

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Невинномысский технологический институт

ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

Методические указания

к практическим занятиям по дисциплине

«Введение в профессию» для бакалавров направления

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Невинномысск, 2021

В методических указаниях рассмотрены основные правила и рекомендации, позволяющие грамотно подготовить и оформить самостоятельную работу бакалавра в форме реферата на заданную тему.

Приведены структура пояснительной записки, краткое содержание ее разделов, рекомендуемые темы рефератов, правила оформления литературных источников.

Методические указания предназначены для студентов и бакалавров, занимающихся научными исследованиями и оформляющих результаты проведенной самостоятельной работы по дисциплинам «Введение в специальность», «НИР».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ИСЭиА и рекомендованы к внутривузовскому изданию.

№ п/п	Содержание компетенции	Шифр
<u>Общепрофессиональные компетенции</u>		<u>ОПК-№</u>
1.	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-2

Содержание

Введение	4
Раздел 1 Методические указания к практической работе № 1 «Структура и содержание пояснительной записки»	7
1.1 Структура и содержание разделов реферата	7
1.2 Задачи, решаемые при автоматическом управлении технологическими процессами	16
1.3 Теория автоматического управления как отрасль науки	17
1.4 Роль бакалавра и его профессии при автоматизации технологических процессов и производств	20
Раздел 2 Методические указания к практической работе № 2 «Автоматика в доисторическом периоде и античности. Автоматы Средневековья, эпохи Возрождения и Нового времени»	22
2.1 Автоматика в доисторическом периоде	22
2.2 Автоматика античности	22
2.3 Автоматы Средневековья и эпохи Возрождения	24
2.4 Автоматы Нового времени	25
Раздел 3 Методические указания к практической работе № 3 «Автоматы – источники промышленной революции»	27
3.1 Автоматы – источники промышленной революции	27
Раздел 4 Методические указания к практической работе № 4 «Автоматика XX века»	30
4.1 Автоматика XX века	30
Раздел 5 Методические указания к практической работе № 5 «Автоматика XXI века»	35
5.1 Автоматика XXI века	35
Раздел 6 Методические указания к практической работе № 6 «Отечественные ученые в области автоматического контроля»	38
6.1 Историческая справка об отечественных ученых в области автоматического контроля	38
Раздел 7 Методические указания к практической работе № 7 «Историческая справка о разработке теории автоматического управления»	51
7.1 Историческая справка о разработке теории автоматического управления	51
Раздел 8 Методические указания к практической работе № 8 «Историческая справка о развитии информационных технологий»	62
8.1 История развития информационных технологий	62
9 Заключение	68
10 Оформление списка использованной литературы	71
11 Требования к оформлению текста реферата	73
12 Подготовка доклада по теме реферата	74

13 Оформление компьютерной презентации	74
Список использованных источников	76
Приложение А	78
Приложение Б	79

ВВЕДЕНИЕ

На определенном этапе развития техники человеку не всегда удается эффективно управлять агрегатами, машинами и технологическими процессами. Это обусловлено ограниченными физиологическими возможностями человека и усложнением процедуры управления промышленными объектами при наличии высоких значений технологических параметров и скоростей протекания процессов. Кроме того, значительное количество химико-технологических процессов сопровождается опасными для человека воздействиями химического, теплового и радиационного характера, а при обращении в технологии ЛВЖ, сжатых или сжиженных горючих газов возможны взрывы и пожары. Характерной особенностью таких технологических процессов является их возможный переход из устойчивого состояния нормального функционирования в неустойчивое – предаварийное, с последующими аварийными ситуациями.

Начало работ по автоматизации процессов в России относится к концу 30-х годов. Внедряются автоматические системы регулирования отдельных параметров. Со второй половины 60-х годов вместе с бурным развитием ЭВМ начался этап развития автоматизированных систем управления (АСУ). Развитие АСУТП происходило в несколько этапов. В 60...70-х годах получила распространение жесткая иерархическая схема централизованного управления. Дальнейшее развитие микропроцессорной техники в 70...80-х годах обусловило появление однократно программируемых контроллеров с жесткой логикой, называемых ПЛС-контроллерами.

В начале 80...90-х годов на смену ПЛС-контроллерам пришли промышленные компьютеры (концепция MicroPC), обладающие рядом неоспоримых достоинств. Однако идеология, которая имеет недостатки, присущие централизованным системам управления, остается прежней: сложность разработки центрального алгоритма, большая мощность рабочей станции, проблемы с совместимостью и сложностью при сопровождении.

В начале 80-х годов была предложена совершенно новая концепция построения АСУ ТП – системы децентрализованного управления. В системах объединены датчики и исполнительные механизмы, применен единый протокол связи по одной последовательной шине данных, но использованы интеллектуальные узлы – контроллеры для децентрализованной обработки данных.

АСУ подразделяются на автоматизированные системы управления производством (АСУП) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Объединение нескольких АСУ ТП между собой и с АСУП с целью повышения общей технической и экономической эффективности их функционирования, называется интегрированными АСУ (ИАСУ). Интегрированные АСУ строятся по иерархическому принципу.

Управление – это функция организованных систем, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режимов деятельности, реализацию программ и целей. Под системой понимается совокупность взаимосвязанных в определенном порядке элементов (частей), образующих законченное целое и находящихся во взаимном соотношении с окружающей средой.

Тип технологического процесса во многом предопределяет выбор необходимой системы управления. Появление возмущений носит обычно случайный характер и приводит к отклонению параметров технологических процессов за нормы регламента. С учетом данного обстоятельства предприятие представляет собой динамическую систему, которая требует непрерыв-

ного управления для проведения технологических процессов в режимах, обеспечивающих требуемые количественные и качественные показатели получаемой продукции.

По назначению различают следующие виды автоматики: дистанционное управление, телеуправление, автоматический контроль, технологическая сигнализация (с помощью звука и световых сигналов), которая подразделяется на командную, контрольную, предупредительную и аварийную, автоматическая защита, автоматическая блокировка, автоматическое регулирование и автоматизированное управление.

Совместно функционирующие ТОУ и управляющая им АСУТП образуют автоматизированный технологический комплекс (АТК). В машиностроении и других дискретных производствах в качестве АТК выступают гибкие производственные системы (ГПС).

Изучение дисциплины «Введение в специальность» по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств» предполагает выполнение и публичную защиту реферата. Реферат выполняется на тему, указанную преподавателем. Список тем приведен в приложении А.

Студент обязан самостоятельно изучить указанную тему, используя в качестве источников специализированные журналы, монографии, учебные пособия, ресурсы сети Интернет.

В результате проведенных исследований студент обязан представить:

- реферат по указанной теме;
- компьютерную презентацию на электронном носителе (CD/DVD-диск) по указанной теме, которая будет использоваться студентом при публичной защите выполненной работы.

Раздел 1 Методические указания к практической работе № 1 «Структура и содержание пояснительной записки»

1.1 Структура и содержание разделов реферата

Оформление реферата выполняется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Структура реферата включает следующие разделы:
титульный лист (пример титульного листа приведен в приложении В),
аннотация,
содержание,
введение,
основная часть,
заключение,
список использованных источников,
приложения.

Аннотация должна содержать краткое описание выполненных в реферате этапов и достигнутых результатов.

Во введении должны быть отражены следующие компоненты:
актуальность темы;
формулировка объекта и предмета (проблемы) исследования.

Заключительная часть введения может включать в себя краткое описание структуры реферата.

Окончательный текст введения рекомендуется откорректировать после завершения работы над основной частью.

Основная часть реферата представляет собой логически последовательное изложение проведенного исследования. Основную часть следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты, при необходимости, могут делиться на подпункты. При делении текста на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию. Основная часть в большинстве рефератов, связанных с описанием промышленных систем автоматизированного и автоматического управления (АСУТП и САУ), должна включать следующие разделы: назначение и области применения АСУТП и САУ; структура АСУТП и САУ; функциональные возможности модулей АСУТП и САУ; перспективы применения АСУТП и САУ в промышленности.

Допускается краткое изложение истории вопроса. На примере этапов развития информационных технологий с использованием компьютеров этот раздел можно изложить в таком виде.

Существует несколько точек зрения на развитие информационных технологий с использованием компьютеров, которые отличаются признаками деления. Общим для всех них является то, что с появлением персонального компьютера начался новый этап развития информационных технологий. Основной целью становится удовлетворение персональных информационных потребностей человека как в профессиональной сфере, так и в бытовой.

По виду решаемых задач и процессов обработки информации выделяют следующие этапы.

- 60–70е годы XX века. Обработка данных в вычислительных центрах в режиме коллективного пользования. Основное направление развития информационной технологии – автоматизация рутинных операционных действий человека.

- С начала 80-х годов XX века. Создание информационных технологий, направленных на решение стратегических задач.

По виду проблем, стоящих на пути информатизации общества, выде-

ляют следующие этапы.

- До конца 60-х годов XX века. Проблема – обработка больших объемов данных при ограниченных возможностях аппаратных средств.

- До конца 70-х годов XX века. Распространение больших ЭВМ. Проблема – отставание программного обеспечения от уровня развития аппаратных средств.

- С начала 80-х годов XX века. Компьютер становится инструментом непрофессионального пользователя, а информационные системы – средством поддержки принятия его решений. Проблемы – необходимость максимально-го удовлетворения потребностей пользователя и создание соответствующего программного интерфейса для работы человека на компьютере.

- С начала 90-х годов XX века. Создание современной технологии межорганизационных связей и информационных систем. Наиболее существенные проблемы этого этапа – выработка соглашений и установление стандартов, протоколов для компьютерной связи, организация доступа к стратегической информации, организация защиты и безопасности информации.

По виду преимуществ, которые имеет компьютерная технология, выделяют следующие этапы.

- С начала 60-х годов XX века. Довольно эффективная обработка информации при выполнении рутинных операций с ориентацией на централизованное использование ресурсов коллективных вычислительных центров. Основным критерий оценки эффективности создаваемых информационных систем – разница между затраченными на разработку и сэкономленными в результате внедрения средствами. Основная проблема (психологическая) – плохое взаимодействие пользователей, для которых создавались информационные системы, и разработчиков из-за различия их взглядов и понимания решаемых проблем. Как следствие, создание систем, которые пользователи плохо воспринимают и, несмотря на их достаточно большие возможности, не используют в полной мере.

- С середины 70-х годов XX века. Появление персональных компьютеров. Изменение подхода к созданию информационных систем – смещение ориентации в сторону индивидуального пользователя для поддержки принимаемых им решений. Заинтересованность пользователя в проводимых разработках, налаживание контакта с разработчиками, возникновение взаимопонимания обеих групп специалистов. Использование как централизованной, так и децентрализованной обработки данных, базирующейся на решении локальных задач и работе с локальными базами данных на рабочем месте пользователя.

- С начала 90-х годов XX века. Анализ стратегических преимуществ в бизнесе, основанный на достижениях телекоммуникационной технологии распределённой обработки информации. Цель информационных систем – не простое увеличение эффективности обработки данных и помощь управленцу, но и помощь соответствующих информационных технологии при выживании и получении преимуществ в конкурентной борьбе.

По используемому инструментарию выделяют следующие этапы.

- До второй половины XIX века. «Ручная» технология. Инструментарий – перо, чернильница, книга. Осуществление коммуникаций вручную путем отправки по почте писем, пакетов, депеш. Основная цель – представление информации в нужной форме.

- С конца XIX века. «Механическая» технология. Инструментарий – пишущая машинка, телефон, диктофон. Более совершенные средства коммуникации (в основном, почта). Основная цель – представление информации в нужной форме более удобными средствами.

- 40 – 60-е годы XX века. «Электрическая» технология. Инструментарий – большие ЭВМ и соответствующее программное обеспечение, электрические пишущие машинки, ксероксы, портативные диктофоны. Цель – перемещение акцента с формы представления информации на формирование её содержания.

- С начала 70-х годов XX века. «Электронная» технология. Инструментарий – большие ЭВМ и создаваемые на их базе автоматизированные системы управления (АСУ) и информационно-поисковые системы (ИПС), оснащенные широким спектром базовых и специализированных программных комплексов. Цель – ещё большее смещение акцента на формирование содержательной стороны информации для управленческой среды различных сфер общественной жизни, особенно на организацию аналитической работы. Множество объективных и субъективных факторов не позволили решить стоящие перед новой концепцией информационной технологии задачи. Однако был приобретен опыт формирования содержательной стороны управленческой информации и подготовлена профессиональная, психологическая и социальная база для перехода на новый этап развития технологии.

- С середины 80-х годов XX века. «Новая (компьютерная)» технология. Инструментарий – персональные компьютеры с широким спектром стандартных программных продуктов. Персонализация АСУ, реализованных на персональных компьютерах и использующих телекоммуникации, что проявляется в создании систем поддержки принятия решений специалистами. Наличие у подобных систем встроенных элементов анализа и интеллекта для разных уровней управления. Существенные изменения технических средств бытового, культурного и прочего назначений в связи с переходом на микропроцессорную базу. Начало широкого использования в различных областях глобальных и локальных вычислительных сетей.

По степени влияния информационных технологий на процесс материального производства выделяют следующие этапы.

- До 1445 года. Период первоначального накопления информационных образов. Истоки информации – пещерная и наскальная живопись. Материальные носители информации – бумага, шёлк (древний Китай), папирус (древний Египет), дерево (Новгородские берестяные грамоты), глина (Вавилон). Основные хранители знаний – жрецы, духовенство. Минимальное раз-

витие коммуникаций. Передача знаний устно, по наследству, личным примером. Технология обработки данных ручная. Влияние знаний на материальное производство минимальное. Само материальное производство ремесленное, мелкосерийное. Темпы его роста и номенклатура изделий невелики.

- 1445 год – середина XX века. Изобретение книгопечатания – первая информационная революция. Начало тиражирования знаний и влияния их на материальное производство, что вызывает соответствующий рост его темпов и номенклатуры изделий.

- Середина XX века – настоящее время. Широкое использование вычислительных машин как средств долговременного хранения информации. Профессиональные знания формализуются, записываются на машинные носители информации и начинают непосредственно влиять на режимы работы производственного оборудования. За это время в развитии информационных технологий можно выделить несколько периодов.

- *До начала 60-х годов XX века.* Эпоха больших ЭВМ, работающих в пакетном режиме и режиме реального времени. Основной критерий создания информационных технологий – экономия машинных ресурсов. Цель – максимальная загрузка оборудования. Появление термина «Информатика» путём объединения слов «Информатизация» и «Автоматика» (Франция, 1960 г.).

