**ПЛАН.**

**ВВЕДЕНИЕ.**

**1.** **Сущность контроля в управлении проектами в Украине. Системы автоматизированного проектирования.**

**2.Виды контроля в управлении проектами.**

**2.1 .Контроль по возмущению и комбинированный контроль.**

**2.2. Автоматический контроль, программное регулирование и следящие системы.**

**2.2.Статический и астатический контроль.**

**3.Общие принципы контроля.**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.**

**ВВЕДЕНИЕ.**

Для начала введем понятие проекта и управления проектом.

Проект – это некоторая разработанная, упорядоченная и систематизированная совокупность действий, которые приводят к ожидаемому (запланированному) результату – реализации проекта.

Проекты (в независимости от сферы разработки и реализации) имеют ряд особенностей:

1. Все проекты направлены на достижение конкретных целей.
2. Все проекты включают в себя координирование выполняемых взаимосвязанных действий.
3. Все проекты имеют ограниченную напряженность во времени с определенным началом и концом
4. Все проекты в определенной степени неповторимы и уникальны.

Отличие проектов от производственной системы заключается в том, что проект однократной не циклической деятельностью.

Закон Лермана гласит: любую техническую проблему можно преодолеть имея достаточно времени и денег.

Под управлением проектом подразумевают деятельность направленная на реализацию проекта с максимально возможной эффективностью при заданных ограниченных во времени денежными средствами а также качеству конкретных результатов проекта.

В основе метода управления объектом лежит методика сетевого планирования, разработана в США конце 50-х годов.

В данном реферате рассмотрены основные аспекты контроля в управлении проектами.

1. **Сущность контроля в управлении проектами в Украине. Системы автоматизированного проектирования.**

Увеличение производительности труда разработчиков новых изделий, сокращение сроков проектирования, повышение качества разработки проектов - важнейшие проблемы, решение которых определяет уровень ускорения научно-технического прогресса общества. Развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) опирается на прочную научно-техническую базу. Это - современные средства вычислительной техники, новые способы представления и обработки информации, создание новых численных методов решения инженерных задач и оптимизации. Системы автоматизированного проектирования дают возможность на основе новейших достижений фундаментальных наук отрабатывать и совершенствовать методологию проектирования, стимулировать развитие математической теории проектирования сложных систем и объектов. В настоящее время созданы и применяются в основном средства и методы, обеспечивающие автоматизацию рутинных процедур и операций, таких, как подготовка текстовой документации, преобразование технических чертежей, построение графических изображений и т.д. На западе такие системы применяются уже давно, в Украине – относительно недавно, и только в настоящее время получают развитие. Рассмотрим подробнее особенность функционирования таких систем.

Сквозные системы - это всеобъемлющий набор средств для автоматизации процессов и технологической подготовки производства, а также различных объектов промышленности. Системы включают в себя полный набор промышленно адаптированных и доказавших свою эффективность программных модулей, функционально охватывающих анализ и создание чертежей, подготовку производства на всех этапах, а также обеспечивающих высокую функциональную гибкость всего цикла производства.

Данная система позволяет выполнять разработку самых сложных технических изделий: жгуты электропроводки, детали из пластмассы, различные механические конструкции. Это достигается с помощью еденного набора программных средств, удовлетворяющих специальным требованиям производства.

 Системы представляют собой не просто объединенный набор отдельных программных решений, а целостную интегрированную систему взаимосвязанных инструментальных модулей способных функционировать на различных технических платформах, взаимодействовать с другим производственным оборудованием, обрабатывать данные, полученные путем достижения разработок новейшей технологии.

Системы CAD/CAM/CAE позволяют в масштабе целого предприятия логически связывать всю информацию об изделии, обеспечивать быструю обработку и доступ к ней пользователей работающих в разнородных системах. Так же они поддерживают технологию параллельного проектирования и функционирования различных подразделений согласовано выполняющих в рамках единой компьютерной модели операции проектирования, сборки, тестирование изделия, подготовку производства и поддержку изделия в течение всего его жизненного цикла.

Создаваемая системой модель основывается на интеграции данных и представляет собой полное электронное описание изделия, где присутствует, как конструкторская, технологическая, производственная и другие базы данных по изделию.

Это обеспечивает значительное улучшение качества, снижение себестоимости и сокращение сроков выпуска изделия на рынок.

