

ЭНЕРГИЯ ИННОВАЦИЙ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ – 2024

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ
ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ У СТУДЕНТОВ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ**

И.С. Полющенок

к.т.н., инженер

ООО НПО «Рубикон – Инновация» (г. Смоленск)

ЦЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Если сопоставить различные технические профили подготовки в вузах, то можно прийти к выводу, что **электромеханические профили потенциально обладают значительной универсальностью.**

Выпускники электромеханических профилей

Без переподготовки:

- системы электроприводов.
- силовая электроника.
- электрические машины.
- электромеханика.
- электрооборудование.

Самостоятельная переподготовка:

- электроэнергетические сети.
- электроснабжение.
- промышленная автоматика.
- автоматика теплотехники.
- системы управления движением.

Профессиональная переподготовка:

- электроника и схемотехника.
- вычислительная техника (ИТ).
- механика и конструирование.
- физическая электроника.
- обработка и генерирование сигналов.

Родство электромеханических профилей и других технических профилей

Этому родству **способствует обстоятельство**, что оборудование **во всех перечисленных областях**, в том числе, в предметной области электромеханических профилей, а именно, в электроприводах и системах их управления **имеет элементы микропроцессорной техники (МПТ)**, проектирование которых связано с применением **технологий разработки программного обеспечения (ПО).**

ЦЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Но обладать потенциалом ещё не означает реально иметь преимущества:

- Микропроцессорная техника и разработка программного обеспечения содержательно и методически часто являются «слабым местом» электромеханических профилей.
- Без знаний микропроцессорной техники и технологий программирования исчезает способность к самостоятельному осуществлению разработки устройств и систем даже из «своей» профильной предметной области.

Целью представленной инновационной образовательной технологии являются усовершенствование и актуализация содержания и методики изучения микропроцессорной техники и технологий программирования студентами электромеханических профилей.



Электроприводы с микропроцессорным управлением

ЗАДАЧИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Чему надо научиться при специфике электромеханических профилей:

1. **Реалистично оценивать** осуществимость разработок по предметной области, аргументировано обосновывая **своё профессиональное мнение**.
2. **Быть способными** к самостоятельному обучению в процессе профессиональной деятельности при **решении нетривиальных задач**.
3. Быть **способными к самостоятельному освоению** новой элементной базы микропроцессорной техники и **современных средств** разработки программного обеспечения.
4. **Отчётливо понимать взаимосвязь** механических процессов движения, электромеханических и электрических процессов в технической системе с процессами управления, выполняемыми микропроцессорной техникой.
5. **Знать** математическое описание **объектов и систем управления**, характерных для предметной области, с учётом вычислительных методов его осуществления в программном обеспечении.
6. **Уметь** составлять **алгоритмическое описание** технических систем с микропроцессорным управлением, **реалистично учитывая** характеристики микропроцессорной техники.

ЗАДАЧИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Чему надо научиться при специфике электромеханических профилей:

7. **Рационально и грамотно использовать** вычислительные ресурсы микропроцессорной техники с различным сочетанием программных и аппаратных способов согласованного выполнения задач.

8. **Уметь самостоятельно** разрабатывать и отлаживать программное обеспечение в соответствии с составленным алгоритмом управления.

9. **Составлять методики** для выявления ошибок и вычислительных коллизий **при отладке** программного обеспечения.

10. **Оценивать рациональность** использования различных синтаксических конструкций языка программирования в зависимости от их **функциональности и времени выполнения.**

11. **Быть способными к критической оценке и анализу** результатов профессиональной деятельности.

12. **Осознанно владеть** методами **дедукции и индукции** при разработке и отладке программного обеспечения систем управления движением.

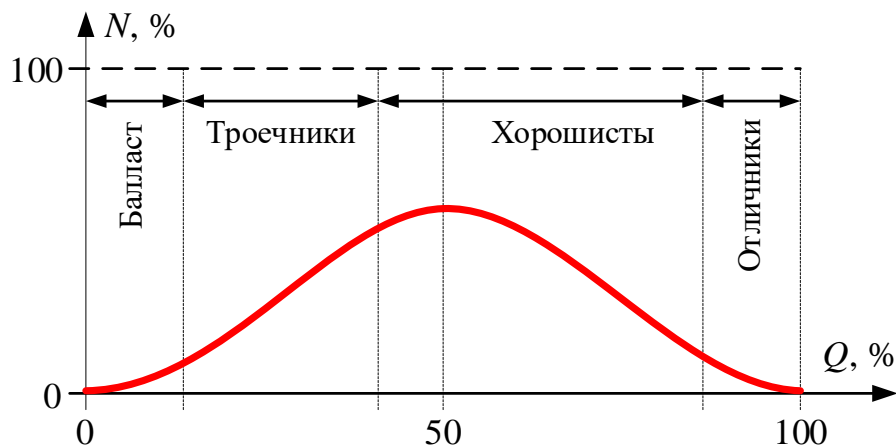
13. **Знать примерные характеристики** современного электротехнического и электронного оборудования из состава систем управления движением.

ИННОВАЦИОННОСТЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Инновационность назначения, содержания и методики предлагаемой образовательной технологии:

1. Нацелена на решение существующих педагогических проблем.
2. Направлена на изучение современной техники и актуальных технологий, необходимых для профессиональной деятельности.
3. Предусматривает изучение инновационной технологии модельно-ориентированного программирования.
4. Предназначена для актуализации содержания и методик существующих дисциплин.
5. Направлена на замену неэффективных и пагубных методик, а также устаревшего содержания дисциплин.
6. Приводит к положительному стимулированию и вовлечению способных студентов в учебный процесс.
7. Направлена на повышение заинтересованности и мотивации студентов.
8. Нацелена на повышение универсальности компетенций выпускников электромеханических профилей.
9. Направлена на приобретение учащимися конкурентных преимуществ и повышение профессионального статуса.
10. Основана на опыте практической работы и преподавания.

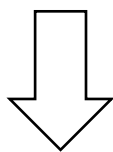
ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ



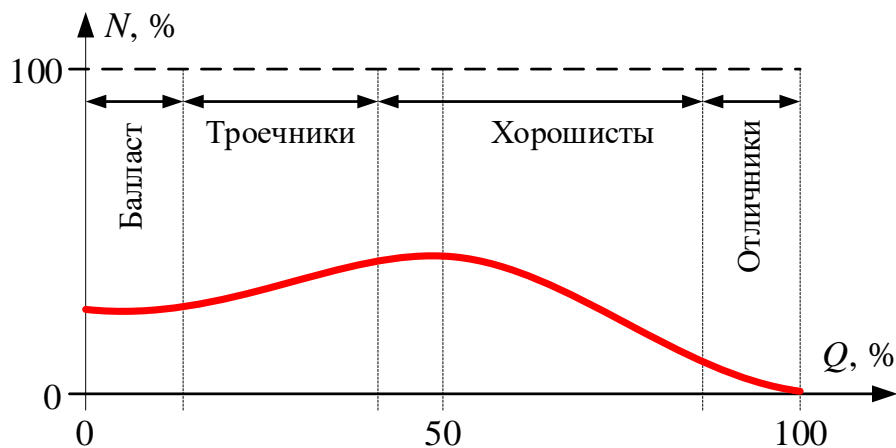
Значительное число процессов в природе и обществе описываются **нормальным распределением** – чем ближе величина к среднему (или наиболее вероятному) значению, тем чаще она встречается:

Q – обобщённый условный уровень успеваемости и подготовки (0 – 100%).

N – число студентов (0 – 100%).



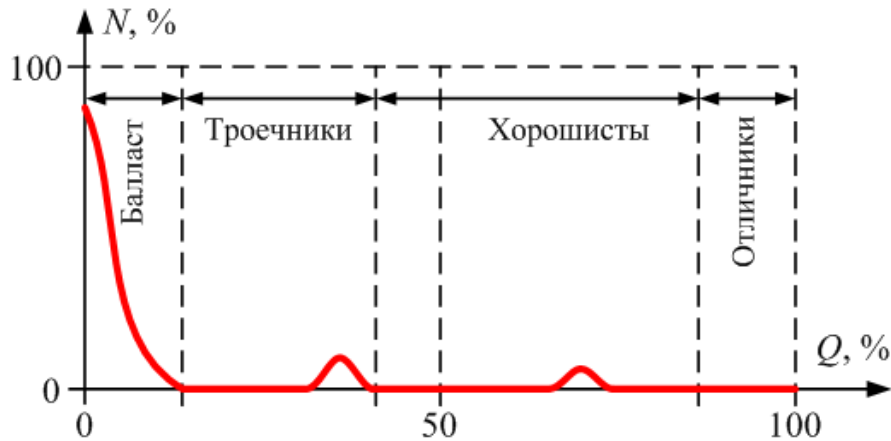
Реальность: **не все** студенты **могут** и **хотят** учиться, даже если «в среднем» они мотивированы **для получения знаний**, а не «корочки» вместо них.