- *До начала 80-х годов XX века.* Эпоха мини – и микро-ЭВМ, работающих в пакетном режиме, режиме реального времени и режиме разделения времени. Основной критерий создания информационных технологий – экономия труда программиста. Цель – разработка программных инструментальных средств. Закрепление термина «Информатика» за наукой, изучающей общие свойства информации, средства, методы и процессы её автоматизированной обработки. В материальной сфере – переход к крупносерийному производству, рост его темпов. Медленный рост номенклатуры изделий. Начало внедрения автоматизированных систем управления предприятием (АСУП),

технологическими процессами (АСУТП), обработкой данных (АСОД) и других автоматизированных систем обработки экономической информации (АСОЭИ).

- *До начала 90-х годов XX века.* Эпоха персональных компьютеров – вторая информационная революция. Основной критерий создания информационных технологий – создание технологий для формализации знаний. Цель – проникновение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Информация становится ресурсом наравне с материалами, энергией, капиталом. Появление новой экономической категории – национальных информационных ресурсов. В сфере производства истощение природных ресурсов вызывает переход к использованию воспроизводимых ресурсов, основанных на применении научного знания. Экспорт профессиональных знаний путём продажи наукоёмкой продукции. Разработка и внедрение технологии автоматизированной обработки экономической информации (ТАОЭИ).

- *90-е годы XX века – настоящее время.* Основной критерий создания информационных технологий – автоформализация знаний, цель – информатизация общества. Начало информатизации общества. Совокупность взаимосвязанных политических, социально-экономических, научных факторов обеспечивают доступ к любым источникам информации, кроме законодательно секретных. Формирование баз знаний по всем отраслям человеческой деятельности и баз данных по всем интересующим человека вопросам. Появление индустрии информационных услуг. Страны становятся зависимыми от источников информации, уровня развития и эффективности средств телекоммуникации. Информация и творческий потенциал людей становятся стратегическими ресурсами. (В индустриальном обществе стратегический ресурс – капитал.).

- При изложении перспектив применения АСУТП и САУ в промышленности следует отметить связь с внедрением и использованием информа-

ционных технологий. Например, при внедрении новых информационных технологий в организации необходимо оценить риск отставания от конкурентов в результате неизбежного устаревания технологий со временем. Информационные продукты, как никакие другие виды материальных товаров, имеют чрезвычайно высокую скорость сменяемости новыми видами или версиями (периоды сменяемости колеблются от нескольких месяцев до одного года). Если в процессе внедрения этому фактору не уделять должного внимания, то, возможно, что к моменту завершения перехода на новую технологию та уже устареет, и придется принимать меры к её модернизации. Такие неудачи с внедрением информационных технологий обычно связывают с несовершенством технических средств, тогда как основной причиной неудач является отсутствие или слабая проработанность методологии использования информационной

Под автоматизацией понимают отрасль науки и техники, охватывающую теорию и принципы построения систем управления, действующих без непосредственного либо частичным участием человека. В узком смысле, автоматизация – совокупность методов и технических средств, исключающих участие человека при выполнении операций конкретного процесса.

Как самостоятельная область техники автоматика получила признание на II Мировой энергетической конференции (Берлин, 1930), где была создана секция по вопросам автоматического и телемеханического управления. В СССР термин «автоматика» получил распространение в начале 30-х гг. XX века. Автоматика как наука возникла на базе теории автоматического регулирования, основы которой были заложены в работах Дж. К. Максвелла (1868), И. А. Вышнеградского (1872–1878), А. Стодолы (1899) и др. В самостоятельную научно-техническую дисциплину окончательно оформилась к 1940 г.

История автоматике как отрасли техники тесно связана с развитием автоматов, автоматических устройств и автоматизированных комплексов. В

стадии становления автоматика опиралась на теоретическую механику и теорию электрических цепей и систем и решала задачи, связанные с регулированием давления в паровых котлах, хода поршня паровых и частоты вращения электрических машин, управления работой станков-автоматов, АТС, устройствами релейной защиты. Соответственно и технические средства автоматизации в этот период разрабатывались и использовались применительно к системам автоматического регулирования. Интенсивное развитие всех отраслей науки и техники в конце I половины XX в. вызвало также быстрый рост техники автоматического управления, применение которой становится всеобщим.

II половина XX в. ознаменовалась дальнейшим совершенствованием технических средств автоматизации и широким, хотя и неравномерным для разных отраслей народного хозяйства, распространением автоматических управляющих устройств с переходом к более сложным автоматическим системам, в частности в промышленности – от автоматизации отдельных агрегатов к комплексной автоматизации цехов и заводов. Существенной чертой является использование автоматизации на объектах, территориально расположенных на больших расстояниях друг от друга, например крупные промышленные и энергетические комплексы, системы управления космическими летательными аппаратами и т. д. Для связи между отдельными устройствами в таких системах применяются средства телемеханики, которые совместно с устройствами управления и управляемыми объектами образуют телеавтоматические системы. Большое значение при этом приобретают технические (в том числе телемеханические) средства сбора и автоматической обработки информации, так как многие задачи в сложных системах автоматического управления могут быть решены только с помощью вычислительной техники. Наконец, теория автоматического регулирования уступает место обобщенной теории автоматического управления, объединяющей все теоретические аспекты автоматизации и составляющей основу общей теории управления.

Важным понятием автоматике является «автомат». Автомат (от греч. *autómatos* –самодействующий) – самостоятельно действующее устройство (или совокупность устройств), выполняющее по заданной программе без непосредственного участия человека процессы получения, преобразования, передачи и использования энергии, материала и информации. Автоматы применяются для повышения производительности и облегчения труда человека, для освобождения его от работы в труднодоступных или опасных для жизни условиях.

Так же автомат – одно из основных понятий кибернетики; абстрактная модель технической или биологической системы, перерабатывающая дискретную (цифровую) информацию дискретными временными тактами. Наиболее изучены конечные автоматы. Изучением таких автоматов занимается теория автоматов.

Также в технике вводится понятие «автоматическое управление» – совокупность действий, направленных на поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта без непосредственного участия человека в соответствии с заданной целью управления. Автоматическое управление широко применяется во многих технических и биотехнических системах для выполнения операций, не осуществимых человеком в связи с необходимостью переработки большого количества информации в ограниченное время, для повышения производительности труда, качества и точности регулирования, освобождения человека от управления системами, функционирующими в условиях относительной недоступности или опасных для здоровья.

1.2 Задачи, решаемые при автоматическом управлении технологическими процессами

Задача автоматического управления состоит в том, чтобы при наличии влияния помех на определенные рабочие показатели машин или аппаратов

так противодействовать этому влиянию, чтобы принудительно обеспечивался заданный закон (или характер) изменения рабочих показателей. Таким образом, благодаря автоматическому управлению регулируемая величина может сохранять или воспроизводить предписанные ей значения независимо от воздействия помех или возмущений.

При наличии автоматического регулирования сокращается продолжительность протекания переходного процесса, вызванного возмущающим или регулирующим воздействием. Равным образом может быть обеспечена возможность работы с автоматическими «отсечками», т.е. с заданным ограничением величин тока, напряжения и т.п.

Основная задача автоматического управления состоит в быстром учете хода регулируемого процесса и величин, определяющих его характер, а затем в формировании воздействий системы, обеспечивающей наиболее оптимальное регулирование. Задача эта весьма сложна вследствие многообразия производственных процессов и большого числа факторов, влияющих на них. Но, кроме того, и сами цели, осуществляемые регулированием, могут быть весьма различными. Более подробно основная задача автоматического управления (регулирования) сформулирована ниже при рассмотрении теории автоматического управления как отрасли науки.

1.3 Теория автоматического управления как отрасль науки

Теория автоматического управления (регулирования) строится на основе других наук: теории электрических цепей, электрической связи, механики, электрических машин, но вместе с тем она синтезирует, развивает и обобщает содержащиеся в этих науках положения.

В то же время теория автоматического регулирования отвлекается полностью от рассмотрения таких понятий, как энергия, тепло (нагрев), коэффициент полезного действия, играющих важную роль в технических науках.

Поэтому общая теория автоматизации процессов не является физической теорией в обычном понимании этого слова, а скорее походит на математические теории, также лишенные конкретного энергетического содержания. Но при всем сходстве с математическими теориями теория автоматического управления (регулирования) все же не может быть сведена к ним из-за отсутствия в последних понятий о причинной зависимости и об односторонней и управляющей связи.

Изучаемое в теории автоматического регулирования прохождение сигналов автоматизируемых процессов («информации») происходит во времени, а сами сигналы могут претерпевать нежелательные изменения амплитуды, формы и т.п. По существу главное внимание в теории автоматического регулирования обращено на качественную сторону взаимодействия между различными элементами системы и на поведение всей системы в результате этих взаимодействий.

Теория автоматического регулирования как отрасль науки развивалась, начиная с 20 - 30-х гг. XX в. И ее развитие будет продолжаться дальше. Поэтому имеет место существование многочисленных терминов для одних и тех же понятий. В лекциях будут указываться также параллельные термины (синонимы), применяемые в технической практике и в литературе. В настоящее время теория автоматического регулирования выросла в самостоятельную отрасль науки ее своими характерными понятиями, методами, критериями и символами.

Термин «автоматика» происходит от греческого слова – «автоматос», что означает «самодвижущийся». Первоначально этот термин применялся для обозначения диковинок, самодвижущихся или самодействующих устройств. В наше время это понятие значительно расширилось и для него существуют различные определения.

Пожалуй, наиболее полное из них следующее: термин «автоматика» означает отрасль науки и техники, охватывающую совокупность технических

средств и методов, обеспечивающих высвобождение человека от непосредственного участия в производственном процессе, в части, связанной с выполнением функций контроля и управления процессами путем установления соответствующих связей между машинами (устройствами), осуществляющими этот процесс.

Под автоматическим устройством понимается устройство, осуществляющее управление или контроль производственного процесса в зависимости от заданных условий и обеспечивающее высвобождение человека от выполнения этих функций.

Таким образом, автоматическое устройство, т.е. устройство, действующее без непосредственного участия человека, может выполнять функции контроля, защиты, управления и регулирования, т.е. все основные функции, необходимые для управления любой машиной или любым производственным процессом.

Наряду с терминами автоматика, автоматическое регулирование часто пользуются другим распространенным термином - кибернетика, который представляет собой более широкое понятие, включающее автоматiku как некоторую часть. Надо сказать, что слово «регулятор» происходит от латинского слова «управляющий», которое в свою очередь образовано от греческого слова «кибернесий», т.е. кормчий, рулевой, правитель. В свое время еще Платон пользовался оловом «кибернетика», а Ампер в 1840 г. воспользовался им для названия науки об управлении государством. Спустя столетие, Н. Винер окончательно ввел в широкое употребление этот термин, который весьма удачно выражает заключенный в нем смысл.

По определению Винера, «кибернетика - наука о самоуправляющихся системах и образованиях: машинах, организмах, обществе». Кибернетика занимается изучением систем любой природы, способных воспринимать, хранить и перерабатывать информацию и использовать ее для управления и регулирования. На первом международном конгрессе по кибернетике в Намюре

(1956 г.) было дано наиболее широкое, но менее конкретное определение кибернетики: «Кибернетика есть искусство эффективного действия». Кибернетика в приложении к задачам техники выделяется в самостоятельную отрасль науки - техническую кибернетику.

Несмотря на это, задачи и проблемы автоматики и технической кибернетики в значительной степени совпадают и точного разграничения между ними провести нельзя. Поэтому иногда в литературе оба эти понятия отождествляют и дают им такое объединенное определение: «система, служащая 1) для передачи сигнала или информации в той или иной форме, 2) для управления одной или несколькими переменными». Для обоих этих случаев будем называть понятия «системой автоматического регулирования», или «кибернетической системой». При этой передаче сигнала состоит в управлении одной переменной (на выходе) в соответствии с другой переменной (на входе). Поэтому системы или устройства, имеющие дело с сигналами, воспринимающие, преобразующие, передающие, хранящие, обрабатывающие или использующие информацию (сигналы) и работающие в соответствии с определенными правилами, будем называть системами автоматического регулирования (управления) или кибернетическими системами.

1.4 Роль бакалавра и его профессии при автоматизации технологических процессов и производств

Роль инженера, бакалавра в современном обществе велика и в перспективе будет иметь еще большее значение. Само слово «инженер» французского происхождения и подразумевает человека творческого, способного к созданию нового. Понятие «техника» также связано с творческим характером труда. Оно происходит от слова «техне», которым в Древней Греции характеризовали ремесленников, особенно прославившихся своим мастерством. Однако в современных условиях революционных изменений в сфере матери-

ального производства и в системе теоретических и прикладных наук функции инженера становятся более ответственными, творческими, и понятие «инженер» в силу объективных изменений вновь приобретает прежний творческий смысл. Теперь и в будущем, когда работу в сфере умственного труда будут выполнять вычислительные машины, возможности для творческой научной деятельности инженера расширяются. Инженеры могут и должны непосредственно превращать науку в производственную силу общества, используя ее достижения для повышения производительности труда и качества продукции в сфере материального производства.

Роль инженера, бакалавра и далее будет очень велика. Без новейшей техники, без новых открытий и новых проникновений в тайны природы не могут работать инженеры, особенно автоматчики. Поэтому они должны быть специалистами, способными творчески, на высоком научном и техническом уровне решать стоящие перед ними задачи и те проблемы широкого плана, которые затрагивают все стороны деятельности человека.

Вклад технической интеллигенции в развитие современной науки заключается в том, что она, используя органы государственного управления народным хозяйством, систему хозяйственных и общественных организаций, активно участвуют в разработке долгосрочной технической политики государства, в выработке конкретных мер повышения эффективности и качества производства.

Таким образом, техническая интеллигенция промышленных предприятий, занимая важные позиции в общественном производстве, вместе с рабочим классом, учеными выступает одной из основных движущих сил научно-технического прогресса, проявляя большую активность в ускорении его темпов. Изменение состава технической интеллигенции характеризуется не только повышением уровня образования, но и появлением новых специальностей, таких как электронщик, программист, менеджер, дизайнер и др.

Раздел 2 Методические указания к практической работе № 2 «Автоматика в доисторическом периоде и античности. Автоматы Средневековья, эпохи Возрождения и Нового времени»

2.1 Автоматика в доисторическом периоде

Первые самодействующие устройства появились ещё в глубокой древности. Примерами первых автоматических систем могут служить орудия охоты. Лук и стрелы известны двенадцать тысяч лет. Древние охотники использовали ловушки на звериных тропах в виде падающего бревна или сетилушки. В этот период находят свое применение также самострелы, до сих пор используемые некоторыми северными народами, например, коми ставили самострелы на зверя, а также для охраны святилищ языческих богов.

