением ее характеристик, обработку накладных, отправление изданий в фонд, отправление заказов поставщику. Имитация даст возможность распределить время выполнения указанных выше событий, найти "узкие места" и подготовить рекомендации по совершенствованию процесса.

В автоматизированной библиотеке имитации подвергают базу данных процесса комплектования с целью выбора способов размещения файлов, вида информационного поиска, режимов работе базы, времени реакции поисковой части, распределение времени подготовки входных данных: распечатки заказов, напоминаний и рекламаций и т.д.; распределение времени подготовки данных в базу: заказов, коррекций и т.д.

3.6. Формулирование модели

Формулирование модели как этап, следующий за постановкой задачи, обычно рассматривают совместно с этапом, на котором систематизируются данные. Имеющиеся гипотетические данные в большой мере определяют характер модели, например, какие аналитические зависимости будут использовать при получении исходных данных, а какие данные будут получены из статистических и программных экспериментов.

Этот этап начинают с определения характера и номенклатуры входных и выходных данных. Для входных данных устанавливаются зависимости, по которым они будут вычисляться, или эксперименты, которые должны быть поставлены для их получения. Для выходных данных устанавливается их вид и содержание, а также содержательно формулируются те показатели эффективности, которые характеризуют процесс в связи с поставленной целью.

Фиксируются статические и динамические компоненты структур. При этом следует оценить интервалы времени для каждого компонента структуры, в течение которого система имеет динамику, а также определяется временной шаг испытаний компонентов.

При построении модели учитывают четыре аспекта:

- определение компонентов, формирующих модель;
- проверку модели на объективность, точность и чувствительность;
- уточнение параметров модели в испытание её основных характеристик;
- выбор языка имитационного моделирования.

При определении компонентов, формирующих модель, стремятся по возможности точно назвать их все: подсистемы, операции, функции, решения, действия; нужно быть особенно внимательным к связям и их динамике. Часто при системном моделировании именно связи определяют характер модели

Труднее всего бывает зафиксировать, элементы динамики системы. Для библиотек это будут последовательные моменты состояния фонда библиотеки, СИФ, базы данных.

Моменты изменения состояний системы определяются наличием в фонде единиц хранения, их экземплярностью, продолжительностью отсутствия единиц хранения в фонде, читательским спросом на каждый вид изданий, дисциплиной обслуживания, наличием приоритетов.

При системном моделировании обязательным является определение условий перехода к разным уровням иерархии: от системы к подсистемам,

от подсистемы к операциям, от операции к функциям и т.д. Перед разработчиком возникает проблема проверки модели на адекватность, точность и чувствительность.

Проверка модели на адекватность, точность и чувствительность является задачей о правдивости модели. В самом деле, модель есть модель, и насколько результаты, полученные на модели, отвечают реальности, остается неясным. Оценка адекватности – это проверка соответствия поведения модели и реальной системы. Проверка на адекватность осуществляется в несколько попыток в процессе создания модели. Необходимо убедиться в правильности модели в первом приближении. Для этого проверяют модель на достоверность ответов при крайних значениях характеристик – не являются ли они абсурдными, отвечают ли истинному смыслу.

Проверка на точность. Точность моделирования характеризуется величиной отклонения выходного результата, полученного на модели от идеального значения моделируемого показателя. Само понятие идеального значения зависит от конкретной модели и далеко не всегда известно.

В общем случае ошибка моделирования образуется из следующих составляющих:

- ошибок определения входных данных;
- ошибок, приносимых моделью системы. Они образуются из-за неадекватности принятой зависимости между входными и выходными данными и фактической зависимостью, имеющей место на прототипе. Эти ошибки возникают из-за структурных и функциональных допущений, принятых в модели, т.е. из желания упрощения структурных и функциональных связей и часто нарушения динамики процесса, ошибок вычислительных алгоритмов.

Любое, самое скромное желание увеличения точности моделирования должно опираться на следующие фундаментальные положения:

а/ точность - категория дорогостоящая, ее повышение всегда сопряжено с увеличением стоимости модели;

б/ в моделировании доминирующую роль играют ошибки самого "грубого" звена;

в) выбор рационального уровня точности лежит в границах, определяемых сочетанием точности исходных данных, структурной и функциональной точности модели и точности вычислительных алгоритмов.

Чувствительность проверяется на реакцию модели к вариациям характеристик модели - входным данным и структурным компонентам. Модель должна реагировать на изменения во входных данных и структурных компонентах. Отсутствие чувствительности к какому-либо элементу может означать одно - либо этот элемент мало, что определяет в поставленной задаче, либо модель недостаточно критична к этому элементу. Устранение этого явления идет экспертным путем.

3.7. Систематизация данных

Создание и реализация модели, как правило, требует проведения тщательной работы по получению и систематизации исходных количественных и качественных данных, а также компонентов системы: подсистем, операций, функций, решений и взаимных связей.

Требуется решить вопросы о достаточности исходных данных в компонентах системы, их надежности и представлении их в требуемой форме. Если данных недостаточно, решается вопрос о способе их получения. В этой ситуации при недостаточном количестве данных или компонентов системы получение недостающих количественных данных осуществляется статистическими методами, а качественных данных и компонентов системы из структурно-функционального и информационно-структурного анализов документированных нереальными моделями, блок-схемами и структурами.

При создании стохастической имитационной модели приходится решать, следует ли использовать в модели эмпирические данные, накопленные предыдущей практикой, в том числе полученные на только что проведенного опыта, или целесообразно использовать вероятностные или частотные распределения.