Реалистичное распределение N студентов по успеваемости Q может быть **близким к нормальному**, но всегда должно несколько **отличаться** от идеального вида:

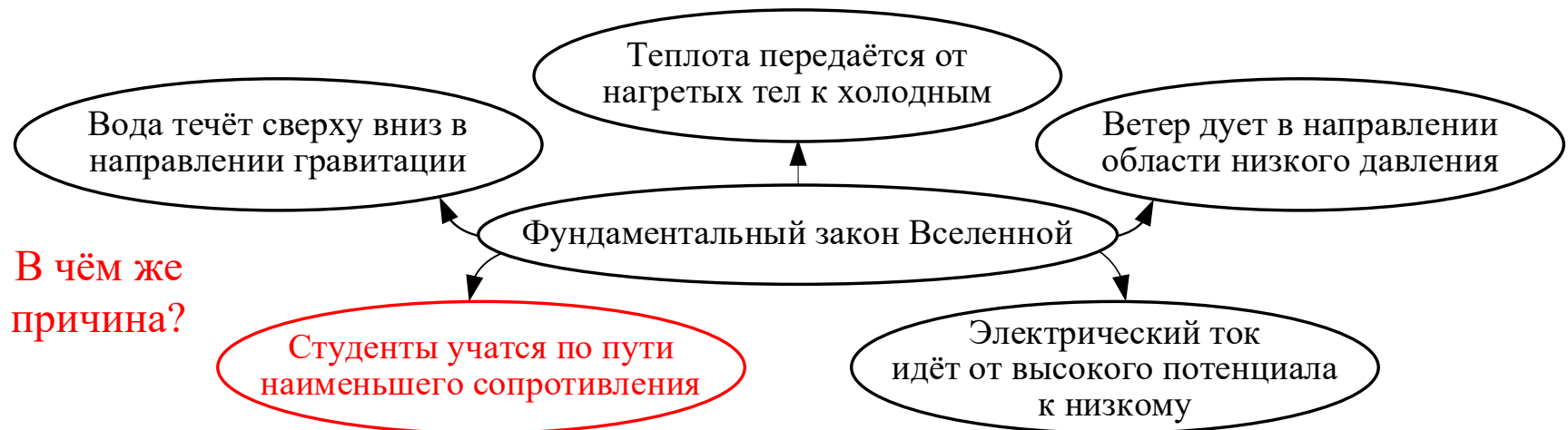
- Максимум **снижен** и **смещён** влево или вправо.
- Отличников и хорошистов **меньше**.
- Троечников и балластов **больше**.
- **Есть** студенты с примерно **нулевым Q** .

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ



Опыт прежней работы в образовательной организации показал, что независимо от успеваемости по другим дисциплинам успеваемость студентов профилей ЭП, РТ, ЭМ по дисциплинам, связанным с микропроцессорной техникой, всегда имела «ненормальное» распределение.

- Подавляющее большинство имеет успеваемость на уровне балласта.
- Успеваемость этого балласта стремится к нулю независимо от других дисциплин.
- Отсутствуют отличники независимо от успеваемости по другим дисциплинам.
- Хорошисты и троечники представлены незначительными аномалиями.



ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

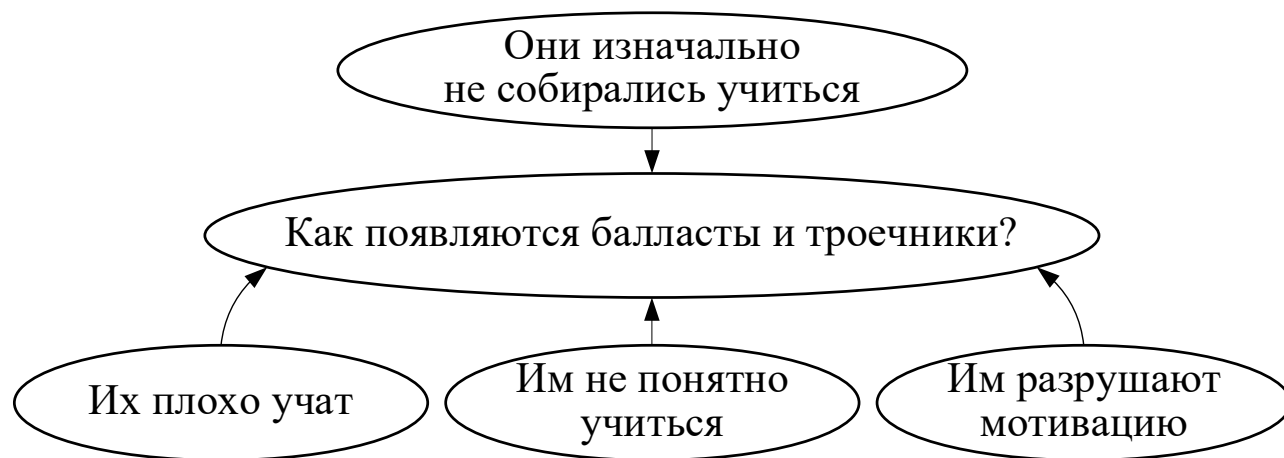
Кто же
виноват?

А это не
твое дело!

Мы-то здесь
при чём?



ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ



Кроме первобытного балласта имеются и студенты, которые, возможно, в других условиях, могли бы значительно более успешно учиться.

Содержание и методика дисциплин, приводящие к пагубным результатам:

1. **Бессмысленный и бесполезный** набор сведений, **неприменимый** в профессиональной деятельности (**Антикварные** микропроцессоры – КР580, Intel8086, PIC класса RISC; **архаичные средства** разработки – примитивные ассемблеры, отладчики, **работающие покадрово** из командной строки DOS).
2. **Отсутствие** методических материалов (**Одна единственная методичка**, состоящая из 32 страниц, **по всем микропроцессорным дисциплинам** для 3 профилей бакалавриата и 2 профилей магистратуры по л.р., п.з. и к.р.).
3. **Возможность уклониться** от контрольных мероприятий и аттестации.

Вывод: В качестве первого шага инновационной образовательной технологии необходима актуализация методики и содержания дисциплин.

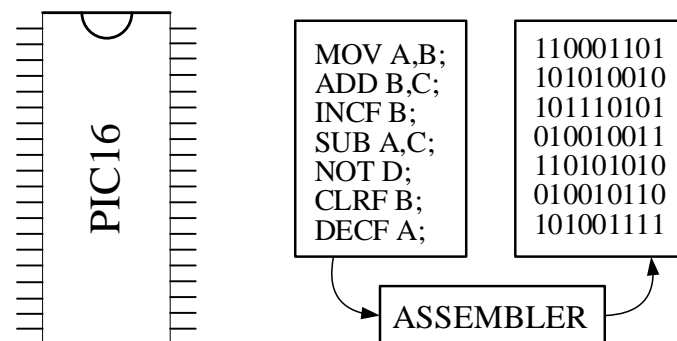


АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ ТРАЕКТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Часть 1

«Основы микропроцессорной техники»

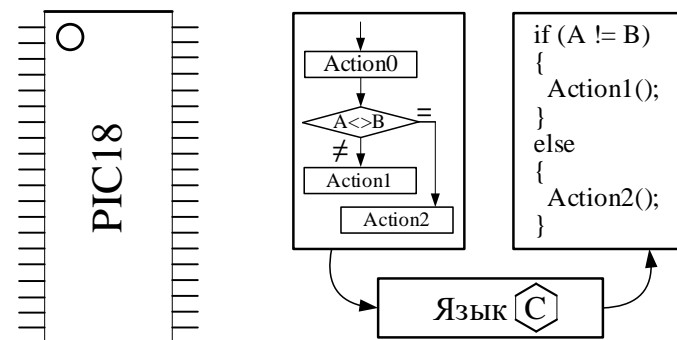
(5-й семестр) – Освоение простого «учебного» микроконтроллера и ассемблера на примерах использования встроенных модулей для захвата и генерирования сигналов, а также решения логических задач управления.