Дальнейшим развитием самострельной техники стал арбалет (фр. *arbalète*, от поздне-лат. *arcuballista*: лат. *arcus* – лук и *ballista* – металлический снаряд) как стрелкового, так и болтового типа.

В доисторическом периоде применение автоматической техники носило эпизодический характер и служило чисто утилитарным, практическим целям. Применение самодействующих устройств ограничивалось использованием их для охоты и защиты от диких зверей и посторонних. При этом в качестве энергии, приводящей в действие автомат, использовалась сила натянутой веревки, сила упругости ветви или ствола дерева и/или сила тяжести груза (противовеса), привязанного к чувствительному элементу.

2.2 Автоматика античности

В античности значение автоматике не изменилось. В Древнем Египте для защиты усыпальниц фараонов использовались системы хитроумных ло-

вушек: самострелы, обрушивающиеся потолки, плиты-«перевертыши» и многие другие. Помимо защитных механизмов в античности существовали и разнообразные машины военного назначения. Так, например, на вооружении армии Римской империи были стрелометательные машины (катапульты [4]) и баллисты (лат. *ballista*, от греч. *ballistos* – «бросать»).

В древнегреческих театрах использовались специальные подъёмные механизмы – зоремы (от греч. *eoreme* – поднимаю).

В эпоху античности неоднократно создавались устройства, имитирующие движения живых существ без видимого участия движущей силы. Практические значения такие «автоматы» не имели, но, оставаясь занимательными игрушками, они оказались своего рода предшественниками современных автоматов. Так Архит Тарентский (VI – V вв. до н. э.) изготовил «летающего голубя», Дмитрий Фалерский (III в. до н. э.) – «ползающую улитку».

Наиболее известны автоматы Герона Александрийского (I в. до н. э.). Автомат Герона для продажи «священной» воды явился прообразом автоматов для отпуска жидкостей. Также Герону принадлежал автомат, который распахивал двери храма. Механизмы и автоматы Герона не нашли сколько-нибудь широкого практического применения. Они употреблялись в основном в конструкциях механических игрушек. Он построил театр марионеток, исполнявших пятиактную пьесу о возвращении троянских героев. В качестве источника энергии для своих изобретений Герон использовал в основном гидростатическую нагрузку, некоторые приводились в движение под действием перегретого пара.

Знаменит другой древнегреческий математик, механик и инженер Архимед (287 г. до н. э. – 212 г. до н. э.) из Сиракуз. Его гению принадлежит изобретение полиспаста (система блоков для поднятия крупнотоннажных грузов), крана и бесконечного, или архимедова, винта, используемого до сих пор в Египте для подъема воды.

В древности автоматы придумывали изобретатели-одиночки, и, как правило, в единственных экземплярах. Причем в основном построение автоматов основывалось не на строгой теоретической базе, а на методе проб и ошибок, а также на интуитивных догадках автора. Автоматы тогда носило характер скорее произведения искусства, нежели практически применимой вещи. При этом авторы не раскрывали всех секретов построения данных машин.

В античный период автоматы в основном играли второстепенную роль, так как рабовладельческое общество не имело потребности в облегчении труда рабов, поэтому автоматы того времени зачастую использовались только для увеселительных целей или эпизодически в ходе вооруженных столкновений.

2.3 Автоматы Средневековья и эпохи Возрождения

Существенно повлияло на развитие автоматике изобретение часов с пружинным приводом (П. Хенлейн в Германии, XVI в.) и особенно маятниковых часов (Х. Гюйгенс в Голландии, 1657 г.), в которых впервые использовались принципы и механизмы, получившие впоследствии широкое применение в автоматах. Автоматы этого периода носили только развлекательный характер – для увеселения правителей и знатных вельмож. В период раннего феодализма производство имело в основном ручной характер, что было достаточно для производства товаров для собственного потребления.

Так Альберт Магнус (1193 – 1280), Великий, в XIII в. изобрел механического «человека-привратника», который открывал дверь и кланялся посетителям. Знаменитый немецкий ученый XV века Региомонтан (1436 –1476) сконструировал летающую муху и орла, машущего крыльями и кивающего головой. Орёл, как было задумано, приветствовал императора Священной Римской империи Максимилиана I (1459 –1519).

Леонардо да Винчи (1452–1519) для встречи гостившего в Милане короля Людовика XII изготовил льва, который шел по тронному залу и у подножия трона открывал лапами грудь, высыпая к ногам короля лилии. Известны описания «говорящей головы», созданной Роджером Бэконом (1214–1294), «укротительницы змей», построенной механиком Гастоном Дешаном.

В средневековой Европе автоматизм рассматривалась как проявление черной магии, колдовства и бесовских сил. Религиозное мировоззрение мешало бурному развитию автоматике. Борьба Святой Инквизиции с изобретателями привела к закрытости научных знаний. Боязнь обвинений в ереси заставляла ученых Средневековья скрывать свои изобретения. Это было связано с религиозными воззрениями на Бога как единственного творца – Демиурга. Творить мог только он, и человек не мог брать на себя эту роль.

2.4 Автоматы Нового времени

В XVII–XVIII вв. в Европе были очень популярны весьма совершенные и дорогие механические игрушки: «писец» австрийского изобретателя Фридриха фон Кнауца (1724–1789), способный держать перо и писать 107 различных слов; «утка» и «флейтист» французского механика Жака Вокансона (1709–1789); «парикмахер» Г. Грасфельдера, «говорящий человек» венгерского инженера Фаркаша Вольфганга фон Кемпелена (1734–1804). «Утка» Вокансона могла воспроизводить довольно большой комплекс различных движений. Она не только крякала и передвигалась, переваливаясь с боку на бок, но также плавала и плескалась в воде, двигала головой, расправляла крылья и приводила в порядок перья с помощью своего клюва. Кроме того, утка пила воду и клевала зерна, «переваривая» их с помощью химических веществ. «Флейтист» того же автора представляла собой фигуру в рост человека, которая подвижными пальцами исполняла заложенные в его программу 11 мелодий.

Истинными виртуозами своего дела были швейцарские часовщики Пьер-Жак Дро (1721–1790) и его сын Анри (1752–1791) из Шо-де-Фон. Ярким примером творчества Дро-старшего стали часы, представленные королю Испании Фердинанду VI (1713–1759): каждый час изящно исполненный пас-тушок подносил ко рту горн и трубил соответствующее времени количество раз. Собака, лежавшая у его ног, лаем реагировала на прикосновение к фруктам. Стоило убрать руку, как лай прекращался. Весной 1770 г. П.-Ж. Дро создал первого механического человека – куклу размером с пятилетнего ребенка. Она сидела на скамейке перед столиком и писала гусиным пером, обмакивая его в стоявшую рядом чернильницу. Причем не просто слова, а целые фразы и даже предложения красивым каллиграфическим почерком. Весь приводной механизм размещался внутри механического писца, отчего он выглядел еще изящнее. Когда механический человек писал, он двигал головой, из-за чего казалось, что он следит за тем, что пишет. Окончив писать, он высыпал лист бумаги песком для высушивания чернил, а потом стряхивал его.

Следующим творением семейства Дро стала Пианистка. Кукла намного превосходила по сложности конструкции предыдущих механоидов. Она играла на фисгармонии, ловко нажимая пальцами на клавиши, при этом Пианистка натурально заглядывала в ноты и даже сдувала с них соринки. Кроме того, она поворачивала голову и глаза, как бы следя за положением рук, у нее, как при дыхании, мерно вздымалась грудь.

Движения всех трех механических кукол были очень естественны. Эти андроиды (от греч. andros – человек, мужчина и eidos – подобный) были изготовлены в коммерческих целях: их возили по Европе, показывая за плату. Позднее, в эпоху промышленной автоматике, такого рода устройства не исчезли совсем, а выродились в более простые и дешевые механические игрушки. Существовали даже целые механические театры. «Театрами автоматов» украшали настольные часы, которые покупали богатые люди, и башенные часы, соорудившиеся по заказам городских властей. Сегодня, например,

в Праге до сих пор можно видеть часы Староместской ратуши, на которых куклы-автоматы ежечасно разыгрывают целое представление. Зачатки применения автоматической техники можно обнаружить при мануфактурном производстве. Сюда можно отнести использование дробилок или воздуходувных мехов, приводимых в движение водяными колесами. Дороговизна и ненадежность автоматики не позволяли использовать ее в качестве инструмента в производстве.

Раздел 3 Методические указания к практической работе № 3

«Автоматы – источники промышленной революции»

3.1 Автоматы – источник промышленной революции

Первое промышленное использование автоматов относится к XVIII в. – периоду промышленной революции, когда средства труда приобрели такую материальную форму существования, которая обусловила замену человеческой силы силами природного происхождения и рутинных приёмов в организации труда сознательным использованием накопленного опыта.

К автоматическим устройствам этого времени, имевшим в основном экспериментальный характер, относятся: в России – автоматический суппорт Андрея Нартова для токарно-копировальных станков (20-е гг. XVIII в.), поплавковый регулятор уровня воды в котле И. И. Ползунова (1765), в Англии – центробежный регулятор Дж. Уатта (1784), во Франции – ткацкий станок с программным управлением от перфокарт для выработки крупноузорчатых тканей Ж. Жаккара (1808) и др.

В 1784 г. шотландский инженер Дж. Уатт (1736–1819), изобрел центробежный регулятор частоты вращения первой паровой машины промышленного исполнения, запатентованной им в 1782 г. Регулирование частоты вращения осуществлялось двумя сбалансированными на одной оси грузами,

вращающимися синхронно с валом машины и соединенными с дроссельной заслонкой, перекрывающей проходное сечение парового патрубка.

Установка паровой машины Дж. Уатта на транспортные объекты (позвожки и корабли) привела к созданию паровозов и пароходов, что привело к появлению транспортного машиностроения. Интенсивное развитие паровой транспортной энергетики поставило перед наукой задачу разработки теории регулирования, пригодной для промышленного проектирования систем регулирования.

Автоматические устройства XVIII–XIX вв. основывались на принципах и методах классической механики. Развитие электротехники, практическое использование электричества в военном деле, связи и на транспорте привели к ряду открытий и изобретений, послуживших научной и технической базой для новых типов автоматов, действующих при помощи электричества. Важное значение имели работы русских учёных: изобретение П. Л. Шиллингом (1786–1837) магнитоэлектрического реле (1830) – одного из основных элементов электроавтоматики, разработка Ф. И. Балюкевичем, В. М. Тагайчиковым и др. в 80-х гг. XIX в. ряда устройств автоматической сигнализации на железнодорожном транспорте, создание С. М. Апостоловым-Бердичевским совместно с М. Ф. Фрейденбергом первой в мире автоматической телефонной станции (1893–1895) и мн. др.

Возникновение новой самостоятельной области науки и техники – электроники, привело к появлению принципиально новых электронных автоматических устройств и целых комплексов от электронного реле до управляющих вычислительных машин. По мере развития автоматов расширялись их возможности и области применения.

Из механизмов, выполнявших одну какую-либо функцию без прямого участия человека, автоматы превратились в сложные автоматические устройства, успешно выполняющие функции контроля, регулирования и управления. Вместо отдельных автоматов стали применяться, особенно в промыш-

ленности, энергетике и космонавтике, автоматические комплексы, часто с использованием электронных вычислительных машин.

Первая промышленная революция создала новую среду для человечества. Приведя крестьян с полей и ремесленников из малых мастерских на фабрики, она обеспечила концентрацию и централизацию человеческих усилий и тем самым – массовое производство. Изобретения Дж. Уатта и др. совершают цивилизованный переворот. Влияние новых машин на повседневную жизнь имело гораздо более революционный характер, чем сами машины. Революция, связанная с автоматизацией, приводит к более глубоким социальным последствиям, чем те или иные технологические усовершенствования.

Если в XVII в., когда большинство людей работали от 60 до 70 ч в неделю, чтобы свести концы с концами, и вопрос о том, что делать со свободным временем, не возникал, то уже к XX в. для промышленности стала приемлемой 40-часовая рабочая неделя. Многие рабочие стали иметь в несколько раз больше свободного времени и по мере распространения автоматизации индивидуальная производительность возросла, количество человеко-часов, затрачиваемых на конкретную работу, уменьшилось. Экономистами прогнозируется возможность введения в промышленности 30-часовой рабочей недели.

Научно-техническая революция привела к трансформации многих черт общества. Запрет детского труда и законы, регулирующие заработную плату, продолжительность и условия труда, эволюционировали так, чтобы защитить человека от экстремальных воздействий производственной среды. Автоматизация освобождает людей от производственной зависимости. Рабочая сила перемещается с заводов в учреждения (а функции самих учреждений все более переходит к работе на дому), что делает из рабочего не участника технологического процесса, а наблюдателя, контролера, – «постиндустриальные трудящиеся».

Искусство и культура традиционно зависели от патронажа привилегированных социальных слоев. С появлением все большего свободного времени и денежных средств у широких слоев населения культура и искусство стали занимать в жизни людей более заметное место.

Раздел 4 Методические указания к практической работе № 4 «Автоматика XX века»

4.1 Автоматика XX века

Новый этап в развитие автоматического управления характеризуется внедрением в системы регулирования и управления электронных элементов и устройств автоматики и телемеханики. Это обусловило появление высокоточных систем слежения и наведения, телеуправления и телеизмерения, системы автоматического контроля и коррекции. 50-е гг. XX в. ознаменовались появлением сложных систем управления производственными процессами и промышленными комплексами на базе электронных управляющих вычислительных машин.

Создание ЭВМ дало новый толчок для развития автоматической техники, так как их вычислительная мощь позволила автоматизировать не только «старые» производственные задачи, но и внедрять автоматизацию в новые сферы человеческой деятельности. Симбиотическая связь ЭВМ и автомата уже не позволяет их отделить друг от друга: тенденция развития одного компонента тут же влечет развитие в другой области, и наоборот. Для нужд производства создаются все более совершенные средства автоматизации, которые требуют все более сложных вычислительных средств. Это влечет за собой развитие управляющего комплекса автоматики и даже создание нового математического аппарата (появление кибернетики вообще и теории автоматического управления в частности), а это в конечном итоге приводит к тому,

что новые разработки тут же применяются в различных областях общественного производства.