Этот выбор имеет принципиальное значение по трем причинам. Во-первых, эмпирические данные системы, полученные предшествующей моделированию практикой, часто можно использовать только в имитации прошлого. Перенос характера работы системы в прошлом на будущее всегда проблематичен, так как возможными будут считаться только те события, которые происходили. Однако, допущение о повторении характерных черт событий прошлых лет в будущем более грубое, чем, например, допущение о независимости данного вероятностного или частотного распределения от времени (10,11)

Во - вторых, использование вероятностных и частотных характеристик в модели из условий экономии машинного времени и памяти более эффективно, чем данных, сведенных в таблицы.

В - третьих исследователь должен проверить модель на чувствительность к определенным видам распределений и параметрам.

Успех имитационного эксперимента в большой степени зависит от систематизации эмпирических данных, теоретических вероятностных и частотных распределений и их представлений в виде, удобном для проведения имитации.

После первых этапов возникает постоянный вопрос: применять ли для данной задачи метод имитационного моделирования? Нам известна поставленная задача, сформулирована модель, исходные данные систематизированы. В сущности, еще раз следует вернуться теперь уже к комплексной оценке применимости имитационной модели к данной практической задаче. На этом этапе приходится возвращаться вновь к поставленной задаче, ее целям и их выполнимости; возможности

реализации модели по бюджету машинного времени и объему памяти, по наличию исходных данных и возможности получения недостающих данных. И в заключение этих этапов следует оценить возможность использования какого-либо иного метода моделирования. Если знания исследователя не выдвигают иной альтернативы, то следует приступить к следующему этапу (12).

3.8. Трансляция модели и сущность имитации

После того как принято принципиальное решение об имитации данной задачи, следует приступить к процедуре трансляции модели. Она представляет собой описание принятой модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ.

Имитационные модели обычно имеют очень сложную логическую структуру, с множеством связей и отношений, поэтому традиционное программирование становится трудно преодолимой проблемой. С этой целью при программировании используют алгоритмические языки типа Фортран, Алгол, Бейсик и другие или специально созданные языки для имитационного моделирования GPSS, Симскрипт, Симула, и т.д. которые являются языками более высокого уровня, чем обычные алгоритмические языки. При моделировании библиотечных процессов с использованием имитации обычно удается учесть события, носящие случайный характер. К ним относятся: момент поступления читательского требования в библиотеку, продолжительность обслуживания читателя, продолжительность каталогизации каждого первоисточника, количество литературы, поступающей в фонд, время пребывания читательского требования на обслуживании, количество читателей, посещающих библиотеку за определенный отрезок времени, количество выдаваемых источников за единицу времени.

Далее покажем смысл имитации цифровой последовательности равномерных случайных чисел на примере (13-15).

Пусть имеется несколько читательских требований. Допустим, их десять. Присвоим им номера **0, 1, 2.. , 9**. Каждый номер запишем на картонную фишку, положим их в коробку и тщательно перемешаем. Вынем фишку, запишем ее номер, возвратим фишку в коробку и вновь перемешаем. Повторим эту процедуру много раз. В результате получим конкретную последовательность равномерных случайных чисел. Отметим некоторые замечательные свойства такой последовательности. Мы можем сказать, что любая цифра последовательности с равной вероятностью может оказаться нулем, единицей, двойкой и т.д. Каждая цифра будет фигурировать в последовательности одинаковое число раз. Комбинации чисел "нечетное число - четное число" и "четное число - нечетное число" будут появляться примерно одинаковое число раз, а чередование этих комбинаций будет примерно равномерным и т.п.

Если необходимо генерировать десятичные дроби, например, с четырьмя значащими цифрами после запятой, то в последовательности цифр, полученной проведенным способом, можно брать по четыре смежные цифры, проставляя перед каждой группой цифр нуль и запятую.

Например, получена последовательность **3,5,8,0,8,3,4,2,9,2,6,1**, из нее образуются десятичные дроби.

0. 3580; 0,8342; 0,9261...

Далее можно поступить простейшим путем: провести описанный выше эксперимент, а затем полученный ряд цифр записать в память ЭВМ. Когда-то так и поступали, однако, это весьма трудоемкая процедура. Чтобы уменьшить трудоемкость такого вида работ, специалисты создали метод генерации цифровых последовательностей, удовлетворяющих условию экономного расходования машинного времени.

Суть метода в следующем. Специалисты по кибернетике считают, что такой метод построения последовательностей, который описан выше, не

является строго вероятностным, поэтому ему дали новое название псевдовероятностный метод генерации цифровых последовательностей. В основе метода лежат формулы, по которым ведется расчет чисел случайных последовательностей.

Языки машинного моделирования, снабжаются встроенными псевдовероятностными генераторами цифровых последовательностей. Поэтому специалистам, пользующимся имитационным моделированием, в том числе математикам, не нужно знать, какие формулы лежат в основе псевдовероятностных генераторов.

Применение псевдовероятностного генератора вместо упоминавшегося выше датчика случайных чисел, дающего возможность получить таблицу случайных чисел и записать их на магнитную ленту, для получения цифровой последовательности требует всего нескольких машинных команд. Преимущества метода - малый расход машинного времени, занят малый объем памяти. Поэтому получение цифровой последовательности программным путем считается наиболее рациональным.

3.9. Генерация случайных переменных и приращение времени.

Сущность имитации пока раскрыта не до конца, так как остается неясным, каким образом от последовательности равномерных случайных чисел, которая в некотором смысле носит абстрактный характер, перейти к конкретным случайным переменным.

В конечном итоге в практике исследований необходимо уметь генерировать случайные переменные, в данном случае через последовательность равномерных случайных чисел.