Каждая система разрабатывается руководствуясь задачами объединения и оптимизации труда разработчиков и принимаемых при этом технологий в масштабах всего предприятия для поддержания данной системой стратегии автоматического проектирования.

 Стандарты по САПР требуют выделения в качестве самостоятельного компонента организационного обеспечения, которое включает в себя положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалифицированные требования и другие документы, регламентирующие организационную структуру подразделений проектной организации и взаимодействие подразделений с комплексом средств автоматизированного проектирования. Функционирование САПР возможно только при наличии и взаимодействии перечисленных ниже средств:

 а) математического обеспечения;

 б) программного обеспечения;

 в) информационного обепечения;

 г) технического обеспечения;

 д) лингвистического обеспечения;

 е) методического обеспечения;

 ж) комплектование подразделений САПР профессиональными кадрами.

Теперь кратко разберёмся с назначением каждого компонента средств САПР.

**Математическое обеспечение САПР**. Основа - это алгоритмы, по которым разрабатывается программное обеспечение САПР. Среди разнообразных элементов математического обеспечения имеются инвариантные элементы-принципы построения функциональных моделей, методы численного решения алгебраических и дифференциальных уравнений, постановки экстремальных задач, поиски экстремума. Разработка математического обеспечения является самым сложным этапом создания САПР, от которого в наибольшей степени зависят производительность и эффективность функционирования САПР в целом.

**Программное обеспечение САПР**. Программное обеспечение САПР представляет собой совокупность всех программ и эксплуатационной документации к ним, необходимых для выполнения автоматизированного проектирования. Программное обеспечение делится на общесистемное и специальное (прикладное) ПО. Общесистемное ПО предназначено для организации функционирования технических средств, т. е. для планирования и управления вычислительным процессом, распределения имеющихся ресурсов, о представлено различными операционными системами. В специальном ПО реализуется математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур.

**Информационное обеспечение САПР**. Основу составляют данные, которыми пользуются проектировщики в процессе проектирования непосредственно для выработки проектных решений. Эти данные могут быть представлены в виде тех или иных документов на различных носителях, содержащих сведения справочного характера о материалах, параметрах элементов, сведения о состоянии текущих разработок в виде промежуточных и окончательных проектных решений.

**Техническое обеспечение САПР**. Это создание и использование ЭВМ, графопостроителей, оргтехники и всевозможных технических устройств, облегчающих процесс автоматизированного проектирования.

**Лингвистическое обеспечение САПР**. Основу составляют специальные языковые средства (языки проектирования). предназначенные для описания процедур автоматизированного проектирования и проектных решений. Основная часть лингвистического обеспечения - языки общения человека с ЭВМ.

**Методическое обеспечение САПР**. Под методическим обеспечением САПР понимают входящие в её состав документы, регламентирующие порядок ее эксплуатации. Причем документы, относящиеся к процессу создания САПР, не входят в состав методического обеспечения. Так в основном документы методического обеспечения носят инструктивный характер и их разработка является процессом творческим.

**Комплектование подразделений САПР профессиональными кадрами**. Этот пункт предписывает комплектование подразделений САПР профессионально грамотными специалистами, имеющими навыки и знания для работы с перечисленными выше компонентами САПР. От их работы будет зависеть эффективность и качество работы всего комплекса САПР (может даже всего производства).

1. **Виды контроля в управлении проектами.**
	1. **Контроль по возмущению и комбинированный контроль.**

Процесс реализации компенсации возмущающего воздействия называется *контролем по возмущению.* Контроль по возмущению обладает достоинствами и недостатками. В числе достоинств следует отметить высокое быстродействие. К недостаткам нужно отнести то, что цепь компенсации обеспечивает необходимое качество контроля только при действии того возмущения, на которое она рассчитана. При действии другого возмущения и необходимости компенсировать его действие нужно вводить новую цепь компенсации, что, конечно, усложняет систему. Цепь компенсации не является обратной связью, потому что по этой цепи передаётся входной сигнал, а не регулируемая (выходная) величина объекта.

В системах, использующих принцип обратной связи или принцип контроля по отклонению, решающее значение имеет сам факт отклонения регулируемой величины от установленной программы независимо от характера величины, вызвавшей это отклонение. Поэтому в системах автоматического контроля по отклонению нет недостатка, имеющего место в системах контроля по возмущению.