Использование атомной энергии предъявляет новые требования по точности управления и скорости реакции, которые находят свою реализацию в системах «жесткого» реального времени.

Другим толчком для бурного развития автоматов стало освоение ближнего космического пространства. Так если освоение Луны аппаратами происходило при помощи управления с Земли (проекты «Луна» СССР и «*Surveyor*» США), то уже для исследования поверхности Венеры были использованы автоматические станции (проекты «Венера» СССР и «*Mariner*» США). Дальнейшее исследование Солнечной системы происходило с помощью автоматических станций (например, проект «*Voyager*» США).

Еще одной важной сферой применения систем автоматизации — это контроль технологических процессов (автоматизированные системы управления технологическим процессом, АСУТП), и в частности в автоматизированных системах диспетчерского управления (АСДУ; англ. *Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA*).

Внедрение автоматизации в научно-исследовательскую (автоматизированные системы научных исследований – АСНИ) и конструкторскую (системы автоматизированного проектирования – САПР) деятельность позволяет избавиться от рутинных вспомогательных операций таких, как планирование и проведение серий экспериментов, обработка экспериментальных данных, и т. п., и сосредоточиться непосредственно на творческом аспекте научной и проектной деятельности. При этом системы автоматического проектирования самостоятельно следят за соблюдением нормативных актов и облегчают выпуск проектной документации в соответствии с ними, а это облегчает внедрение проекта в производство.

К концу XX в. автоматизация проникает во все сферы человеческой жизни. Появляются автоматизированные системы менеджмента (автоматизи-

рованные системы управления предприятием, АСУП) и как составной части системы документооборота (системы автоматизации документооборота, САД). Это позволяет упростить ведение бухгалтерского учета, облегчает планирование производства, позволяет оптимизировать предпринимательскую деятельность для получения большей прибыли и избавиться от издержек, связанных с содержанием излишнего управленческого аппарата.

Начиная с внедрения конвейерных линий, в машиностроении внедряются системы автоматического обработки металла. Объединение ЭВМ и металлообрабатывающего станка порождает станок с численным программным управлением (ЧПУ), который позволяет без вмешательства человека устанавливать заготовку, обрабатывать ее различными инструментами и отправлять готовое изделие на дальнейшую обработку. Увеличение точности сервомеханизмов, их компактность и безынерционность приводят к созданию манипулятора («механической руки»). Развитие манипуляторов привело к созданию промышленных роботов, представляющих собой высокоточный манипулятор, оснащенный необходимым инструментарием (сварочная головка, захват, слесарный инструмент и т. п.). Промышленные роботы позволили автоматизировать процессы обработки, монтажа и сборки изделий.

Многократно увеличившийся объем товарооборота и номенклатуры товаров предъявляет новые требования к ведению складского хозяйства. Это приводит к созданию систем автоматического управления складом (САУС; англ. *Warehouse Management System*, WMS). Причем здесь речь идет не только о процессе приема и регистрации товаров, но и о размещении товаров на складе при помощи автоматических беспилотных погрузчиков.

Усложнение техники влечет за собой коренное изменение и в образовании. Информационные системы, программирование и машинные языки привели к прорыву в теории и практике обучения. Автоматизация начинает применяться и в сфере образования как на стадии оценки знаний, так и на стадии непосредственного преподавания (автоматизированные обучающие

системы, АОС) [6]. Сюда можно отнести дистанционное обучение и компьютерное тестирование знаний. В последнее время появилась тенденция внедрения в образовательный процесс компьютерных технологий, которые позволяют в некотором роде заменить живого учителя – концепция «электронного учителя».

Автоматизация библиотечного и архивного дела (автоматизированные библиотечно-информационные системы, АБИС) ускоряет доступ к необходимой информации находящейся в библиотечных и архивных фондах, а постепенный переход от бумажных носителей к электронным делает этот процесс еще проще – создается концепция электронных библиотек и архивов.

Незаменимым становится применение автоматов в агрессивных, вредных для человека средах (высокий уровень радиации, токсичность среды, экстремальные значения давления и температуры и т. д.) или в чрезвычайных ситуациях (различного рода природные и техногенные аварии, террористическая угроза и т. п.). Всё больше автоматы находят свое применение в военно-оборонной среде (различного рода роботы-сапёры, беспилотные летательные аппараты-разведчики и т. д.).

Но было бы неправильным утверждать, что автоматика используется исключительно только в производственной и научной среде. Автоматика прочно завоевала свои позиции и в быту. Имеется множество автоматических бытовых приборов, облегчающих уборку помещений, стирку белья, приготовление пищи, мытьё грязной посуды и т. п.

Развитие техники в этом направлении приводит к появлению устройств, которые выполняют необходимые работы по дому самостоятельно, например пылесосы-роботы фирмы *iRobot* автоматически убирает помещения.[8].

Массовое внедрение Интернет-технологий позволило объединить не только персональные компьютеры, но и бытовую технику, имеющую сетевые модули ввода/вывода с поддержкой стека протоколов TCP/IP. Так, например,

холодильник «*Screenfridge*» фирмы *Electrolux* может самостоятельно делать заказы необходимых продуктов питания посредством сети Интернет.

Внедрение сетевых технологий в домашний обиход приводит к понятию «умный дом». Это концепция позволяет не только оптимизировать расход электроэнергии или воды, следить за поддержанием комфортного микроклимата в помещениях дома или обеспечивать безопасность, но и производить это удаленно через сеть Интернет через защищенный VPN-канал.

Раздел 5 Методические указания к практической работе № 5

«Автоматика XXI века»

5.1 Автоматика XXI века

Как уже было сказано в машиностроении всё больше производств становятся роботизированными. Полная роботизация машиностроительных производств приводит к концепции «безлюдного производства», которое в идеале должно представлять собой полностью автоматическое производство без участия человека, где прием сырья, технологические операции, контроль производства и отгрузка готовой продукции (а также доставка потребителю) будет производиться полностью автоматически.

Но если вернуться к этимологии слова робот, то можно сказать, что робот (от чешск. *robota* – подневольный труд) был изобретен чешским писателем Карелом Чапеком и его братом Йозефом и впервые использован в пьесе «*R. U. R.*» («Россумские универсальные роботы», 1921). В данном произведении под роботом подразумевалась машина с антропоморфным строением и поведением – «механический человек».

Идея создания «искусственного человека» не нова. В качестве примера можно привести древнееврейского Голема (глиняный человек, оживленный при помощи каббалы) или гомункулуса (от лат. *homunculus* – человечек) – искусственный человек в алхимической традиции. Но только при современном уровне развитии информационных технологий эта концепция стала как-никак близкой к реализации. В обиход вводится понятие «искусственного интеллекта» (ИИ) – свойство автоматических и автоматизированных систем брать на себя отдельные функции человеческого интеллекта, то есть выби-

рать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних условий (воздействий).

С этой точки зрения нужно по-новому понимать термин «андроид» (см. выше). В современном понятии это не просто внешнее сходство автоматической системы с человеком, но и сходство его взаимодействия с человеком и окружающей средой.

Уже сейчас информационные системы, имитирующие интеллект человека, находят свое применение в различных областях науки и техники. Как уже отмечалось ранее, внедрение систем искусственного интеллекта в индустрию позволяет создавать безлюдные производства.

Для обмена информацией с окружающей средой андроиды должны обладать аналогами органов чувств человека – сенсорам. Современные антропоморфные роботы обладают датчиками положения, видео- и аудиоанализаторами, а также модулями синтеза человеческой речи. Для взаимодействия с внешним миром информация, полученная от них, должна быть преобразована в цифровую форму и адекватно обработана. Это поставила перед создателями проблемы распознавания образов и анализа и синтеза речи, для этого был создан соответствующий математический аппарат. В перспективе это может привести к созданию замены для секретарей-референтов, переводчиков и экскурсоводов и др. профессий, связанных с общением. Роботы смогут понимать обычную человеческую речь, обрабатывать вопрос в произвольной форме и давать на него ответ, исходя из содержания своей базы знаний.

На данный момент успешно ведутся работы по приданию роботам человеческой походки. Для этого в рамках биомеханики была проанализирована локомоция (от лат. *locus* – место и *motio* – движение) человека и разработаны математические модели ходьбы. Это нашло свое отражение в проекте ASIMO (сокр. от англ. *Advanced Step in Innovative MObility*) фирмы *Honda*.

Как можно видеть, появление роботов было предсказано писателями-фантастами задолго до воплощения их «в металле». В научной фантастике

также были сформулированы так называемые «Три закона робототехники» (Айзек Азимов, «Хоровод», 1942):

1. Робот не может причинить вреда человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред.

2. Робот должен выполнять приказы человека в той мере, в которой это не противоречит Первому Закону.

3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму Законам.

Это обязательные для всех роботов правила поведения. Данные правила затрагивают основополагающие проблемы взаимоотношения человека как создателя и робота как созданного им объекта. Причем правительства некоторых стран всерьез озаботились этой проблемой, например, правительство Южной Кореи разрабатывает «Устав этических норм для роботов».

Имеется тенденция создания киборгов (англ. *cyborg*, сокр. от англ. *cybernetic organism* – кибернетический организм) – биологических организмов, содержащий механические компоненты, биолого-механических симбиотических организмов. Такое слияние на данном этапе развития техники заключается в замене ампутированных конечностей на кибернетические аналоги (например, протезы C-LEG немецкой компании *Otto Bock*). Имеются разработки в области возвращения потерянного зрения и слуха при помощи интеллектуальных имплантатов, которые посылают сигналы непосредственно в мозг пациента.

Раздел 6 Методические указания к практической работе № 6 «Отечественные ученые в области автоматического контроля»

6.1 Историческая справка об отечественных ученых в области автоматического контроля

Под производственным контролем понимают проверку соответствия контролируемых параметров заданным техническим условиям. Результаты контроля можно получать в виде сигналов, непрерывного указания с помощью стрелочных указателей, записи на движущейся ленте, сортировки и т.п.

Удельный вес операции контроля в технологических процессах современных производств очень велик. На некоторых предприятиях в силу отставания техники производственного контроля численность контроллеров достигает 40 % общего числа рабочих, занятых непосредственно на производственных операциях. Трудоемкость многих контрольных операций весьма значительна. Так, например, болт крышки шатуна на автомобиле можно обработать в 2,7 мин, а для контроля такого болта требуется 2,1 мин. Для обработки пружины клапана автомобиля потребуется 0,65 мин, а для контрольных операций - 0,8 мин.

Номенклатура контрольно-измерительных инструментов на современных крупных машиностроительных заводах достигает десятков тысяч. Из 130 тыс. операций, необходимых для изготовления авиационного мотора, свыше 50 тыс. приходится на контрольные операции.

В ряде производств выполняются измерения с точностью, исчисляемой в микронах, а чистоту поверхности приходится измерять с точностью до десятых и даже сотых долей микрона.

Развитие автоматического контроля тесно связано с ростом массового производства. Механизация и автоматизация контроля резко увеличивают экономичность массового производства.

Необходимость в автоматическом контроле возникает также в тех случаях, когда операция контроля, выполняемая вручную, требует относительно много времени, когда нужно получить очень точные измерения или когда требуемая скорость измерения настолько велика, что оно вручную не может быть практически выполнено (например, при исследовании процесса выстрела), автоматизация контроля целесообразна, когда требуется контролировать протекание длительных процессов и процессов, происходящих на дальнем расстоянии (например, контроль за местонахождением поездов на ж.-д. транспорте, контроль различных параметров при испытании самолета, контроль уровня воды в бассейнах на гидростанции и т.п.).

Автоматизация контроля способствует улучшению качества выпускаемой продукции, повышению производительности труда и росту общей культуры производства.

Для достижения современного высокого уровня автоматического контроля потребовалось, естественно, длительное время. Большую роль в развитии техники измерений и методов контроля (в том числе и автоматического) сыграли русские изобретатели и ученые.

Славная плеяда ученых, труды которых прямо или косвенно помогали развитию рассматриваемой области техники, начинается с имени крупнейшего русского мыслителя XVIII в. М.В. Ломоносова (1711 - 1765). Так, им была высказана идея автоматических самопишущих метеорологических приборов. Вместе с академиком Г.В. Рихманом (1711-1753) М.В. Ломоносов произвел множество опытов и наблюдений, в результате которых ими был построен первый в мире электроизмерительный указывающий прибор – электрометр со шкалой или, как они его называли, «электрический гномон». Г.В. Рихман описал этот прибор в статье «Об указателе электрическом и его употребле-

нии при опытах...». М.В. Ломоносов первый в мире указал на то, что «электричество взвешено быть не может» и тем самым предвосхитил идею создания ряда электроизмерительных приборов, замечая при этом, однако, что электричество – не жидкость (как уверяли тогда европейские ученые), а действие.

Мысли М.В. Ломоносова об электричестве получили дальнейшее развитие в трудах В.В. Петрова, Б.С. Якоби, Э.Х. Ленца, П.Л. Шиллинга, П.Н. Яблочкова, А.С. Попова и многих других русских ученых и изобретателей.

Академик В.В. Петров (1761-1834), первый русский ученый-электротехник закрепил за Россией первенство по многим вопросам, касающимся раскрытия природы электричества, которые легли впоследствии в основу практического применения электричества (в том числе и многих современных электрических устройств автоматического контроля). Значение его трудов («Известия о гальвани-вольтовых опытах...», 1803 и «Новые электрические опыты», 1804) и исследования электрического разряда в газах исключительно велико.

В 1832 г. младший современник В.В. Петрова - чл.-корр. Российской академии наук П.Л. Шиллинг (1786-1837) положил начало применению электрического тока для практических цепей. Он изобрел первый оправдавший себя на практике электрический телеграф, в котором условные сигналы передавались с помощью магнитных стрелок. П.Л. Шиллинг применил в этом телеграфе сконструированное им самим первое в мире магнитоэлектрическое реле. Идеи, лежащие в основе действия подобного реле, широко осуществляются в современной электроавтоматике, в том числе и автоматическом контроле. Когда В.В. Петров оставил работу в Академии наук, его физический кабинет перешел в ведение молодого физика Э.Х. Ленца (1804-1865). Работы Э.Х. Ленца и акад. Б.С. Якоби (1801-1874) имеют исключительно большое значение для дальнейшего развития, теории и практики электротехники. Они развили учение об электромагнитной индукции, которое лежит в

основе многих современных электромеханических контрольно-измерительных приборов и установок.