Часть 2

«Микропроцессорные системы управления»

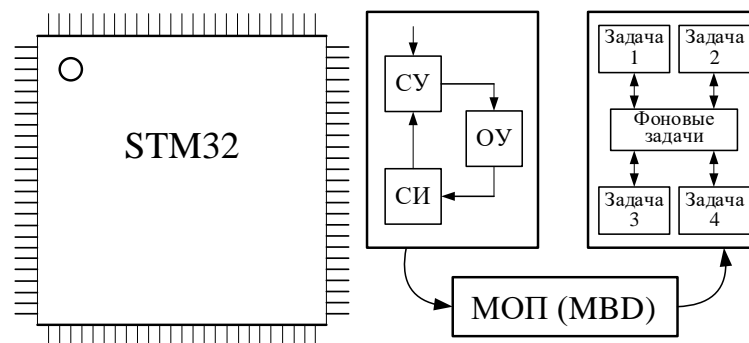
(6-й семестр) – Изучение синтаксических конструкций языка C и его специфики для микроконтроллера при разработке ПО для различных устройств и систем управления (СУ) простейших электроприводов.



Часть 3

«Системы микропроцессорного управления электроприводов»

(7-й и 8-й семестры) – Применение современной МПТ и ПО в сложных комплексных задачах управления электроприводами. Расширенное изучение технологий разработки ПО.



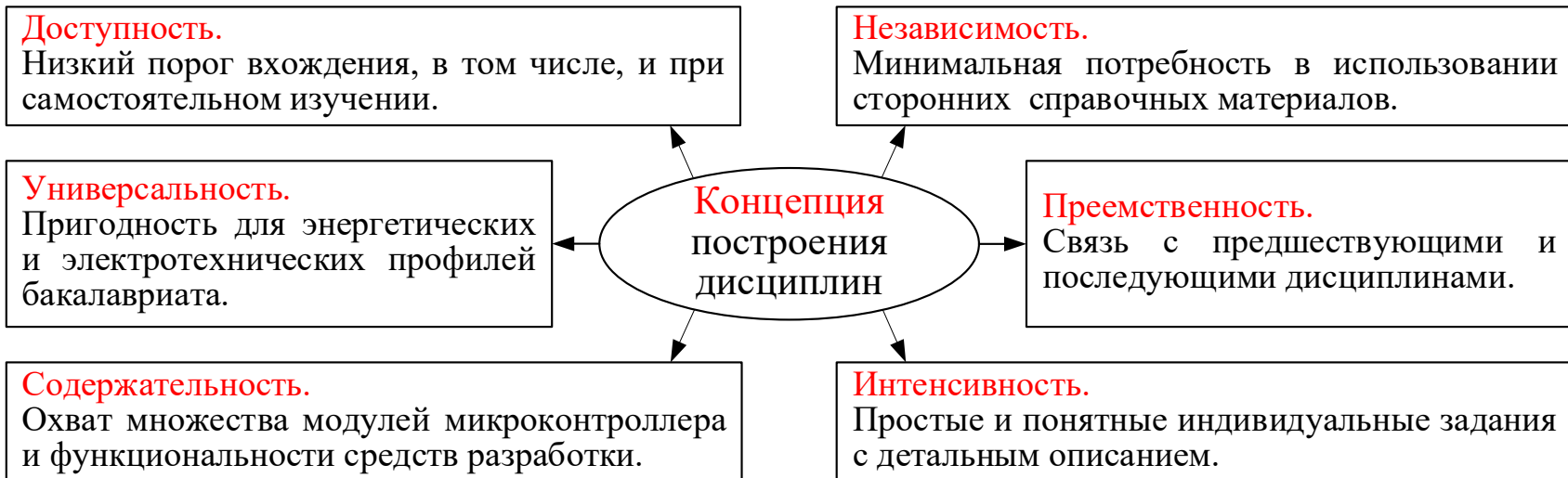
АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ ТРАЕКТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Интересные наблюдения, не зависящие от содержания дисциплин:

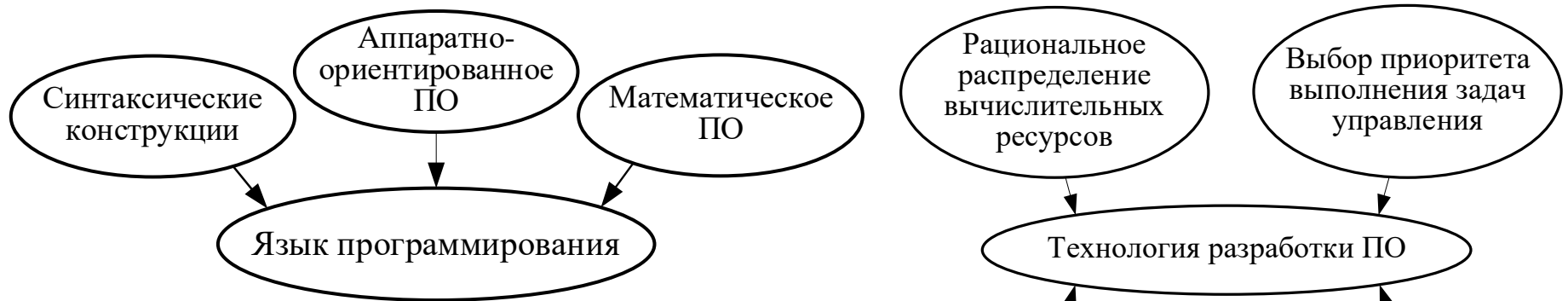
- **Фундамент** для изучения программирования и микропроцессорной техники **закладывается в Части 1.**
- Если Часть 1 не освоена, то в дальнейшем изучать что-либо из Части 2 и Части 3 **невозможно, бесполезно и лишено смысла.**
- Наличие значительного количества балласта **стопорит** дальнейшее **обучение** всей группы.
- Даже минимальная **самостоятельная подготовка** резко **повышает** результативность и эффективность обучения.
- **Закрепление** лекционного материала **резко повышается**, если он по темам **подкреплён** лабораторными работами.
- Чтобы **не потерять интерес** к учению, лекционные, методические и справочные материалы всегда **должны быть в руках.**
- **Успехи** в учении **стимулируют** к дальнейшему **достижению успехов.**
- **Списывание** крайне **пагубно** влияет на результативность и эффективность обучения.

Вывод: Недостаточно лишь содержательно наполнить дисциплины. Необходимы организационно-человеческие меры.

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН



КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН



Специфичные уровни программного обеспечения микропроцессорных систем управления электроприводов.

Задачи микропроцессорного управления.



Микропроцессорное управление как элемент компетентного знания.

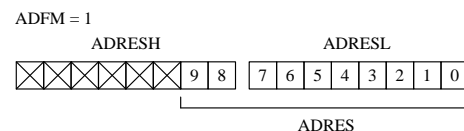
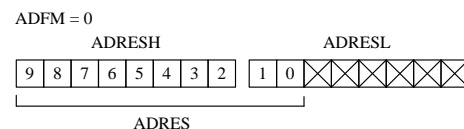
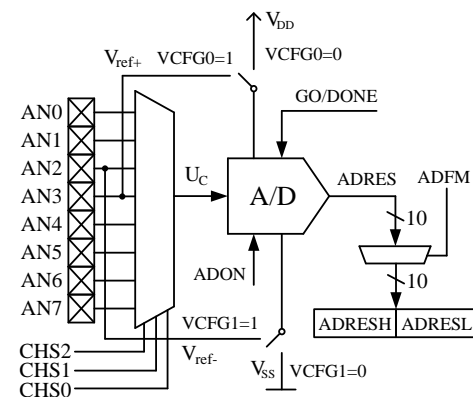
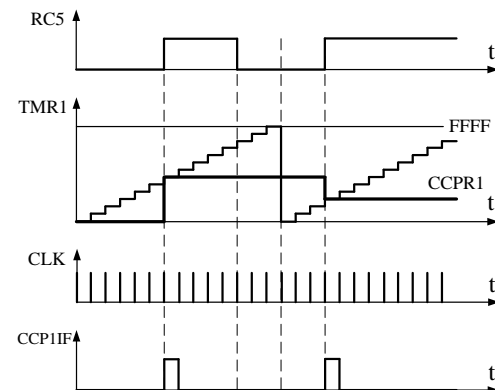
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Обобщённое содержание темы из Части 1:

1. Указывается на **существование проблемы**, связанной с микропроцессорной реализацией **детектирования, захвата и генерирования** сигналов, электрические параметры которых **характерны для электроприводов** и систем их управления. Среди проблем **необходимость обеспечить** своевременное выполнение действий с сигналами, **ограниченные ресурсы и характеристики** программных и аппаратных средств микроконтроллера, **значимость** приоритета вычислений.

2. **Учёт** или **устранение** этой проблемы формулируются в форме задачи, **предназначенной для решения** при изучении темы.