В технике автоматического контроля имеются системы, в которых совмещаются достоинства контроля по отклонению и возмущению. Системы, в которых одновременно используются оба принципа контроля, называются комбинированными, а принципы в этих системах - *комбинированным* *контролем.*

**2.2. Автоматический контроль, программное регулирование и следящие системы.**

Системы автоматического контроля в зависимости от характера изменения управляющего воздействия делятся на три касса. Различают системы автоматической стабилизации, системы программного регулирования и следящие системы.

*Системы автоматической стабилизации* характеризуются тем, что в процессе работы системы управляющее воздействие остаётся величиной постоянной.

Основной задачей системы автоматической стабилизации является поддержание на постоянном уровне с допустимой ошибкой регулируемой величины независимо от действующих возмущений. Действующие возмущения вызывают отклонение регулируемой величины от предписанного ей значения. *Отклонением регулируемой величины называется разность между значением регулируемой величины в данный момент времени и её значением, принятым за начало отсчёта.*

Понятие отклонения регулируемой величины является характерным для систем автоматической стабилизации и позволяет дать качественную оценку динамическим свойствам систем этого класса

Системами автоматической стабилизации являются различного рода САР (системы автоматического регулирования), предназначенные для регулирования скорости, напряжения, температуры, давления; например, стабилизатор курса самолёта и т.д.

*Системы программного регулирования* отличаются тем, что управляющее воздействие изменяется по заранее установленному закону в функции времени или координат системы.

О точности воспроизведения управляющего воздействия на выходе системы воспроизведения судят по величине ошибки, которая *определяется разность между управляющим воздействием и регулируемой величиной в данный момент времени.*

Примером систем программного регулирования могут служить системы управления копировально-фрезерным станком.

В *следящих системах* управляющее воздействие также является величиной переменной, но математическое описание его во времени не может быть установлено, так как источником сигнала служит внешнее явление, закон изменения которого заранее неизвестен. В качестве примера следящей системы можно указать на радиолокационную станцию автоматического сопровождения самолёта.

Так как следящие системы предназначены для воспроизведения на выходе управляющего воздействия с возможно большей точностью, то ошибка, так же как и в случае систем программного регулирования, является той характеристикой, по которой можно судить о динамических свойствах следящей системы. Ошибка в следящих системах, как и в системах программного регулирования, является сигналом, в зависимости от величины которого осуществляется управление исполнительным двигателем.

* 1. **Статический и астатический контроль.**

Системы автоматической стабилизации, следящие системы и системы программного регулирования разделяют на две группы: системы статические и системы астатические (не имеющие статической ошибки).

Система автоматического контроля будет статической по отношению к возмущающему воздействию, если при стремлении возмущающего воздействия к постоянной величине отклонения регулируемой величины также стремится к постоянной величине, отличной от нуля и зависящей от величины приложенного воздействия.

Систему автоматического контроля можно назвать статической по отношению к управляющему воздействию, если при стремлении последнего к постоянной величине ошибка также стремится к постоянной, отличной от нуля, величине и зависит от значения приложенного воздействия.

Система автоматического контроля будет астатической по возмущающему воздействию, если при стремлении возмущающего воздействия к постоянной величине отклонение регулируемой величины стремится к нулю и не зависит от величины приложенного воздействия.

Система автоматического контроля будет астатической по отношению к управляющему воздействию, если при стремлении управляющего воздействия к постоянной величине ошибка стремится к нулю и не зависит от величины воздействия.

1. **Общие принципы контроля.**

Целенаправленные процессы, выполняемые человеком для удовлетворения различных потребностей, представляют собой организованную и упорядоченную совокупность действий - операций, которые делятся на два основных вида: *рабочие операции* и *операции управления.* К рабочим операциям относятся действия, непосредственно необходимые для выполнения процесса в соответствии с теми природными законами, которыми определяется ход данного процесса, например, снятие стружки в процессе резанья изделия на станке, перемещение экипажа, вращение вала двигателя и т.п. Для облегчения и усовершенствования рабочих операций используются различные технические устройства, частично или полностью заменяющие человека в данной операции. Замена труда человека в рабочих операциях называется *механизацией*. Цель механизации состоит в высвобождении человека в тяжёлых операциях, требующих больших затрат физической энергии (земляные работы, подъём грузов), во вредных операциях (химические, радиоактивные процессы), в «рутинных» (однообразных, утомительных для нервной системы) операциях (завинчивание однотипных винтов при сборке, заполнение типовых документов, выполнение стандартных вычислений и т.п.).