В библиотечной практике при использовании моделирования, в том числе имитационного, нужно уметь генерировать такие случайные переменные: интервалы времени поступления читательских требований в

библиотеку, количество читателей, посещающих библиотеку в заданные интервалы времени, количество литературы, поступающей в фонд библиотеки в заданные интервалы времени и т.д. Стохастические процессы составляют суть всей библиотечной технологии.

Генерация стохастических библиотечных процессов через последовательность равномерных случайных чисел может быть осуществлена несколькими методами: методом обратного преобразования, методами сверток и другими.

Наиболее простой метод имитации случайной переменной - метод обратного преобразования. Отметим, что при наличии генеральной совокупности случайной переменной ее имитация сводится к имитации случайной выборки.

Имитационное моделирование осуществляется во времени, поэтому существуют подходы к отслеживанию времени протекания динамического процесса.

Шкалу времени можно разбить на однородные отрезки и неоднородные. При разбиении шкалы времени на однородные отрезки хронологически упорядочивается множество отрезков равной длины. На каждом отрезке программно выполняются все вычисления. Если, начиная с какого-либо отрезка, есть события, которые приводят к каким-либо последствиям на следующих отрезках, эти события запоминаются и используются в дальнейшем. Отрезки выбираются как можно короче. Однако при этом могут иметь место пустые отрезки, на которых никаких вычислений проводить не следует. Тогда используется неоднородная градуировка шкалы времени.

3.10. Языки имитационного моделирования

Языки моделирования существуют для перевода модели в машинные программы, которые реализуются на ЭВМ. Специалисту в прикладной области не обязательно знание программирования, в данном случае

трансляцию моделей в машинные программы, однако общие представления о языках имитационного моделирования должен иметь.

Уровень сложности трансляции модели в машинные программы зависят от сложности поставленной практической задачи.

Имеются простые типовые модели, для проигрывания которых можно использовать специальные стандартные программы, когда специалисту, достаточно задать только исходные данные. Но использование стандартных программ - довольно редкий случай. Чаще всего для решения задач требуется специальное программное обеспечение. Для задач средней сложности используются известные алгоритмические языки Фортран, PL/1 и т.п. Однако использование неспециальных языков моделирования часто создает трудности программирования многих вычислительных процедур, не предусмотренных алгоритмическими языками.

Часто при имитационном моделировании предполагается использование программы, генерирующей случайные переменные, а таких программ в алгоритмических языках не предусмотрено. Другая особенность состоит в том, что часто необходимо накапливать статистические данные от шага к шагу моделирования, что также создает трудности программисту, который должен самостоятельно создавать как те, так и другие подпрограммы. Существуют и другие особенности программирования при имитации

Чтобы каждый программист не занимался разработкой подпрограмм и для облегчения создания программного обеспечения при имитационном моделировании используются специальные машинные языки. К ним относятся Симскрипт, GPSS. Симула, Слэнг, Динамо и другие.

Такие языки предоставляют программисту дополнительные возможности. Например, достаточно задать функцию распределения вероятностей и происходит генерация случайной переменной, обеспечивается сбор статистических данных с формированием их по заданной форме и выдачей в нужные моменты времени, регистрируются состояния системы в заданные моменты времени.

Однако на применение специальных языков идут не всегда. На это есть несколько причин. Часто их нет в комплекте программного обеспечения ЭВМ, использование которой предполагается; если предполагается многократное использование данной программы, то, оказывается, не всегда выгодно пользоваться такой программой. Она может занимать много машинного времени и большой объем памяти. Последнее обстоятельство может приводить к тому, что модель не войдет в ЭВМ.

3.11. Планирование эксперимента, экспериментирование и анализ результатов

Планирование эксперимента предназначено для получения новых результатов, выдвижения новых идей, достижение которых обеспечивалось бы минимальным количеством экспериментов, а значит минимумом затрачиваемого времени, трудозатрат и денежных средств.

При планировании определяются способы проведения экспериментов с оценкой эффективности экспериментирования. При определении способов проведения экспериментов заранее задаются методом получения начальных условий проведения эксперимента и решают задачу, каким образом оценивать точность результатов эксперимента. Для этого необходимо определиться относительно стохастичности условий, объема выборки, повторяемости результатов. Чем больше объем выборки, тем надежнее результат, тем больше будет затрачено машинного времени; такая задача решается компромиссным путем: берется минимальная допустимая выборка и дальше оцениваются расходы машинного времени. Планирование завершают подготовкой документа произвольной формы.

Далее осуществляется экспериментирование путем прогона модели. Длительность прогона модели определяется быстротой достижения поставленной цели. В процессе экспериментирования проводят проверку модели на чувствительность к исходным данным. В практике моделирования известно, что если модель, т.е. результат моделирования, не

очень зависит от изменения каких-то исходных данных, то это сигнал тревоги. Тогда либо следует прекратить варьирование именно этими исходными данными, либо следует остановиться и вновь вернуться к постановке задачи, ее исходным данным и попытаться понять, почему результаты моделирования оказываются нечувствительными к этому набору исходных данных.

В худшем случае может возникнуть необходимость пересмотра модели.

Если результаты моделирования резко отличаются при изменении некоторых исходных данных, тогда экспериментирование должно продолжаться именно с этими исходными данными. При этом следует быть внимательным к временному шагу моделирования. Слишком большой шаг моделирования может привести к потере ценной информации, а малый шаг к большой затрате машинного времени. Необходимо руководствоваться известными приемами выбора временного шага моделирования.

Несмотря на все неудобства имитационное моделирование предоставляет большие возможности исследователю экспериментировать и видеть все "узкие" места модели.