В 1834 г. Б.С.Якоби создал первый в мире электродвигатель с вращающимися электромагнитами и разработал идею «центробежного коммутатора». Он же создал первый электрогироскоп, применяемый в современных курсовых автоматах. В 1839 г. Б.С. Якоби создал интересное регулирующее устройство для телеграфа. В 1841 г. Б.С. Якоби и Э.Х. Ленц сконструировали оригинальный прибор - авометр, с помощью которого можно было производить точные электрические измерения.

Очень важную роль в различных отраслях науки сыграл прибор, созданный Э.Х. Ленцем в 1843-1844 гг., для определения теплового эквивалента электрического тока (закон Ленца-Джоуля). В 1857 г. Э.Х. Ленц разработал прибор (осциллограф) для определения формы кривой однофазного переменного тока. В связи с этим следует отметить, что в современных устройствах автоматического контроля широко применяют идею осциллографирования и анализа по осциллограммам протекающих процессов.

Все эти работы создали прочную основу для дальнейшего практического использования электрической энергии, в том числе и для целей контроля. Интересные работы в области контроля производились нашими соотечественниками в военных ведомствах, особенно после Крымской кампании.

Выдающийся механик, электротехник и приборостроитель, родоначальник реактивной техники К.И. Константинов (1817-1871) разработал и построил в 1842-1844 гг. первую в мире автоматическую электробаллистическую установку, предназначенную для измерения скорости полета снарядов, т.е. для контроля быстропротекающих процессов. В установке К.И. Константинова, расположенной на Волковом поле под Петербургом, имелись элементы автоматических контрольных приспособлений. Эта установка автоматически давала сигналы в моменты прохождения снаряда через особые

шиты, поставленные на пути его полета, и автоматически же регистрировали эти сигналы на миллиметровой сетке, нанесенной на поверхность равномерно вращающегося цилиндра. Таким образом К.И. Константинов создал первый самопишущий контрольный автомат.

В 1847 г. он сконструировал прибор для измерения высоты полета сигнальных ракет, а в 1848 г. создал ценную конструкцию оптического дальномера. В это же время К.И. Константинов разрабатывает так называемый ракетный баллистический маятник с регистрирующим приспособлением и регулятором числа оборотов. Это устройство позволило исследовать баллистические свойства ракет. В 1849 г. он создал интересный прибор, названный им «акустический регулятор». Прибор этот позволял контролировать скорость сверления.

В 1855 г. К.И. Константинов построил оригинальный «автоматический разобщительный механизм со счетным прибором», а в 1860 г. он создал регистрирующий динамометр для определения изменения давления в стволе орудия, опередив на 10 лет иностранных инженеров Депре и Себера.

В то же время К.И. Константинов первый предложил проводить автоматическую поверку приборов на точность. Следует заметить, что выдающиеся работы К.И. Константинова долгое время были забыты. Многие из его изобретений в этой области незаслуженно приписывались Ч. Уитстону и Л. Бреге, которые фактически по заданию самого К.И. Константинова изготавливали для него первые варианты его приборов.

В 1867 г. на плавучей артиллерийской батарее близ р. Ревеля (Таллин), носившей название «Не тронь меня», были произведены испытания системы автоматической («гальванической») стрельбы, разработанной другим талантливым русским изобретателем - А.П. Давыдовым. Эта система явилась первым в истории техники автоматизированным устройством, где был осуществлен централизованный контроль одновременно ряда объектов.

Установка А.П. Давыдова с помощью «гальванических индикаторов», «прямых и поверочных гальванических – креномеров», колокольчиков и других сигнальных указателей обеспечивала прицельную стрельбу по движущимся целям. Его установка применялась, как для береговых, так и для судовых батарей. Совершенствуя в дальнейшем свою установку, А.П. Давыдов создал следящую систему с коррекцией, которая автоматически обеспечивала, в зависимости от изменения расстояния судна до цели, необходимый угол возвышения орудия.

В 1831 г. Николай Кандалицев построил и запатентовал автоматический прибор для замера расхода жидкостей, являющийся прототипом современного объемного расходомера.

Интересны относящиеся к рассматриваемой области работы В.Н. Чиколева (1845-1898), изобретателя и ученого, одного из создателей поныне выходящего старейшего русского электротехнического журнала «Электричество». В.Н. Чиколев разработал весьма оригинальный фотометод испытания параболических отражателей для прожекторов и выполнил необходимую для этих испытаний аппаратуру. Фотометод он применил также и для определения скорости полета снарядов. В.Н. Чиколев создал ряд приборов и существенно усовершенствовал телевольтметр Гартмана-Брауна.

Как известно, приборы и приспособления для сортировки и браковки массовых изделий были впервые применены в русском монетном и патронном производствах. Одним из выдающихся конструкторов и изобретателей, работающих в патронном производстве, был В.Ш. Петрушевский (1829-1891). Им были созданы механические контрольные автоматы, позволившие производить массовую проверку пуль (по весу) и гильз (по линейным размерам). В шестидесятых годах XIX В.Ф. Петрушевский разработал автоматическую электрифицированную дальномерную установку. Им уже было создано несколько видов приборов для контроля состояния мин и «гальванический передатчик» показаний дальномерного орудийного устройства.

Большой интерес представляют также работы М.М. Борескова, создавшего автоматические сигнальные устройства для «прослушивания» подземных минных работ неприятеля».

Интересны работы в области контроля изобретателя-механика Петербургского арсенала В.Е. Егорова (1883-1938), сконструировавшего и построившего в 1910-1912 гг. прибор для массового контроля качества металла. Этот прибор имел ряд преимуществ по сравнению с известными приборами Бринеля, Вика. Он успешно применялся в артиллерийских и других производствах.

В русском морском флоте достаточно широко для того времени употреблялись различные устройства автоматического контроля. Так, в 1873 г. на Венской Всемирной выставке русский изобретатель С.К. Држевецкий демонстрировал «автоматический прокладчик» курса корабля. Год спустя в Кронштадте испытывался его новый электрический лаг, позволяющий автоматически определять скорость судна и пройденный им путь.

В 1876 г. сын известного русского путешественника Ф.П. Врангеля Ф.Ф. Врангель и И.М. Диков сконструировали и построили установку для автоматического контроля высоты приливов и отливов и электрической передачи показаний об изменении уровня воды на значительное расстояние в будку наблюдателя. Это устройство было установлено на реке возле г. Николаева. Это позволило осуществлять непрерывную регистрацию изменений высоты уровня воды, в то время как ранее существовавшие приборы могли показать только высоту воды в данный момент.

В 1879 г. преподаватель Кронштадтских минных классов изобретатель А.С. Степанов сконструировал первый термогальванометр, который нашел применение, кроме морского дела, в различных других областях техники.

Ученый-океанограф адмирал С.О. Макаров (1848-1904) в 1882 г. создал первый флюктометр - прибор, позволяющий определять скорость подводных течений в морях и океанах,

Н.И. Захаров, крестьянин Смоленской губернии, талантливый самоучка, в 1885 г. представил на Третью Петербургскую электротехническую выставку свой прибор, предназначенный для «автоматического записывания на плане пути неприятельского судна и определения его расстояния и направления, в котором оно находится».

Из ряда работ, посвященных другим вопросам автоматического контроля, назовем следующие.

На первой электротехнической выставке, устроенной в Петербурге в 1880 г., демонстрировался прибор с пневматическим приводом А.М. Хотинского, который контролировал горение электрических свечей и в случае потухания одной из них переводил электропитание на другую свечу. В установке имелся электромагнитный прибор, указывающий на то, какая из свечей горит.

Изобретатель и профессор физики Петербургского лесного института Д.А. Лачинов (1842-1902) построил в 1883 г. компенсационный фотометр и оптическое дальномерное устройство, а в 1867 г. создал установку для контроля качества изоляции высоковольтных проводов.

Важно отметить также работы В.А.Тихомирова (1849-1899), который создал надежный упрощенный гальванометр, входивший составной частью а некоторые контрольно-измерительные устройства, и работы Ч.К. Скрижинского (1849-1912), постоянного сотрудника журнала «Электричество», создавшего установку для контроля повреждения кабеля.

Большие работы по автоматическому контролю проводились и на ж.-д. транспорте. Так, в 1868 г. инженер С. Праус создал с электромагнитным маятниковым реле для «контроля быстроты движения поездов». В 1875 - 1860 гг. начальник телеграфа ж.-д. Ф.И. Балюкевич построил электроиндукционную систему сигнализации и контроля движения поездов. В этой области также успешно работал В.И. Тагайчинов, создавший ряд контрольно-

сигнальных приборов, В 1694 г. инженеры А.П. Гордиенко и И.А. Протасевич создали систему автоматической сигнализации и контроля.

В 1887г. известный физик А.Г.Столетов (1839-1896) открыл явление фотоэлектрического эффекта и создал актинометр. В том же году профессор Казанского университета В.А.Ульянин (1863-1931) исследовал явление внутреннего фотоэффекта. Этими работами А.Г.Столетов и В.А.Ульянин заложили основу для развития электронной автоматики.

В 1907 г. Б. Л. Розинг впервые применил электронно-лучевую трубку с магнитным управлением. Подобная трубка является и в настоящее время весьма важным элементом во многих автоматических устройствах контроля.

Важно отметить, что одним из первых шагов, приведших замечательного русского ученого А.С. Попова (1858-1905) к открытию радио, была разработка им в 1895 г. прибора «для обнаружения и регистрирования электрических колебаний».

Значительный интерес представляет прибор, созданный в 1886 г. старейшим русским электротехником М.А. Шателевым. Новый прибор предназначался для исследования на экране переменных токов и был назван М.А. Шателевым курбографом.

Даже этот неполный перечень работ показывает, какой неоценимый вклад внесли русские ученые, инженеры и изобретатели в дело создания и развития рассматриваемой области техники. Однако следует отметить, что многие изобретения талантливых соотечественников дореволюционной России из-за недалекости и косности царских чиновников, их раболепия перед всем иностранным, не нашли ни применения, ни воплощения даже в виде опытных образцов.

Многие работы зарубежных авторов в области автоматического контроля являются в той или иной степени повторением или развитием (как правило, без ссылки на этот факт) работ наших соотечественников.

Техническое перевооружение всего народного хозяйства обусловило широкое внедрение в производство автоматического контроля. Была создана мощная приборостроительная промышленность, обеспечивающая потребность всех областей науки и техники. Выросли замечательные кадры приборостроителей.

Характеризуя в самых общих чертах развитие техники автоматического контроля за последние годы, можно сказать, что успехи ученых, инженеров, изобретателей и рабочих в нашей приборостроительной промышленности весьма значительны.

В конце 40-х гг. в Москве была устроена выставка приборов автоматического контроля для машиностроительных производств. На выставке было представлено более 60 различных приборов и автоматических устройств для контроля и сортировки деталей по размерам, качеству поверхностей и т.п. Одной из первых организаций, начавших заниматься разработкой указанной проблемы, было Научно-исследовательское бюро взаимозаменяемости Министерства станкостроения (НИБВ). Это бюро разработало первые отечественные автоматы контроля, использующие электроконтактный метод. По индуктивным, емкостным и фотоэлектрическим методам контроля основные работы проводились Всесоюзным электротехническим институтом имени В.И. Ленина (ВЭИ). Институт создал автоматические контрольные установки для многодиапазонной сортировки изделий с использованием указанных выше методов. Значительные работы по автоматическому контролю проведены Институтом автоматики и телемеханики АН СССР, лабораторией электроавтоматики Министерства транспортного машиностроения, экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС) и др.

Устройства автоматического контроля успешно внедряются и в ряд других производств. Еще до Великой Отечественной войны проф. Н.С. Акулов создал аппаратуру для автоматического контроля качества технической об-

работки деталей, доц. Ф.Е. Темников закончил свои работы в области контроля процессов подземной газификации, акад. Г.С. Лендсберг разработал установки для химического контроля состава металлов. Группа научных работников под руководством проф. А.П. Чекмарева получила в 1941 г. государственную премию за разработку автоматического контроля толщины прокатываемого листа.

О достижениях в области автоматического контроля, применяемого в самых различных областях науки и техники, ярко свидетельствуют груды видящихся ученых, инженеров и изобретателей, удостоенных Государственной премии и в последующие годы.

В 1943-1944 гг. Государственную премию получили инженеры А.М. Федюшин, Д.К. Киселев и др., создавшие ряд приборов для массового контроля; Е.М. Коноплев, В.М. Курбатов, М.Ф. Селицкий, Л. Н. Кисляков и др., построившие автоматическую метеорадиостанцию для Арктики и других труднодоступных мест.

В 1945 г. были удостоены Государственной премии Л.М. Иванцов, С.Л. Мандельштам, Н.С. Свинтицкий и В.Ф. Смирнов за работы по созданию аппаратуры для спектрального анализа черных и цветных металлов и сплавов.

Из работ, высоко оцененных правительством и удостоенных Государственной премией в 1946 г., можно назвать работу инженеров Станкостроительного завода им. Орджоникидзе и ЭНИМС: Б.П. Лебедева, П.И. Стривкина, М.Я. Воловика, С.А. Кайсорянца и С.А. Никитина, создавших высокопроизводительную линию станков для обработки блоков моторов автомобиля ЗИС-150; работы доктора физико-математических наук сотрудника Главной астрономической обсерватории Н.Н. Павлова, разработавшего фотоэлектрический метод регистрации звездных прохождений, повышающий точность астрономических наблюдений.

В 1947 г. были удостоены Государственной премии К.И. Бурцев и др., выполнившие комплексную автоматизацию прокатного станка, включая и

операции контроля; А.М. Дамкий, В.О. Арутюнов, И.С. Стекольников и др., создавшие различные виды осциллографических установок, имевших очень важное значение в технике измерений и контроля, в том числе и автоматического.

Из работ 1948 г. следует отметить работы М.И. Волкова, Г.И. Голышева и др., разработавших аэрологический прибор; Н.А. Толстого и П.П. Феофилова, создавших прибор для исследования быстропротекающих процессов.

В 1949 г. отмечены Государственными прениями работа академика В.П. Линника инженеров Н.Т. Шалаева, А.И. Попова, Г.М. Толмачева и механика-сборщика Л.Ф. Яшманова за создание комплекса приборов для исследования качества обработки поверхностей и для определения микротвердости; работа В.К. Прокофьева, Н.С. Свинтицкого и К.И. Таганова по созданию и внедрению в промышленность новых методов и устройств для спектрального анализа металлов и сплавов».