Для правильного и качественного выполнения рабочих операций необходимы сопровождающие их действия другого рода - операции управления, посредством которых обеспечиваются в нужные моменты начало, порядок следования и прекращение рабочих операций, выделяются необходимые для их выполнения ресурсы, придаются нужные параметры самому процессу - направления, скорости, ускорения рабочему инструменту или экипажу; температура, концентрация химическому процессу и т.д. Совокупность управляющих операций образует *процесс управления* .

Операции управления так же частично или полностью могут выполняться техническими устройствами. Замена труда человека в операциях управления называется *автоматизацией*, а технические устройства, выполняющие операции управления, - *автоматическими устройствами.* Совокупность технических устройств (машин, орудий труда, средств механизации), выполняющих данный процесс, с точки зрения управления является *объектом управления .* Совокупность средств управления и объекта образует *системы управления.* Система, в которой все рабочие и управляющие операции выполняются автоматическими устройствами без участия человека, называются *автоматической системой.* Система, в которой автоматизирована только часть операций управления, а другая часть (обычно наиболее ответственная) выполняется людьми, называется *автоматизированной (или полуавтоматической) системой.*

Круг объектов и операций управления весьма широк. Он охватывает технологические процессы и агрегаты, группы агрегатов, цеха, предприятия, человеческие коллективы, организации и т.д.

Объекты, в которых протекает управляемый процесс, будем называть объектами управления. Это разнообразные технические устройства и комплексы, технологические или производственные процессы. Состояние объекта можно характеризовать одной или несколькими физическими величинами, называемыми управляемыми или регулируемыми переменными. Для технического устройства, например, электрического генератора, регулируемой переменной может быть напряжение на его выходных клеммах; для производственного участка или цеха - объём выпускаемой им промышленной продукции.

Как правило, к объекту управления приложено два вида воздействий: управляющие - r(t) и возмущающее f(t); состояние объекта характеризуется переменной x(t):

 f(t)

 r(t)  **объект**  x(t)

 **управления**

Изменение регулируемой величины x(t) обусловливается как управляющим воздействием r(t), так и возмущающим, или помехой f(t). Дадим определение этим воздействиям.

Возмущающим называется такое воздействие, которое нарушает требуемую функциональную связь между регулируемыми или управляемыми переменными и управляющим воздействием. Если возмущение характеризует действие внешней среды на объект, то оно называется внешним. Если это воздействие возникает внутри объекта за счёт протекания нежелательных, но неизбежных процессов при его нормальном функционировании, то такие возмущения называются внутренними.

Воздействия, прикладываемые к объекту управления с целью изменения прикладываемой величины в соответствии с требуемым законом, а также для компенсации влияния возмущений на характер изменения управляемой величины, называются управляющими.

Основная цель автоматического управления любым объектом или процессом состоим в том, чтобы непрерывно поддерживать с заданной точностью требуемую функциональную зависимость между управляемыми переменными, характеризующими состояние объекта и управляющими воздействиями в условиях взаимодействия объекта с внешней средой, т.е. при наличии как внутренних, так и внешних возмущающих воздействий. Математическое выражение этой функциональной зависимости называется алгоритмом управления.

**Понятие об элементе системы.** Любой объект управления сопряжён с одним или несколькими регуляторами, формирующими управляющие воздействия, подаваемые на регулирующий орган. Объект управления совместно с управляющим устройством, или регулятором, образуют систему управления или регулирования. При этом, если человек не участвует в процессе управления, то такая система называется системой автоматического управления.

Регулятор системы представляет собой комплекс устройств, соединённых между собой в определённой последовательности и осуществляющих реализацию простейших операций над сигналами. В связи с этим оказывается возможным произвести декомпозицию (расчленение) регулятора на отдельные функциональные элементы - простейшие конструктивно-целостные ячейки, выполняющие одну определённую операцию с сигналом.