Практика моделирования доказывает, что примерно **25%** всего времени отведенного на моделирование, занимает анализ результатов, документирование и реализация.

Интересно отметить, что все время, отведенное на конструирование модели до реализации результатов распределяется следующим образом: **25%** на постановку задачи, **20%** на сбор и анализ исходных данных, **30%** на разработку модели и **25%** на анализ результатов, их документирование и реализацию.

В практике может быть и иное распределение времени в зависимости от трудности задачи, квалификации персонала, от того, решается ли новая задача или старая задача в новой постановке.

При анализе самым первым условием является проверка полученных результатов на соответствие здравому смыслу; затем продолжают

поиски необходимых выводов и полученных результатов. Согласование выводов, полученных в результате анализа, с практикой - обязательное условие их документирования и внедрения в практику.

Документирование - необходимое условие реализации результатов моделирования. Оно должно быть четким, ясным, не допускать разных толкований; все это обеспечит более успешную реализацию.

Имитационная модель с диалоговым монитором.

Диалоговым режимом работы человека с ЭВМ называется такой режим работы, для которого характерным является повторение следующего цикла

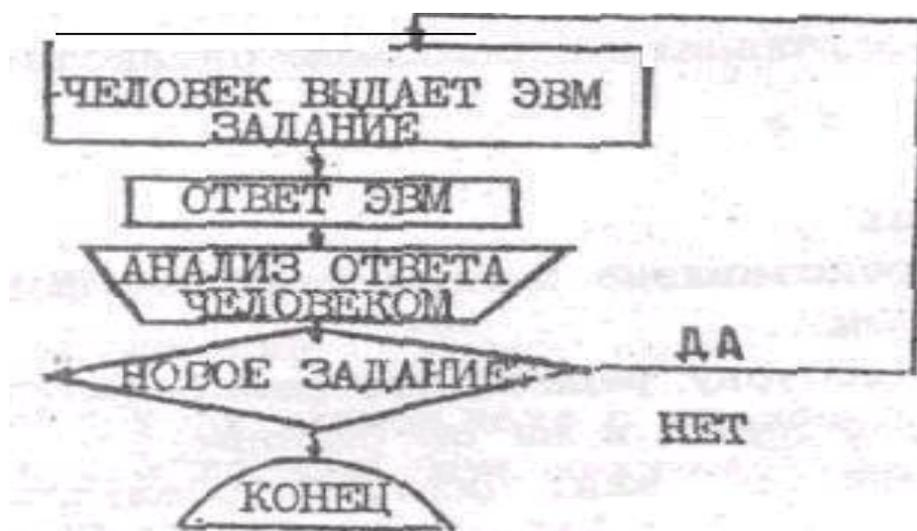


Рис.4

Этот режим работы обеспечивается через индивидуальный пульт (терминал, дисплей) рис.4. Имитационная модель, оснащенная диалоговым монитором, представляет собой удобный, с технической точки зрения инструмент системного анализа, позволяющий осуществлять контроль за ходом работы модели на протяжении всего времени эксперимента.

В этом случае модель представляет не просто блок с входом и выходом, а развернутую схему процесса, в работу которого можно вмешиваться оперативно.

Диалоговый режим в программах имитации выполняет следующие главные задачи;

1. Настройка модели на решение конкретной задачи,
2. Контроль за ходом эксперимента.
3. Ввод начальных условий.
4. Ввод корректирующих данных в процессе моделирования.

Диалог позволяет "подсмотреть" имитацию во всех уголках модели, что упрощает последующий анализ результатов эксперимента, обнаружить ошибки на стадии отладки программы и подсказать новые начальные условия. Режим диалога при этом выступает как обратная связь между человеком и моделью.

Ввод блока диалогового монитора в модель поставит новые требования к самой модели. Диалог требует более пластичной (универсальной) модели, способной "настроиться" на различные технологические процессы.

Использование имитационных моделей в процессе обучения открывает новые возможности, так как позволяет программно исследовать технологию библиотечных процессов. Использование имитации без диалога, как средства воздействия обучавшегося на модели, рискует сделать такой вид обучения пассивным. Модели имитации библиотечных процессов с диалогом позволяют создать методы программированного обучения на более высоком, качественно новом уровне.

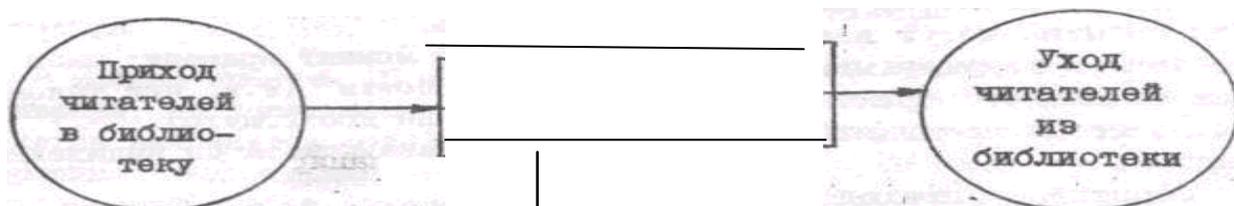
3.12. Моделирование обслуживания в районной библиотеке

Рассмотрим на примере I. Постановка задачи: а) вербальная модель. Сельская библиотека представлена в виде книжного фонда, обслуживаемого одним библиотекарем.

Приход читателей в библиотеку равномерно распределен в интервале **18 ± 6** мин. Время подборки книги и ее оформление также распределено равномерно в интервале **16 ± 4** мин. Читатели обслуживаются по очереди (принцип построения очереди: "первым пришел - первым получил книги").

Модель должна обеспечить сбор статистики об очереди читателей. Необходимо промоделировать работу в течение 8 часов удельного времени.