И, наконец, среди работ 1950 г., свидетельствующих о новых крупных успехах советских изобретателей и ученых во всех областях науки и техники, в том числе и в деле создания автоматических устройств, следует в первую очередь назвать работу по созданию автоматизированного завода. Она является логическим завершением работ, проводившихся рядом организаций (ЭНИМС, НИЕВ и др.), начиная от станка-автомата к автоматической станочной линии и далее к целому заводу-автомату. За участие в создании этого завода 25 человек под руководством чл.-корр. АН СССР В.И. Дикушина были удостоены Государственной премии первой степени. Работники НИЕВ Г.Е. Горецкий, инженер Е.Р. Дворецкий, инженер Н.Ф. Рымарь и другие создали для этого завода новые конструкции автоматических машин и приборов. В том же году инженеры А.А. Андреев, М.С. Барсуков и другие создали для этого завода новые конструкции автоматических контрольных машин и приборов. В том же году инженеры А.А. Андреев, М.С. Барсуков и другие сконструировали новые автоматические измерительные приборы; А.С. Нови-

ков, Б.С. Байбуров и другие разработали статистический метод контроля качества продукции и новые контрольные станки-автоматы.

В заключение отметим работы коллектива конструкторов завода «Коллибр» и ВЭИ, выполненные под руководством Н.Е. Никитина, по созданию высокоточного автомата для контроля и сортировки конических роликов. Этот автомат измеряет и сортирует ролики по 30 груш по диаметру и углу конуса с точностью +1 мк, что в 15 раз выше точности применявшихся до сих пор сортировочных машин, и имеет в 2 раза большую, чем у аналогичных машин, производительность.

На первой стадии развития контрольных автоматических установок создавались контрольные измерительные устройства с простыми индикаторами в виде указателей или сигналов. В последующем своем развитии контрольные установки имели уже сложные исполнительные элементы, из которых следует отметить различного рода регистрирующие приспособления. На более позднем этапе развития этих устройств наблюдается дальнейшая автоматизация, расширение и усложнение исполнительных функций - выполнение сортировки, счета отбраковки, многофункциональный контроль и т.д. Ряд операций по сигнализации и регистрации автоматы выполняют наряду с указанными основными для них функциями.

Характерная особенность развития современных автоматических контрольных устройств, разработанных в 60-80 гг. XX века – их электрификация. Это позволяет придать им свойства дистанционности. Последние достижения в области автоматического контроля найдут широкое применение.

Раздел 7 Методические указания к практической работе № 7
«Историческая справка о разработке теории автоматического
управления»

7.1 Историческая справка о разработке теории автоматического
управления

Теория автоматического управления как наука начала бурно развиваться со второй половины XIX в. Этому процессу предшествовало большое число разработок многих известных ученых, внесших определенный вклад в теорию управления.

Приведем краткие сведения об этих разработках.

ГЕРОН Старший Александрийский (около 120 г. до н.э.). Автор работ, в которых систематически изложены основные достижения античного мира в области прикладной механики.

В работе «Пневматика» Герон описал различные механизмы, приводимые в движение нагретым сжатым воздухом или паром.

В «Механике» он описывал пять простейших машин: рычаг, поворот, клин, винт и блоки, там же дает описание прибора для измерения протяженности дорог (таксометр), автомата для продажи «священной» воды, гидравлической машины (водочерпалки) и др.

Механизмы и автоматы Герона не могли получить сколько-нибудь широкого практического применения в рабовладельческом обществе и использовались преимущественно в качестве своеобразных игрушек.

Энциклопедией античной прикладной механики являются математические работы Герона. В «Метрике» даны правила и формулы для точного и приближенного расчета различных геометрических фигур. Там же приводится формула Герона для определения площади треугольника по трем сторонам.

Влияние работ Герона можно проследить в Европе вплоть до эпохи Возрождения.

ЛЕОНАРДО да Винчи (1452-1519). Итальянский художник, ученый и инженер, один из выдающихся представителей искусства эпохи Возрождения.

Родился в небольшом городке Винчи, близ Флоренции, Отец его, зажиточный нотариус, переселившись во Флоренцию, отдал сына в обучение к знаменитому скульптору и живописцу А. Веррокио. Около 1482 г. Леонардо да Винчи покинул Флоренцию и уехал в Милан, где поступил на службу к Людовику Моро в качестве военного инженера, архитектора, живописца и скульптора.

Последние два десятилетия жизни Леонардо да Винчи были годами скитаний, завершившимися во Флоренции, куда он был приглашен Франциском I. Умер он во Франции. «Леонардо был титаном по силе мысли, страсти и характеру, по многосторонности и учености», как писал Ф.Энгельс об ученых той эпохи. Он был гениальным художником, архитектором, скульптором, инженером, физиком, музыкантом.

Источником знаний он считал опыт, с презрением относясь к вере в магические заклинания, астрологию и т.п. Он провел огромное число опытов, создал проекты машин, станков, летальных аппаратов, орудий, механизмов. Ему принадлежат первые попытки в области воздухоплавания и конструирования летательных аппаратов. В его заметках мы находим схемы парашюта, вертолета и других интересных конструкций. Ему принадлежат многочисленные конструкции токарных, ткацких и печатных машин, многие движения

которых были автоматизированы. Среди этих машин находится и станок для насечки напильников, в котором не только рабочие, но и вспомогательные движения выполнялись автоматически. Галилей Галилео (1564-1642) – итальянский физик, механик и астроном. Родился в г. Пизе, принадлежал к знатной, но обедневшей семье. Отец его был талантливым музыкантом. До двух лет Галилей жил в Пизе, затем переселился с семьёй во Флоренцию, где учился в монастыре. В семнадцать лет по настоянию отца он поступил в Пизанский университет, где изучал медицину.

Увлеченный геометрией и механикой, Галилей бросил медицину и возвратился во Флоренцию. В 1589 г. он получил кафедру математики в Пизе, а в 1592 г. в Падуе - это период наивысшего расцвета творчества Галилея, когда он создал статистические исследования о машинах, работы о законах свободного падения тел и др.

В 1609 г. он построил свой первый телескоп, демонстрация которого с башни св. Марка в Венеции произвела огромное впечатление на зрителей. Астрономические открытия Галилея послужили основой для приглашения его в качестве философа и первого математика Флоренции ко двору герцога Козимо Медичи. В 1632 г. появилась его знаменитая книга «Диалог», вскоре запрещенная и осужденная инквизицией. В 1637 г. Галилей ослеп, а в 1642 г. умер.

Благодаря телескопу Галилей сделал несколько открытий в области астрономии и показал, что наблюдаемые им явления соответствует гелиоцентрической системе мира. Он провел большую работу по созданию принципов механики, сформулировав основные понятия кинематики. Экспериментально установил количественный закон падения тел в пустоте. Ему же принадлежит формулировка исходного закона динамики - принципа инерции. Он открыл закон колебания маятника и первый выдвинул идею относительности движения.

НАРТОВ Андрей Константинович (1693-1756). Выдающийся машиностроитель России первой половины 2УШ в. Создатель сложных копировальных станков с механическим (автоматический) суппортом, обеспечивающих автоматическое изготовление с копирки барельефов, сложнейшие узоры и т.п.

Работу в качестве токаря А.Х. Нартов начал в школе «математических и навигацких наук», где на него обратил внимание Петр I. Вскоре Нартов был вызван в Петербург и начал обучаться токарному делу у мастера Юрия Курносова.

В дальнейшей Нартов едет за границу для знакомства с токарным делом. По возвращении из-за рубежа он заведовал токарней, принадлежащей лично Петру I. Здесь Нартов создал оригинальные станки для фасонной обработки и станки с механическим суппортом. Наиболее отчетливо идея механического суппорта выражена в большом токарно-копировальном станке, где резец, заключенный в суппорте, перемещается посредством реечного механизма.

После смерти Петра I Нартов работал на Монетном дворе, где создал различные устройства, облегчающие технологический процесс. Позже ведал переделом в монеты двадцати тысяч красной меди на Сестрорецком заводе. Затем он работает на монетном дворе в Москве. Перестраивает шлюзовые ворота в доках Кронштадта.

С 1736 г. А.К. Нартов возглавлял мастерские Академии наук, являющиеся единственным предприятием в России, изготавливающим точные приборы. Им написана обобщающая работа по станкостроению «Театрум махи-нарум». С 1742 г. и до конца жизни Нартов трудился над разработкой технологических процессов и оборудования для изготовления стволов артиллерийских орудий, заделкой в них раковин, создал подъемный винт с градуировочной шкалой и множество других изобретений, поставивших его в число самых активных деятелей техники XVIII в.

ПОЛЗУНОВ Иван Иванович (1726-1766). Выдающийся русский теплотехник, разработавший проект создания универсального теплового двигателя, водопарораспределение в котором осуществлялось посредством специального автоматического устройства.

И.И.Ползунов родился на Урале, учился в Екатеринбурге, в первой русской горнозаводской школе, основанной В.Н.Татищевым, В четырнадцать лет Ползунова направили в распоряжение главного механика уральских заводов Никиты Бакарева в качестве одного из «механических учеников». В 1748 г. И.И.Ползунов получил должность техника (гиттеншрейдера) и переехал в г. Барнаул. В 1750 г. он получил чин уттера-шихтмейстера, а затем в 1759 г. - шихтмейстера.

В то время на производстве в основном применялись громоздкие машины, основная часть деталей которых была изготовлена из дерева. Основным энергетическим двигателем предприятий было водяное колесо, которое часто останавливалось от недостатка воды или ломалось во время половодья. И.И. Ползунов решил «водяное руководство пресечь» и создал огненную машину, «способную по воле нашей, что будет потребовано, исправлять». В апреле 1763 г. он подал начальнику Колывано-Воскресенских заводов предложение о постройке изобретенной им машины. В январе 1764 г. канцелярия Колывано-Воскресенских заводов внесла постановление о реализации проекта Ползунова.

Особенно важно отметить, что им были созданы специальные токарные и расточные станки, что характеризует Ползунова не только как теплотехника, но и как выдающегося машиностроителя. Нехватка денег и отсутствие достаточного количества рабочих затягивали и затрудняли работу. Много приходилось делать своими руками. В результате непосильная работа подорвала здоровье Ползунова и 27 мая 1766 г. он умер.

Машина была пущена в эксплуатацию уже после его смерти и проработала вполне исправно 43 дня, принеся около 12 тыс.рублей прибыли. Однако вскоре ее котел дал течь, в результате чего машина была остановлена.

ВОЛОСКОВ Терентий Иванович (1729-1806). Выдающийся русский механик-самоучка. Астрономические часы Волоскова автоматически осуществляли сложные вычисления и показывали их результаты. Они показывали в движении все, что происходит в данный момент на небосклоне. Осуществлялось перемещение Луны и Солнца согласно календаря. Часы автоматически отсчитывали дни, учитывая простые и високосные годы, для чего в механизме был предусмотрен специальный диск, совершавший полный оборот один раз в четыре года. Отмечали религиозные праздники. Кроме того, Волосков создал оригинальный телескоп. Как и его отец, он занимался производством красок, получивших широкую известность. Краски были опробованы Петербургской академией художеств и получили весьма положительную оценку. Посмертно Волоскову была присуждена медаль за изобретение красок.

КУЛИБИН Иван Петрович (1735-1816). Создатель оригинальных часов и театров-автоматов. Родился Кулибин в Нижнем Новгороде в семье мелкого торговца.

Восемнадцатилетним юношей он уже не только ремонтировал сложные часы, но и создавал новые, благодаря чему нижегородский часовщик-изобретатель стал известен далеко за пределами своего города.

В 1764-1767 гг. он изготовил часы, преподнесенные им в дар императрице Екатерине II. Часы состояли из 427 миниатюрных деталей, имели часовой, боевой и курантовый механизм. Особый механизм приводил в движение фигуры театра-автомата встроенного в часах. Здесь на исходе каждого часа открывались створчатые двери, открывая «златый чертог», в котором автоматически разыгрывалось представление, сопровождаемое музыкой и звоном колоколов.

Большое количество разнообразных сложных действий требовало точного, согласованного движения огромного количества различных деталей, что заставляет считать эти часы одним из замечательных автоматов того времени.

Изобретатель часов был вызван в Петербург и назначен в конце 1769 г. руководителем механических мастерских Академии наук, где он должен был «руководить инструментальной, слесарною и токарною палатами, а также той, где делаются оптические инструменты, термометры и барометры».

Значительное число приборов, находящихся во второй половине XVII в. в обращении в России, было выполнено под руководством И.П. Кулибина. Опираясь на предыдущие изобретения, И.П. Кулибин сконструировал астрономические часы, где применил изобретенное им компенсационное устройство. Часы показывали время года, месяцы, дни, часы, минуты, секунды. Также предусматривался показ фаз Луны, восход и заход Солнца в Петербурге и Москве. Кроме работ в области часового искусства, Кулибин сделал изобретения в строительной технике, транспорте, связи и др.

Им был разработан проект однозначного деревянного моста через Неву, модель которого выдержала испытания и получила одобрение специальной комиссия академии наук.

В 1794 г. Кулибин начал разработку проекта оптического телеграфа, создал код.

Позже он изобрел «восход», способный двигаться вверх по течению реки, прожектор, «самокатку», сеялку, плавучую мельницу и многое другое.

ЗАХАВО Павел Дмитриевич (1779-1839). Русский изобретатель и конструктор. Создатель различных станков для производства. В частности, им сконструированы оригинальные станки для внутренней расточки, послужившие основой для создания стволонарезных полуавтоматических станков. Им сделаны станки для окончательного сверления стволов, для нарезания резьбы

в отверстия казенной части, для сверления отверстия в замочной доске (с автоматической подачей столика), ложетокарный станок и др.

Для создания различных специальных станков Захаво широко использовал принцип агрегатирования. Изобретения Захавы в значительной степени механизировали операции обработки ствола и других деталей, которые до этого выполнялись вручную.

В результате деятельности Захавы были устранены ручные операции при изготовлении стволов и введена обработка резцами, что значительно повысило уровень механизации и автоматизации обработки металлов резанием.

Основоположником теории автоматического регулирования является известный петербургский профессор и инженер Иван Алексеевич Вышнеградский (1831-1895). До выхода в свет первой его работы в этой области, т.е. до 1876 г., теория автоматического регулирования фактически не существовала, несмотря на то, что регуляторостроение уже развивалось в течение целого столетия (со времени изобретения первого в мире автоматического регулятора И.И. Ползуновым в 1765.г.).