К таким операциям следует отнести:

1. преобразование контролируемой величины в сигнал;
2. преобразование: а) сигнал одного рода энергии в сигнал другого рода энергии; б) непрерывного сигнала в дискретный и обратно; в) сигнала по величине энергии; г) виды функциональной связи между выходными и входными сигналами;
3. хранение сигналов;
4. формирование программных сигналов;
5. сравнение контрольных и программных сигналов и формирование сигнала рассогласования;
6. выполнение логических операций;
7. распределение сигнала по различным каналам передачи;
8. использование сигналов для воздействия на объект управления.

Перечисленные операции с сигналами, выполняемые элементами систем автоматического управления, используются в дальнейшем как основа систематизации всего многообразия элементов автоматики, применяемого в различных по характеру, назначению и принципу действия системах, т.е. порождённого многообразием автоматических систем управления и контроля.

Чтобы осуществлять автоматическое управление или строить систему управления, нужны знания двоякого вида: во-первых, конкретные знания данного процесса, его технологии и, во-вторых, знания принципов и методов управления, общих для самых разнообразных объектов и процессов. Конкретные специальные знания дают возможность установить, что и, главное, как следует изменять в системе, чтобы получить требуемый результат.

При автоматизации управления техническими процессами возникает необходимость в различных группах операций управления. К одной из таких групп относится операция начала (включения), прекращения (отключения) данной операции и перехода от одной операции к другой (переключения).

Для правильного и качественного ведения процесса некоторые из его координат - управляемые - должны поддерживаться в определённых границах или изменяться по определённому закону.

Другая группа операций управления связана с контролем за координатами с целью установления допустимых границ. Эта группа операций состоит в измерении значений координат и представления результатов измерения в удобной для человека-оператора форме.

Третья группа операций управления - операции по поддержанию заданного закона изменения координат - изучается в теории автоматического управления.

Всякий объект, обладающий массой, является динамическим, поскольку под действием внешних сил и моментов (конечной величины) со стороны объекта возникает соответствующая реакция его положения (или состояния) не может быть изменено мгновенно. Переменные x, u и f (где x - совокупность управляемых координат процесса, u - воздействия или управления, прикладываемые к объекту, и f - возмущения действующие на вход объекта) в динамических объектах обычно связаны между собой дифференциальными, интегральными или разностными уравнениями, содержащими в качестве независимой переменной время t .

Изменения координат в нормальном, желаемом процессе определяется совокупностью правил, предписаний или математических зависимостей, называемых *алгоритмом функционирования системы.* Алгоритм функционирования показывает, как должна изменяться величина x(t) по требованиям технологии, экономики или по другим соображениям. В теории автоматического управления алгоритмы функционирования считаются заданными.

Динамические свойства и форма статических характеристик вносят искажения: действительный процесс будет отличаться от желаемого (который, например, при тех же воздействиях имел бы место в безинерционном линейном объекте). Поэтому требуемый закон изменения управления u, или *алгоритм управления,* не будет подобным алгоритму функционирования; он будет зависит от алгоритма функционирования, динамических свойств и характеристик объекта. Алгоритм управления показывает, как должно изменяться управление u, чтобы обеспечить заданный алгоритм функционирования. Алгоритм функционирования в автоматической системе реализуется с помощью управляющих устройств.

В основе используемых в техники алгоритмов управления лежат некоторые общие фундаментальные принципы управления, определяющие, как осуществляется увязка алгоритма управления с заданным и фактическим функционированием, или с причинами, вызвавшие отклонения. Используется три фундаментальных принципа: разомкнутого управления, обратной связи и компенсации.

**Принцип разомкнутого управления.** Сущность принципа состоит в том, что алгоритм управления строится только на основе заданного алгоритма функционирования и не контролируется по фактическому значению управляемой величины.

**Принцип управления по отклонению (принцип обратной связи).** Этот принцип является одним из наиболее ранних и широко распространённых принципов управления. В соответствии с ним воздействие на регулирующий орган объекта вырабатывается как функция отклонения регулируемой величины от предписанного значения.

Обратную связь можно обнаружить во многих процессах в природе. Примерами могут служить вестибулярный аппарат, обнаруживающий отклонения тела от вертикали и обеспечивающий поддержание равновесия, системы регуляции температуры тела, ритма дыхания и т.п. В общественных учреждениях обратная связь при управлении устанавливается посредством осуществления контроля исполнения. Принцип обратной связи является весьма универсальным фундаментальным принципом управления, действующим в технике, природе и обществе.