б) блок-схема моделируемого процесса рис. 5



Обслуживание читателей

Рис.5

2. Формулирование модели;

Модель представляет собой последовательную цепь блоков. Порядок блоков в модели соответствует порядку ФАЗ, в которых оказывается читатель при движении в реальной библиотеке рис.6.

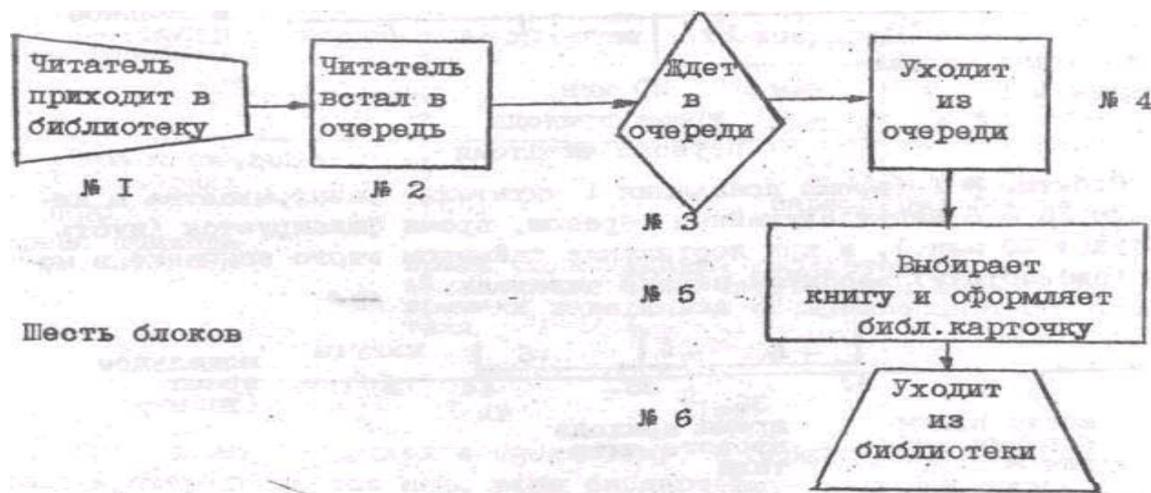


Рис.6

3. Экспериментирование

Процедура решения

В данном случае имеем дело с системой массового обслуживания. Все события в ней должны быть каким-то образом зафиксированы, при этом необходимо учесть их воздействие на текущее состояние системы.

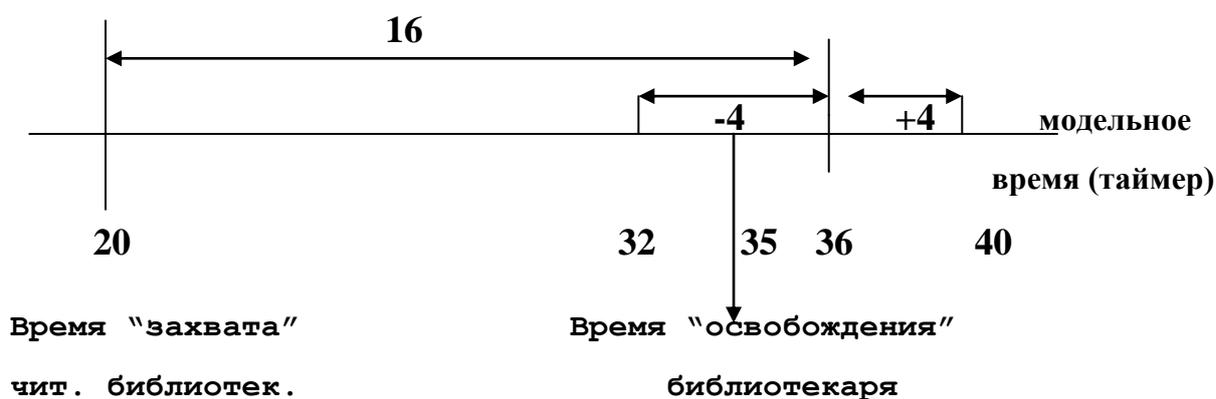
Работа модели связана с последовательным возникновением событий. При этом учитываются два обстоятельства: момент времени, в который

**место план. соб. №2 Время прихода
второго чит.**

Одновременно (в момент времени 20) “планируется” появление второго читателя в интервале 38 ± 6 ($20 \pm 18 \pm 6$) от точки текущего значения таймера и т.д.

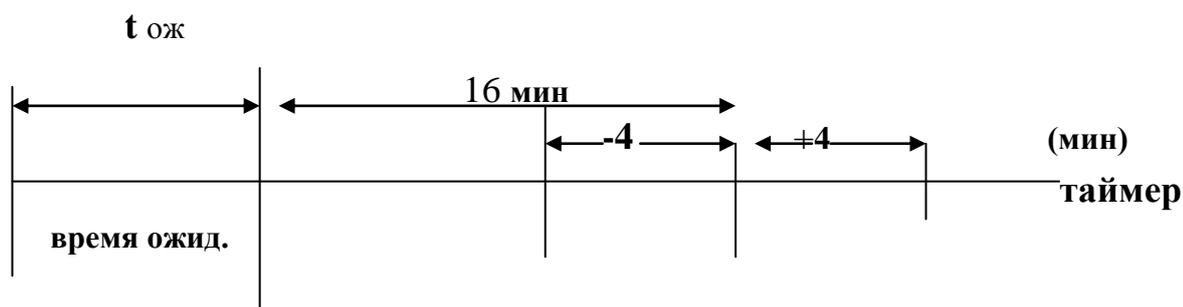
б) Событие - “обслуживание читателя”.