Это столетие (до 1876 г.) характеризуется интуитивной изобретательской работой и разработкой отдельных, главным образом статических расчетов. К середине III века с увеличением быстроходности паровых машин и появлением паровых турбин возникла проблема улучшения качества центробежных регуляторов скорости. Здесь техника практически столкнулась с противоречием между статической точностью и динамическими качествами системы автоматического регулирования, а именно: попытки увеличения статической точности приводили к медленно затухающим колебательным переходным процессам и даже к неустойчивости. Но эта проблема не могла быть решена статическими методами расчета и конструкторской интуицией. Отдельные динамические исследования, проводившиеся различными авторами, не решили этой проблемы.

Работа И.А. Вышнеградского. Первая в мире работа, в которой правильно была решена проблема динамики простейших регуляторов, принадлежит И.А. Вышнеградскому. Момент выхода в свет его работы «Об общей теории регуляторов» в 1876 г. является датой рождения теории автоматического регулирования.

Правильно решив важные для регулирования того времени задачи, Вышнеградский явился основоположником своей современной теории автоматического регулирования, его работа сохранила свое значение и в наши дни. Он дал инженерам практические конкретные указания о том, как влияют различные конструктивные параметры системы на качество регулирования.

Именно И.А. Вышнеградский своим конкретным исследованием показал, что качественный регулятор может быть создан только на основании совместного расчета этого регулятора с объектом регулирования. Он показал также, что ни в коем случае нельзя ограничиваться статическим расчетом, а нужно одновременно произвести и динамический расчет с учетом статических и динамических свойств объекта и регулятора. И наоборот, нельзя ограничиваться расчетом переходных процессов, не определяя при этом статической ошибки данной системы регулирования.

В своем исследовании он применил линеаризацию уравнений динамики системы регулирования, положенную сейчас в основу всей линейной теории регулирования.

Вышнеградский И.А. вывел условие устойчивости динамической системы, описываемой линейным дифференциальным уравнением третьего порядка. Он впервые ввел изображение областей устойчивости на плоскости основных параметров системы.

Вышнеградский И.А. построил диаграмму, в которой область устойчивости разбивалась на три части, одна, из которых соответствовала колебательным переходным процессам, а две другие - различным типам аperiodических процессов. Тем самым он положил начало исследованию каче-

ства переходного процесса. Он показал, в частности, что наличие комплексных корней в характеристическом уравнении само по себе отнюдь еще не означает колебательности переходного процесса. Диаграмма Вышнеградского и сейчас непосредственно используется в технических расчетах.

А.М. Ляпунов и значение его работ по устойчивости. Поскольку в теории автоматического регулирования существенную роль играет теория устойчивости равновесия и движения динамических систем, то необходимо здесь показать заслуги основателя строгой теории устойчивости движения - великого русского математика, академика Александра Михайловича Ляпунова (1857-1918).

Термин «устойчивость» применялся, конечно, и до него, но Ляпунов впервые дал математически точное определение понятия устойчивости. В своей докторской диссертации «Общая задача об устойчивости движения» (1892г.) он доказал теоремы о законности исследования устойчивости по первому приближению, т.е. по линеаризованным уравнениям. Эти теоремы Ляпунова служат математическим обоснованием всей линейной теории автоматического регулирования от Вышнеградского и до наших дней.

Кроме того, там же Ляпунов весьма тонкими математическими методами исследовал целый ряд особых случаев, получающихся при наличии нулевых и чисто мнимых корней. Он сделал целый ряд выдающихся математических выводов. Важную роль играют сейчас методы Ляпунова для исследования уравнений с периодическими коэффициентами, в частности при исследовании устойчивости нелинейных периодических процессов.

Наконец, особое значение имеет прямой метод Ляпунова (называемый также «второй метод»), который содержит знаменитые общие теоремы об устойчивости и неустойчивости движения и равновесия любых динамических систем, что чаще всего используется при исследовании нелинейных систем и систем с переменными параметрами.

Теория регулирования в России до 1917 г. Важное значение имеет выдающиеся работы русского математика, академика Пафнутия Львовича Чебышева (1821-1894), в частности его работа «О центробежном уравнителе».

Существенным вкладом в начальной стадии развития теории регулирования явились работы словацкого ученого А. Стодолы по регулированию паровых турбин (1893), который продолжил и развил идеи И.А. Вышнеградского.

Важными являются работы А.В. Гречанинова в 1896 и 1899 гг., Я.И. Грдина в 1898, 1899 и 1900 гг. и А.И. Сидорова в 1900 г.

Большое значение имела работа Николая Егоровича Жуковского «Теория регулирования хода машин», опубликованная в 1909 г., представлявшая собой изложение лекций по теории регулирования, прочитанных в высшем техническом учебном заведении. Так, в них излагается теория автоматического регулирования того времени и содержатся собственные результаты автора, в частности по нелинейной задаче о влиянии сухого трения на процесс прямого регулирования и по теории импульсного регулирования (регулирования на отсечку пара) с применением лилейных уравнений в конечных разностях. Жуковский показал, что при известных условиях импульсное регулирование может рассматриваться как непрерывное, а уравнения в конечных разностях переходят в обыкновенные дифференциальные уравнения.

Первоначально теория регулирования применялась к регулированию паровых машин и турбин. С начала XIX века она стала применяться к регулированию оборотов электродвигателей, напряжения электрических генераторов, температуры, давления и пр., а в дальнейшем - и к приборам автоматического управления водяными торпедами, артиллерийскими орудиями и к автопилотам, т.е. к автоматическим регуляторам курса, высоты, крена самолета и т.п.

Теория регулирования в России после 1917 г. Особенно интенсивно теория автоматического регулирования начала развиваться в годы предвоен-

ных пятилеток в связи с автоматизацией управления производственными процессами, крупными энергетическими установками и т.д.

В результате практической работы различных организаций в отдельных областях техники выявилось, что принципы построения и методы исследования различных автоматических систем, предназначенных для управления различными по своей физической природе процессами, имеет единую теоретическую базу.

Раздел 8 Методические указания к практической работе № 8 «Историческая справка о развитии информационных технологий»

8.1 История развития информационных технологий

Стремительно растущие в последние годы требования к профессионализму лиц, работающих в области автоматизации различных сфер человеческой деятельности, привели к усилению подготовки этих специалистов в области информационных технологий. Настоятельно ощущается необходимость обеспечения четкой работы специализированных подразделений АСУ. Очевидно, что инженер по автоматизации должен быть специалистом современного уровня подготовки в области компьютерных технологий, имеющим полное представление о проблемной ситуации. Однако, наряду со знанием конкретной предметной области, для освоения или хотя бы ознакомления со многими смежными предметными областями, он должен быть вооружен методом и методологией в сфере современных информационных технологий. Поэтому представляется целесообразным ознакомить будущих специалистов по автоматизации с этапами развития информационных технологий.

Существует несколько точек зрения на развитие информационных технологий с использованием компьютеров, которые отличаются признаками деления. Общим для всех них является то, что с появлением персонального компьютера начался новый этап развития информационных технологий. Ос-

новой целью становится удовлетворение персональных информационных потребностей человека как в профессиональной сфере, так и в бытовой.

По виду **решаемых задач и процессов обработки информации** выделяют следующие этапы.

- **60 – 70е годы XX века.** Обработка данных в вычислительных центрах в режиме коллективного пользования. Основное направление развития информационной технологии – автоматизация рутинных операционных действий человека.

- **С начала 80-х годов XX века.** Создание информационных технологий, направленных на решение стратегических задач.

По виду **проблем**, стоящих на пути информатизации общества, выделяют следующие этапы.

- **До конца 60-х годов XX века.** Проблема – обработка больших объемов данных при ограниченных возможностях аппаратных средств.

- **До конца 70-х годов XX века.** Распространение больших ЭВМ. Проблема – отставание программного обеспечения от уровня развития аппаратных средств.

- **С начала 80-х годов XX века.** Компьютер становится инструментом непрофессионального пользователя, а информационные системы – средством поддержки принятия его решений. Проблемы – необходимость максимального удовлетворения потребностей пользователя и создание соответствующего программного интерфейса для работы человека на компьютере.

- **С начала 90-х годов XX века.** Создание современной технологии межорганизационных связей и информационных систем. Наиболее существенные проблемы этого этапа – выработка соглашений и установление стандартов, протоколов для компьютерной связи, организация доступа к стратегической информации, организация защиты и безопасности информации.

По виду **преимуществ**, которые имеет компьютерная технология, выделяют следующие этапы.

- **С начала 60-х годов XX века.** Довольно эффективная обработка информации при выполнении рутинных операций с ориентацией на централизованное использование ресурсов коллективных вычислительных центров. Основной критерий оценки эффективности создаваемых информационных систем – разница между затраченными на разработку и сэкономленными в результате внедрения средствами. Основная проблема (психологическая) – плохое взаимодействие пользователей, для которых создавались информационные системы, и разработчиков из-за различия их взглядов и понимания решаемых проблем. Как следствие, создание систем, которые пользователи плохо воспринимают и, несмотря на их достаточно большие возможности, не используют в полной мере.

- **С середины 70-х годов XX века.** Появление персональных компьютеров. Изменение подхода к созданию информационных систем – смещение ориентации в сторону индивидуального пользователя для поддержки принимаемых им решений. Заинтересованность пользователя в проводимых разработках, налаживание контакта с разработчиками, возникновение взаимопонимания обеих групп специалистов. Использование как централизованной, так и децентрализованной обработки данных, базирующейся на решении локальных задач и работе с локальными базами данных на рабочем месте пользователя.

- **С начала 90-х годов XX века.** Анализ стратегических преимуществ в бизнесе, основанный на достижениях телекоммуникационной технологии распределённой обработки информации. Цель информационных систем – не простое увеличение эффективности обработки данных и помощь управленцу, но и помощь соответствующих информационных технологии при выживании и получении преимуществ в конкурентной борьбе.

По используемому инструментарию выделяют следующие этапы.

- **До второй половины XIX века.** «Ручная» технология. Инструментарий – перо, чернильница, книга. Осуществление коммуникаций вручную

путем отправки по почте писем, пакетов, депеш. Основная цель – представление информации в нужной форме.

- **С конца XIX века.** «Механическая» технология. Инструментарий – пишущая машинка, телефон, диктофон. Более совершенные средства коммуникации (в основном, почта). Основная цель – представление информации в нужной форме более удобными средствами.

- **40 – 60-е годы XX века.** «Электрическая» технология. Инструментарий – большие ЭВМ и соответствующее программное обеспечение, электрические пишущие машинки, ксероксы, портативные диктофоны. Цель – перемещение акцента с формы представления информации на формирование её содержания.

- **С начала 70-х годов XX века.** «Электронная» технология. Инструментарий – большие ЭВМ и создаваемые на их базе автоматизированные системы управления (АСУ) и информационно-поисковые системы (ИПС), оснащенные широким спектром базовых и специализированных программных комплексов. Цель – ещё большее смещение акцента на формирование содержательной стороны информации для управленческой среды различных сфер общественной жизни, особенно на организацию аналитической работы. Множество объективных и субъективных факторов не позволили решить стоящие перед новой концепцией информационной технологии задачи. Однако был приобретен опыт формирования содержательной стороны управленческой информации и подготовлена профессиональная, психологическая и социальная база для перехода на новый этап развития технологии.

- **С середины 80-х годов XX века.** «Новая (компьютерная)» технология. Инструментарий – персональные компьютеры с широким спектром стандартных программных продуктов. Персонализация АСУ, реализованных на персональных компьютерах и использующих телекоммуникации, что проявляется в создании систем поддержки принятия решений специалистами. Наличие у подобных систем встроенных элементов анализа и интеллекта для

разных уровней управления. Существенные изменения технических средств бытового, культурного и прочего назначений в связи с переходом на микропроцессорную базу. Начало широкого использования в различных областях глобальных и локальных вычислительных сетей.

По степени влияния информационных технологий на процесс материального производства выделяют следующие этапы.

- **До 1445 года.** Период первоначального накопления информационных образов. Истоки информации – пещерная и наскальная живопись. Материальные носители информации – бумага, шёлк (древний Китай), папирус (древний Египет), дерево (Новгородские берестяные грамоты), глина (Вавилон). Основные хранители знаний – жрецы, духовенство. Минимальное развитие коммуникаций. Передача знаний устно, по наследству, личным примером. Технология обработки данных ручная. Влияние знаний на материальное производство минимальное. Само материальное производство ремесленное, мелкосерийное. Темпы его роста и номенклатура изделий невелики.

- **1445 год – середина XX века.** Изобретение книгопечатания – **первая информационная революция.** Начало тиражирования знаний и влияния их на материальное производство, что вызывает соответствующий рост его темпов и номенклатуры изделий.

- **Середина XX века – настоящее время.** Широкое использование вычислительных машин как средств долговременного хранения информации. Профессиональные знания формализуются, записываются на машинные носители информации и начинают непосредственно влиять на режимы работы производственного оборудования. До конца XIX века в сфере материального производства работало 95% трудового населения, в сфере обработки информации - 5%. К середине XX века эти цифры составили соответственно 70% и 30%. К 90-м г. г. XX века в развитых странах в сфере обработки информации занято 60-80% трудового населения, а доля профессиональных знаний в себестоимости наукоёмких изделий составляет приблизительно 70%.. За это

время в развитии информационных технологий можно выделить несколько периодов.

- *До начала 60-х годов XX века.* Эпоха больших ЭВМ, работающих в пакетном режиме и режиме реального времени. Основной критерий создания информационных технологий - экономия машинных ресурсов. Цель - максимальная загрузка оборудования. Появление термина «Информатика» путём объединения слов «Информатизация» и «Автоматика» (Франция, 1960 г.).

- *До начала 80-х годов XX века.* Эпоха мини – и микро-ЭВМ, работающих в пакетном режиме, режиме реального времени и режиме разделения времени. Основной критерий создания информационных технологий – экономия труда программиста. Цель – разработка программных инструментальных средств. Закрепление термина «Информатика» за наукой, изучающей общие свойства информации, средства, методы и процессы её автоматизированной обработки. В материальной сфере – переход к крупносерийному производству, рост его темпов. Медленный рост номенклатуры изделий. Начало внедрения автоматизированных систем управления экономическими производством (АСУ), технологическими процессами (АСУ ТП), обработкой данных (АСОД) и других автоматизированных систем обработки экономической информации (СОЭИ).