**Принцип регулирования по возмущению (принцип компенсации).** Так как отклонение регулируемой величины зависит не только от управления, но и возмущающего воздействия, то в принципе можно сформулировать закон управления так, чтобы в установившемся режиме отклонение отсутствовало.

Принцип регулирования паровой машины по моменту сопротивления на её валу был предложен в 1930 г. французским инженером И.Понселе, однако реализовать это предложение на практике не удалось, поскольку динамические свойства паровой машины (наличие астатизма) не допускали непосредственного использования принципа компенсации. Но в ряде других технических устройств принцип компенсации использовался давно. Примечательно, что его использование в статике не вызывало сомнений, попытка же Г.В.Щипанова в 1940 г. Предложить принцип инвариантности по возмущению для ликвидации отклонений в динамике вызывала резкую дискуссию и обвинения в нереализуемости предложения. В.С.Кулебакин в 1948г. и Б.Н.Петров в 1955 г. показали, как следует строить системы, чтобы можно было реализовать в них принцип инвариантности. В 1966 г. предложенный Г.В.Щипановым принцип инвариантности был зарегистрирован как открытие с приоритетом - апрель 1939 г. Тем самым была исправлена ошибка его оппонентов, состоявшая в том, что отрицалась реализуемость принципа инвариантности вообще.

Системы регулирования по возмущению в сравнении с системами, действующими по отклонению, отличаются обычно большими устойчивостью и быстродействием. К их недостаткам относятся трудность измерения нагрузки в большинстве систем, неполный учёт возмущений (компенсируются только те возмущения, которые измеряются). Так, при компаундировании электрической машина не компенсируются колебания напряжения сетей, питающих гонный двигатель и обмотки возбуждения, колебания сопротивлений обмоток от изменения температуры и др. Во многих случаях весьма эффективно применение комбинированного регулирования по возмущению и отклонению, широко используемое для регулирования напряжения мощных синхронных генераторов на крупных электростанциях (компаундирование с коррекцией). Комбинированные регуляторы объединяют достоинства двух принципов, но, естественно, конструкция их сложнее, а стоимость выше.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Таким образом, мы выяснили основные принципы контроля в управлении проектами, а также рассмотрели, как действуют автоматизированные системы управления проектами. Это наиболее важная часть данного реферата, потому как автоматизация управления проектами, а особенно контроля в управлении проектами, позволяет гораздо более точно проанализировать процесс реализации проекта и принятия управленческих решений, а также ускорить процесс реализации проекта.

В основных направлениях экономического и социального развития становится задача развивать производство электронных устройств регулирования и телемеханики, исполнительных механизмов, приборов и датчиков систем комплексной автоматизации сложных технологических процессов, агрегатов, машин и оборудования.

Опыт, накопленный при создании автоматизированных и автоматических систем управления, показывает, что управление различными процессами основывается на ряде правил и законов, часть из которых оказывается общей для технических устройств, живых организмов и общественных явлений. Изучение процессов управления, получения, преобразования информации в технических, живых и общественных системах составляет предмет кибернетики, важным разделом который является техническая кибернетика, включая анализ информационных процессов управления техническими объектами, синтез алгоритмов управления и создание систем управления, реализующих эти алгоритмы.

Экономическая кибернетика призвана решать задачи теоретического анализа и развития методов технического конструирования и экономического обоснования элементной базы систем управления, а также методов контроля в управлении проектами.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.**

1. Н.И.Подлесный, В.Г.Рубанов. Элементы систем автоматического управления и контроля. - Киев.: «Вища школа»,1999.
2. В.А.Лукас. Теория автоматического управления. - М.: «Недра», 2000.
3. А.А.Первозванский. Курс автоматического управления. - М.: «Наука», 2002.
4. Я.З.Ципкин. Основы теории автоматических систем. - М.: «Наука», 2002.
5. А.А.Воронов, В.К.Титов, Б.Н.Новоградов. Основы теории автоматического регулирования и управления. - М.: «Высшая школа», 2000.
6. Учебник; под.ред. В.П.Косарева, А.Ю.Королёва. Экономическая информатика и вычислительная техника. - М.: «Финансы и статистика», 1996.
7. А.В.Петров Проблемы и принципы создания САПР. Москва “Высшая школа”, 2000.
8. Д.М.Жук Технические средства и операционные системы САПР. Москва “Высшая школа”, 2002.