Первый читатель войдя в библиотеку, сразу “захватил”, библиотекаря



В момент времени 20 мин. разыгрывается время завершения обслуживания, по достижении которого читатель освобождает библиотекаря (когда начинается обслуживание, точно предсказывается момент его завершения). Как только библиотекарь освобождается, то его сразу "захватывает" второй читатель (который был в очереди) или, если нет читателей, библиотекарь остается свободным. В примере второй читатель появляется в момент "освобождения" библиотекаря, поэтому он, не ожидая очереди, сразу "захватит" библиотекаря. Первый читатель покидает библиотеку.

в) Ожидание в очереди. Ожидание в очереди - не событие, это вынужденная мера.



в очереди

$t_{пр}$ $t'_{пр}$ время освоб.библиот. t'_{n+16} время заверш.

время прихода захвата его n-ым чит. и обслуживания

n-го читателя планир.времени заверш.

обслуж n-го чит

$$t'_{пр} = t_{пр} + t_{от}$$

Если читатель пришел в библиотеку, а библиотекарь занят, то он стоит в очереди до тех пор, пока библиотекарь не освободится (пока не дойдет очередь до него).

Время нахождения в очереди фиксируется в счетчике времени данной очереди.

В момент "захвата" читателем библиотекаря и ухода из очереди происходит разыгрывание времени завершения его обслуживания.

Накопление статистической информации и ее математическая обработка при моделировании

В каждом блоке модели отводятся специальные места (точнее, ячейки памяти, встроенные в пакет (GPSS)> называемые счетчиками, которые собирают и хранят статистическую информацию в процессе моделирования.

Список идентификаторов счетчиков (обозначения произвольны);

$C_{пр}$ счетчик прихода читателей в библиотеку;

$C_{пр} = C_{пр}' + I$ где $C_{пр}'$ - предыдущее состояние счетчика (накапливает информацию);

$t_{пр}$ - время прихода. Счетчик фиксирует время прихода читателя в библиотеку;

$t_{об}$ - время обслуживания читателей.

$$t_{об} = t_{об1} + t_{об2} + t_{об3} + \dots + t_{обn}$$

$t_{обn}$ - время обслуживания n-го читателя

Свых - счетчик выходов из очереди (накапливание), аналогичен **Спр** только стоит в блоке № 6.

$Q^0_{\text{вых}}$ - счетчик нулевых входов в очередь (читатель проходит через блоки № 2, 3, 4 без остановки);

$Q^0_{\text{вх}} = Q^0_{\text{вх}} + 1$ (накапливает информацию);

$Q^0_{\text{вх}}$ - счетчик всех входов в очередь (накапливание);

Q - счетчик читателей, ждущих своей очереди. В этот счетчик прибавляется I , когда читатель становится в очередь и вычитается I , когда читатель покидает очередь. Необходим для определения t_{max} значения очереди, при фиксированном потоке читателей (определение экстремума).

$t_{\text{от}}$ - время ожидания всех читателей в очереди (накапливание)

$t_{\text{от}} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$, где t_n - ожидание n -го читателя

Расчет результатов моделирования

За период работы библиотеки в нее вошло 27 читателей (содержимое **Спр**). В момент закрытия библиотеки в очереди оставался 1 читатель (содержимое Q). Один читатель оформляет абонемент. Всего читателей ушло из библиотеки 25 (содержимое **Свых**).

(Результат вычисления $\text{Спр} - \text{Свых} - Q = 1$)

Библиотекарь был занят 86% рабочего времени.

(Расчет по формуле $t_{\text{об}} / 480 = 100\% = 86\%$)

В среднем библиотекарь потратил 15,884 мин. на каждого читателя.

(Расчет по формуле $t_{\text{об}} / \text{Свых} = 15,884$)

В очереди читателей $t_{\text{max}} = 1$, т.е. максимальное содержимое $Q = 1$.

Общее число входов в очередь было 27 (содержимое счетчика $Q_{\text{вх}}$)

Из них 12 нулевых (содержимое счетчика $Q^0_{\text{вх}}$), в процентах это составит 44,4% нулевых входов $Q^0_{\text{вх}} / Q_{\text{вх}} * 100\%$

Среднее время ожидания в очереди составляет 2,851 мин.

(Расчетная формула $t_{от} / Q_{вх}$)

Среднее время ожидания в очереди без учета нулевых входов 5,133 мин.

[(Расчет по формуле $t_{от} / (Q_{вх} * Q^0_{вх})$).

Выводы:

Результаты моделирования показывают, что занятость библиотекаря в рабочее время можно увеличить на 14% (если это оправдано).

Очередь читателей не увеличивается, следовательно, не может возникнуть критической ситуации (переполнения).

Заключение.

1. В работе первая глава посвящена теории о моделях и моделировании. Освещены следующие вопросы:

-роль и место моделирования в исследованиях систем;

-математические модели и выбор метода моделирования;

-выбор средств моделирования, проверка адекватности и корректировка модели;

-планирование экспериментов с моделью и использование результатов моделирования.

Приведенные вопросы раскрывают в необходимом объеме сущность теории моделей и моделирования достаточную в рамках данной работы для решения проблем классификации моделей, разработки информационной модели традиционной и автоматизированной технологии комплектования библиотечных фондов, развития теории моделей в библиотечно-библиографической области, так как специально созданных источников информации посвященных моделям

и моделированию библиотечно – библиографических процессов пока очень незначительно.