- *До начала 90-х годов XX века.* Эпоха персональных компьютеров – **вторая информационная революция**. Основной критерий создания информационных технологий – создание технологий для формализации знаний. Цель – проникновение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Информация становится **ресурсом** наравне с материалами, энергией, капиталом. Появление новой экономической категории – национальных информационных ресурсов. В сфере производства истощение природных ресурсов вызывает переход к использованию воспроизводимых ресурсов, основанных на применении научного знания. Экспорт профессио-

нальных знаний путём продажи наукоёмкой продукции. Разработка и внедрение технологии автоматизированной обработки экономической информации (ТАОЭИ).

▪ *90-е годы XX века – настоящее время.* Основным критерием создания информационных технологий – автоформализация знаний, цель – информатизация общества. Начало **информатизации общества**. Совокупность взаимосвязанных политических, социально-экономических, научных факторов обеспечивают доступ к любым источникам информации, кроме законодательно секретных. Формирование баз знаний по всем отраслям человеческой деятельности и баз данных по всем интересующим человека вопросам. Появление индустрии информационных услуг. Страны становятся зависимыми от источников информации, уровня развития и эффективности средств телекоммуникации. Информация и творческий потенциал людей становятся **стратегическими ресурсами**. (В индустриальном обществе стратегический ресурс – капитал.).

Основные черты **переходного периода** к информационному обществу:

- переориентация экономики на эксплуатацию информационных ресурсов;
- вовлечение профессионалов в процесс автоформализации знаний;
- ускорение технологического цикла развития «знание – производство – знание»;
- массовое тиражирование профессиональных знаний.

9 Заключение

Заключение должно содержать перечисление основных выполненных в контрольной работе этапов и полученных результатов, а также сформулированные выводы. Например, в таком виде.

Развитие системы «человек – автомат» стало условием коренных преобразований в содержании и характере труда. Широкое внедрение автоматизации порождает проблему «человек – техническая система». Роль человека в производственном процессе оценивается по тому, в какой степени он освобождается от рутинных однообразных операций, а его труд насыщается в широком смысле творческим содержанием. На механическом этапе автоматизации происходит технологическое подчинение человека техническим средствам труда. Человек здесь является придатком автоматической системы машин. Технологическое подчинение либо закрепляет социальное подчинение человека технике, либо выступает сдерживающим фактором в том случае, когда техника социально подчинена человеку.

Автоматическая техника стала служить базой для гуманизации производственной деятельности, для использования современных наукоемких технологий в качестве средства реабилитации и сохранения естественной среды и освобождения человека от тяжелого, рутинного, нетворческого труда. Быстрое развитие информационных технологий дает большие возможности повышения интеллектуального потенциала для каждого человека. В этом коренится возможность совсем иначе вписать автоматику и технику вообще в социально-культурный контекст, видоизменить само содержание технологии, соединить профессиональное, технологизированное мастерство с индивидуальным творчеством, гармонизировать и гуманизировать научно-технический прогресс.

Широкое внедрение автоматических систем находит свое отражение как в искусстве, так и в осмыслении будущего человека как биологического вида.

В литературе основным жанром научной фантастики является киберпанк (англ. *cyberpunk*, от англ. *cybernetics* – кибернетика и *punk* – отребье, панк) – поджанр научной фантастики, описывающий недалёкого будущего, в котором высокое технологическое развитие соседствует с глубоким социаль-

ным расслоением, нищетой, бесправием, уличным беспределом в городских трущобах. Этот жанр отражает обеспокоенность тем, что новые технологии не улучшат социально-экономическую обстановку, а наоборот усугубят ее до предела. Страх перед новыми технологиями появляется уже на ранних этапах развития техники. Так известно, что китайские старики отказывались использовать водяное колесо, а продолжали таскать воду при помощи коромысла и ведер, мотивируя тем, что техника подчиняет себе, не оставляет свободы действия. С этим трудно поспорить, так как повсеместное внедрение автоматики (и техники вообще) делает человека зависимым от нее.

С другой стороны сейчас в развитых странах среднестатистический обыватель уже не мыслит себя без определенного набора технических средств, облегчающих ведение домашнего хозяйства, бизнеса, жизни вообще. Таким образом, техника дает возможность человеку отрешиться от бытовых проблем и посвятить больше времени для творчества и самообразования, а информационные и коммуникационные технологии позволяют общаться людям, несмотря на расстояние и языковые барьеры, быстро получать необходимую информацию из всех уголков планеты.

Достижения техники и генной инженерии наводит философов на мысль о трансгуманизме – философскому движению, в основе которого лежит предположение, что человек не является последним звеном эволюции, а значит, может преодолеть фундаментальные пределы человеческих возможностей посредством достижений науки и техники. В рамках трансгуманизма вводится понятие постчеловек – гипотетический образ будущего человека, потерявшего привычный человеческий облик в результате внедрения достижений в области техники и биотехнологии [19]. Таким образом, прослеживается тенденция появления биомеханоидов (от др.-греч. *bios* – жизнь, греч. *mechanos* – механический и *eidos* – подобный) – биомеханической формы жизни; киборгов, в которых механические части являются естественной

частью организма, созданного путем комбинации генной инженерии и нанотехнологии.

В заключении можно сказать, что автоматика прошла длинный путь развития: от примитивных орудий охоты первобытного человека до сложнейших андроидов современности. В своем историческом развитии человек использовал автоматику либо для развлечения, либо для облегчения своей трудовой деятельности. Причем последняя ипостась автоматики за последние 300 лет стала основной. Облегчая свой труд, человек получает больше возможностей для самосовершенствования. Для этого ему также могут помочь автоматы.

Выводы обычно оформляются в виде некоторого количества пронумерованных абзацев, что придает необходимую стройность изложению представленной к защите контрольной работы.

10 Оформление списка использованных источников

Анализ прорабатываемой информации – одна из важнейших задач. Всю информацию необходимо классифицировать и систематизировать. Источники можно систематизировать в хронологическом порядке или по тематике анализируемых вопросов.

В первом случае всю информацию по теме систематизируют по этапам. Для этого целесообразно в истории разработки данной темы выделить научные этапы, которые характеризуются качественными скачками.

На каждом этапе литературные источники нужно подвергнуть тщательному критическому анализу. Для этого необходимо иметь определенную эрудицию, уровень знаний. При таком критическом анализе различные идеи, факты, теории сопоставляют друг с другом. Ценным является умение научного работника установить этап в истории исследуемого вопроса, определить рубеж, после которого в данной теме появились идеи, качественно изменившие направление ис-

следований.

В процессе активного анализа возникают собственные соображения и мнения, выявляются наиболее актуальные вопросы, подлежащие исследованию в первую и вторую очередь, формируются представления. Все это постепенно формирует фундамент будущей гипотезы научного исследования.

Бывают случаи, когда в процессе аналитического обзора научный работник лишь перечисляет авторов и приводит аннотации их работ, не высказывая при этом своего мнения. Такой пассивный, формальный обзор информации совершенно недопустим.

Иным вариантом анализа является тематический. Весь объем информации систематизируют по вопросам разрабатываемой темы. При этом рассматривают последние издания научно-технической информации, по возможности монографии, в которых подведен итог исследований по данному вопросу. Дополнительно выборочно анализируют источники, представляющие особый интерес.

Второй вариант обзора более простой, его чаще применяют, он требует меньше затрат времени. Однако он менее полно позволяет проанализировать имеющуюся по теме информацию.

Каждый источник анализируют с точки зрения исторического научного вклада в решение и развитие данной темы. При этом тщательно разбирают роль теории эксперимента и ценность производственных рекомендаций.

По результатам проработки информации делают методологические выводы, в которых подводят итог критического анализа. В выводах должны быть освещены следующие вопросы: актуальность и новизна темы; последние достижения в области теоретических и экспериментальных исследований по теме, важнейшие наиболее актуальные теоретические и экспериментальные задачи, а также производственные рекомендации, подлежащие разработке в данный момент; техническая целесообразность и экономическая эффективность этих разработок.

При этом важная роль принадлежит преподавателю – научному руководителю. Он ограничивает и направляет поиск, помогает разобраться (особенно начи-

нающему научную работу студенту) в огромном потоке информации, отбросить второстепенные источники.

Оформление списка источников должно полностью соответствовать требованиям государственного стандарта ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка».

В перечень использованных источников включаются:

- государственные и международные стандарты;
- специальная литература по исследуемой тематике (учебники, монографии, диссертационные исследования и др.);
- публикации периодической печати (журналы, сборники);
- адреса источников в сети Интернет.

Включение в список литературы источников, на которые нет ссылок в тексте работы, допускается, если они были действительно использованы в процессе изучения предметной области, но не охарактеризованы ввиду ограниченного объема текстовых документов или других обстоятельств.

Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы приведен в приложении Б.

11 Приложения

В приложения может включаться вспомогательный материал: таблицы численных данных, методические материалы, иллюстрации, схемы, рисунки, описание алгоритмов и другие материалы.

12 Требования к оформлению текста реферата

Текст реферата должен быть отпечатан на одной стороне стандартной белой бумаги формата А4 (размер – 210 x 297 мм). Текст печатается шрифтом 14 Word (Times New Roman) полуторным интервалом в 1 экземпляре.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Следует выдерживать следующие размеры полей: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм.

13 Подготовка доклада по теме реферата

Текст доклада в обязательном порядке должен быть предварительно написан.

Доклад должен быть кратким (10-15 мин.), но при этом полностью раскрывающим содержание выполненного исследования. Рекомендуется доклад основывать на слайдах компьютерной презентации.

Изложение доклада нужно вести громким голосом. Для лучшего изложения доклада необходимо предварительно дома отрепетировать его несколько раз с компьютерной презентацией.

14 Оформление компьютерной презентации

Компьютерная презентация должна быть разработана в среде Microsoft Power Point для сопровождения публичного доклада при защите реферата.

Рекомендуемое количество слайдов в презентации – не более 15.

Фон слайда должен быть светлым (желательно – не белым).

Текст надписей должен быть крупным, темного цвета, хорошо различимым из аудитории, в которой проходит защита дипломных проектов.

Титульный слайд презентации в обязательном порядке должен содержать следующую информацию:
наименование кафедры,

наименование специальности,
тема реферата,
ФИО и код учебной группы студента,
ФИО преподавателя,
год выполнения работы.

Все слайды презентации (кроме титульного слайда и слайда с содержанием) должны содержать номера для удобства ссылки на них в процессе изложения доклада.

Графики, диаграммы и схемы должны быть, по возможности, размером во весь экран и достаточно четко восприниматься из аудитории.

Звуковое сопровождение слайдов и излишнее применение анимационных эффектов не допускается.

Разработчику презентации необходимо знать, что восприятие цветовых гамм на экране монитора и на демонстрационном экране нередко различается. Поэтому перед показом на защите необходим предварительный просмотр презентации на демонстрационном экране, после чего может оказаться необходимой различного рода корректировка слайдов.

Управление показом презентации во время доклада должно осуществляться выступающим студентом самостоятельно в ручном режиме.

Список использованных источников

1. Вергинский, В. С. Очерки истории науки и технологии XVI–XIX в. (до 70-ых гг. XIX в.). – М.: Просвещение, 1984. – 287 с.
2. Воройский, Ф. С. Информатика. Энциклопедический систематизированный словарь-справочник. (Введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах). – М.: Физматлит, 2007. – 760 с. – ISBN 5-9221-0426-8
3. Данилевский, В. В. Русская техника. – Л.: Ленинградское газетно-журнальное и книжное издательство, 1947. – 545 с.
4. Зайцев, Г. Н., Федюкин, В. К., Атрошенко, С. А. История техники и технологий. – М.: Политехника, 2007. – 416 с. – ISBN 978-5-7325-0605-1.
5. Мелешенко, Ю. С. Техника и закономерности её развития. – Л.: Лениздат, 1970. – 248 с.
6. Миронов, В. В. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук / Под общ. ред. В. В. Миронова. – М.: Гардарики, 2006. – 636 с. – ISBN 5-8297-0235-5.
7. Шухардин, С. В. Техника в её историческом развитии (70-е годы XIX – начало XX в.) / Отв. ред. С. В. Шухардин. – М.: Наука, 1982. – 511 с.
8. Юревич, Е. И. Основы робототехники. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с. – ISBN 5-94157-473-8.
1. Белов, Г. И. Автоматика // БСЭ. – 3-е изд. – М.: Издательство «Большая советская энциклопедия», 1974. – Т. 1.

2. Белов, Г. И. Автомат // БСЭ. – 3-е изд. – М.: Издательство «Большая советская энциклопедия», 1974. – Т. 1.
3. Рутман, Р. С. Автоматическое управление // БСЭ. – 3-е изд.– М.: Издательство «Большая советская энциклопедия», 1974. – Т. 1.
4. Батанов, А. Ф., Грицынин, С. Н., Муркин, С. В. Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций // Специальная техника. – № 2. – 2000.
5. Воройский, Ф. С. Информатика. Энциклопедический систематизированный словарь-справочник. (Введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах). – М.: Физматлит, 2007. – 760 с. – ISBN 5-9221-0426-8.

Приложение А
(рекомендуемое)

Темы для самостоятельного изучения студентами и написания реферата:

1. Объекты, виды и характер будущей профессиональной деятельности бакалавра по направлению 15.03.04.
2. Простейшие устройства автоматики.
3. Роль русских изобретателей и ученых в развитии техники измерений и методов контроля
4. Достижения в области автоматического контроля в советские годы.
5. Теория регулирования после 1917 г.
6. Роль технологий в научно-техническом прогрессе.
7. Роль автоматизации в управлении технологическими процессами и производствами.
8. Принцип автоматизации технологических процессов (ТП) и производств.
9. Автоматика в доисторическом периоде
10. Автоматы античности

11. Автоматы Средневековья и эпохи Возрождения
12. Автоматы Нового времени
13. Автоматы – источники промышленной революции
14. Автоматика XX века
15. Автоматика XXI века
16. Историческая справка об отечественных ученых в области автоматического контроля
17. Историческая справка о разработке теории автоматического управления
18. История развития информационных технологий

Приложение Б

(обязательное)

Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы на русском языке

(Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»)

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т. В. К логике социальных наук // *Вопр. философии.* – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P. J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P. J. Crawford, T. P. Barrett// *Ref. Libr.* – 1997. Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369-385.

Кузнецов А. Ю. Консорциум — механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

Тарасова В. И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы :межвуз. сб. науч. тр. / Сарат. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. У. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. -5-е изд., перераб. и доп. — М.:ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2006. 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

Диссертации

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис.... канд. полит, наук. – М.. 2002. – С. 54-55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007/ Рос.акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат//Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф.. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С.125-128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос.нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн.

21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).