II. Вторая глава, на основе приведённой выше теории моделей и моделирования посвящена формализации библиотечно - библиографических процессов, классификации моделей. Принятия библиотечных процессов как объектов моделирования, формализации процессов. Выбраны показатели эффективности и функции моделей. Проведенная классификация моделей может быть полезна для специалистов, занимающихся проектированием автоматизированных библиотечно-библиографических процессов и выбора необходимой модели для разработки оптимального варианта автоматизации библиотечных систем.

Необходимо отметить о том, что в последнее время для построения автоматизированных библиотечно-библиографических процессов чаще чем, другие используются имитационные модели.

Поэтому третья глава посвящена имитационному моделированию библиотечных процессов. В этой главе приведены результаты разработанной информационной модели традиционной и автоматизированной технологии комплектования библиотечных фондов. Разработанная схема позволила путем анализа традиционной технологии комплектования на информационной модели выявить технологию автоматизированного варианта процесса комплектования фондов. В работе приведены информационные модели в виде блок-схемы. Далее приведена упрощенная модель блок-схемы процесса комплектования автоматизированной библиотеки, которая при моделировании позволяет выявить структуру тематических интересов читателей, а также вычисление некоторых показателей эффективности полноту и точность поиска источников. В данном случае имитация даёт возможность найти узкие места процесса

комплектования и подготовить рекомендации по совершенствованию процесса.

Моделирование базы данных позволит сделать выбор способов размещения файлов, видов информационного поиска, времени реакции поисковой части, распределение времени подготовки выходных данных.

Далее, приводится разработанная теория в библиотечно-библиографической области методов имитационного моделирования.

На примере моделирования обслуживания в районной библиотеке можно увидеть применение модели, моделирования и его результат.

Результаты моделирования процесса обслуживания одним библиотекарем показали о том, что библиотекарь недостаточно загружен и можно увеличить его занятость на 14%, при этом не будет критических ситуаций (очереди читателей).

Словарь терминов

Выражение - Форма записи некоторого высказывания. Выражение состоит из операндов, соединенных между собой специальными знаками, которые определяют семантику (смысл).

Иерархическая структура - Структура данных, в которой каждый порожденный элемент имеет один порождающий элемент.

Интеграция - Объединение отдельных элементов в единое целое.

Интегральная база данных - Представление для прикладной программы или пользователя нескольких баз данных как логически единой базы данных.

Модель - материальный объект, система математических зависимостей или программа, имитирующие структуру или функционирование исследуемого объекта. Основное требование к модели - её адекватность объекту.

Моделирование - Представление различных характеристик поведения физической или абстрактной системы с помощью другой системы.

Модель алгоритмическая - Комплекс алгоритмов, описывающих функционирование системы.

Модель аналитическая - Математическое представление системы или отдельных её компонентов.

Модель внешняя - В архитектуре СУБД - модель данных на внешнем уровне, отражающая представление пользователя о базе данных.

Модель внутренняя - В архитектуре СУБД - слой низшего уровня, отражающий представление данных во внешней памяти и методы доступа к ним.

Модель имитационная - Алгоритм или программа, имитирующие функционирование систем.

Модель информационная - Параметрическое представление процесса циркуляции информации, подлежащей автоматизированной обработке в системе управления.

Модель математическая - Система математических зависимостей описывающих структуру или функционирование объекта.

Моделирование аналитическое - Математическое описание объекта моделирования - задачи, процесса, системы.

Моделирование имитационное - Исследование поведения сложной системы на ее модели.

Сложная система — Техническая или организационная система, представляющая собой совокупность взаимосвязанных, объединенных общей целью функционирования подсистем и имеющая следующие отличительные признаки: сложную структуру, сложный алгоритм поведения, многоцелевой характер управления, высокий уровень автоматизации, участие человека в управлении,

вероятностный характер поступления внешних воздействий, большой срок создания и большой период жизни системы

Систематизация - Процесс упорядоченного распределения объектов, осуществляемый по сходству или различию присущих им признаков.

Структура - Фиксированное упорядоченное множество объектов в отношении между ними.

Структура данных — Множество элементов данных объединенных и упорядоченных одним из принятых способов.

Логическая структура - Представление логической организации данных в виде множества типов записей и связей между ними.

Структуризация - Детализация метода путем представления его в виде структуры.

Схема - Графическое изображение условными символами структуры какого-либо объекта или описание состава и свойств объекта.

Логическая схема - Функциональная схема, которая использует формальные методы описания, такие, как символьная логика.

Унификация - Приведение объекта к единообразию, единой форме или системе. В экспертной системе - метод сопоставления с образцом

Упорядочение - Расположение однородных объектов в определенном порядке.

Генерация баз данных - Процесс создания баз данных, включающий инициализацию носителей, создание и форматирование наборов данных, загрузку данных, создание справочника баз данных.

Испытания - Проверка системы или её компонента путем реального выполнения каких-либо задач.

База данных - Совокупность данных, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы

описания, хранения и манипулирования, данными независимая от прикладных программ. Является информационной моделью предметной области.

Литература.

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантия прогресса - Т.: Узбекистан, 1977. –315 с.ISBN 5-640-02243-4.
2. Каримов И.А. УЗБЕКИСТАН свой путь обновления и прогресса.-Т.: Узбекистон, 1992.-71с.
- 3.Клейнен Дж.. Статистические методы в имитационном моделировании. - М.:Наука,1988.- С. 5-20.
- 4.Кобринский Н.Е., Кузьмин В.И. Точность экономико-математических моделей. –М.:Финансы и статистика,1991.-256 с.
- 5.Тараканов К.В. Системный анализ библиотечных процессов:Учебное пособие.- М.:МГИК,1992.-80 с.
- 6.Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука.- М.:Мир,1988.- 420 с.
- 7.Тараканов К.В. Автоматизированные библиотечные сети.//Научно-технические библиотеки.-1988.-№11 с.24-38.
- 8.Овчинников В.Г. Проектирование автоматизированных библиотечно-информационных систем. Часть 2. М.:1992г.80с.
- 9.Якубова М.З. Технология системного моделирования АИБС. Диссертация на соиск. уч. степени докт.техн. наук,Ташкент 1990
10. Солтон Дж. Динамические библиотечно-информационные системы. -Мир.1989.-С.1-86.
- 11.Блауберг И.В., Садовская В.Н. К проблеме взаимоотношени системного подхода, общей теории систем и системного анализа//Системный анализ и

управление научно-техническим прогрессом: Тезисы к теоретической конференции. Москва- Обнинск, 1978.-С.87-92.

12. Вагнер Г. Основы исследования операций. М.: Мир, 1973. -Т.3.- С.270-387.

13. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Наука, 1980.-С.5-42.

14. Лифшиц А.Л., Мальц Э.А. Статистическое моделирование систем массового обслуживания. М.: Сов.радио, 1978.-С.3-20.

15. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981.-С.5-55.

16. Классификация и кластер/Пер, с англ; Сб. докладов. М.: Мир, 1980. 390с.

17. Системные исследования. Ежегодник.-М., 1976.-С.119-130; М., 1982. 80с.

18. Rambler (<http://www.rambler.ru>);

Аппорт <http://russia.agama.com/aport>);

Яндекс (<http://www1.yandex.ru>);

19. Yahoo (<http://www.yahoo.com>);

Alta Vista (<http://altavista.digital.com>).

(Начало) Рис.1.

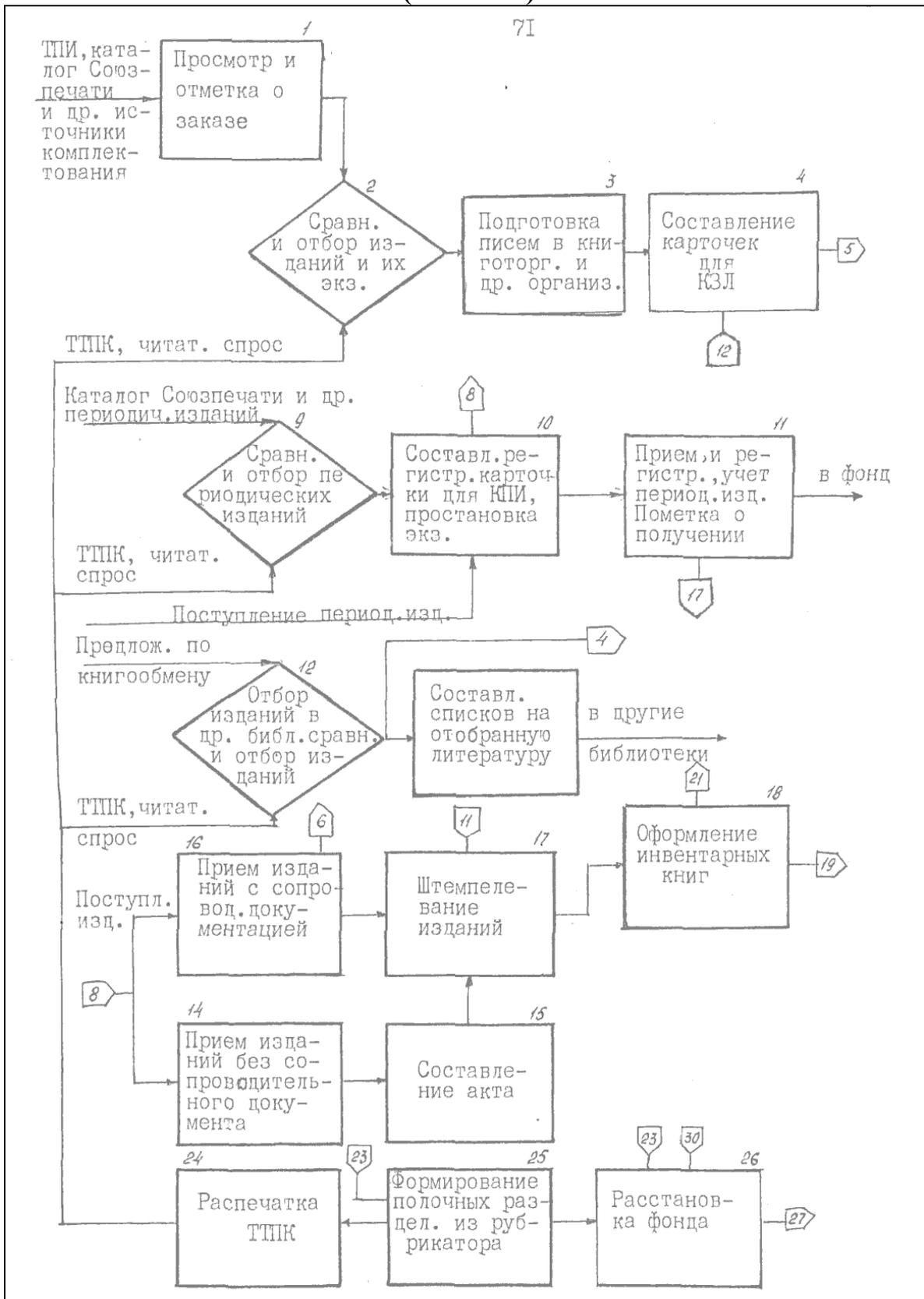


Рис. 3.