3. Рассматриваются возможные **варианты программных и аппаратных средств** решения задачи, а затем выбирается **наиболее рациональное** из них, учитывая состав встроенных модулей микроконтроллера, а также их **параметры и характеристики**.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

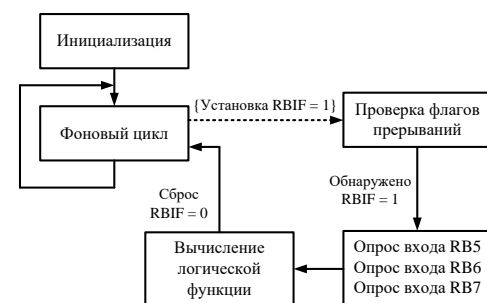
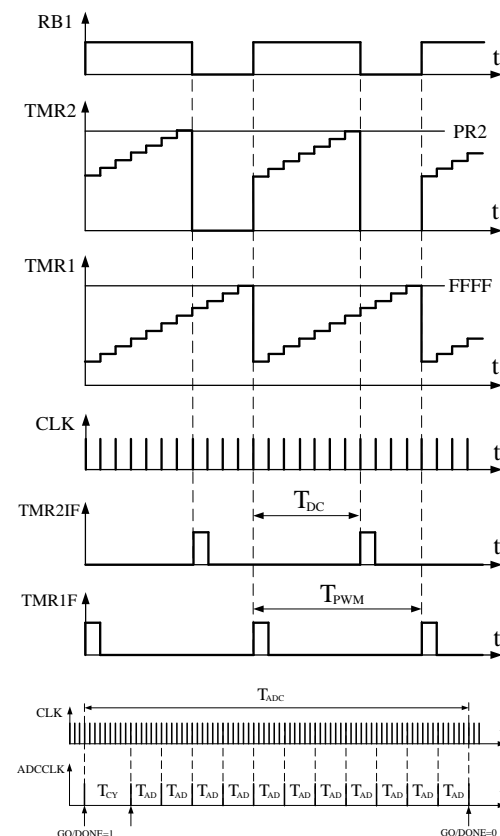
Обобщённое содержание темы из Части 1:

4. Предлагается использование одного из встроенных модулей микроконтроллера, сконфигурированного в подходящий режим работы, а также применение команд, инструкций или синтаксических конструкций ассемблера, которые предназначены для наиболее рационального решения задачи или для демонстрации эффекта от применения различных программных и аппаратных средств. Приводятся иллюстрации в виде временных диаграмм, графиков и блок-схем.

5. Приводятся примеры программного обеспечения на языке ассемблера, которые иллюстрируют решение рассматриваемой задачи, с подробным описанием.

6. Оцениваются результаты решения задачи, учитывая затраты вычислительных ресурсов, своевременность вычислений и время их выполнения.

7. Предлагается выполнить индивидуальные задания и ответить на контрольные вопросы.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Часть 2. Микропроцессорные СУ.

Список рассматриваемых тем по дисциплине «Микропроцессорные системы управления» из сборника «Типовые решения МПСУ»:

1. Разработка программного обеспечения на языке высокого уровня.
2. Контроллер старт-стопного управления шаговым электроприводом.
3. Контроллер логического устройства.
4. Контроллер управления бесколлекторным электрическим двигателем постоянного тока.
5. Контроллер управления электрическим двигателем постоянного тока.
6. Контроллер ввода и обработки информации от аналогового датчика.
7. Разработка программного обеспечения ПИД-регулятора.

Приложения (справочный материал):

1. Топологическая схема микроконтроллера PIC18F4520.
2. Шаблон программы на языке С.
3. Операторы языка С и их приоритетность.
4. Регистры специальных функций PIC18F4520.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3
КОНТРОЛЛЕР ЛОГИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

Цели: Разработать программное обеспечение для осуществления ввода, обработки и вывода логических сигналов, в том числе логических функций С, связанных с решением указанной задачи.

Методические указания

Логические устройства чрезвычайно распространены в различных технических системах. Среди них можно назвать микроконтроллеры, встраиваемые в различные контрольно-промышленные устройства, обрабатывающие приборы, системы управления автоматизированными объектами и многие другие. В общем случае логические устройства осуществляют ввод логических сигналов, обработку по заданному алгоритму (АЛ) и вывод логических сигналов, как показано на рис.3.1.

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \text{Контроллер} \\ \text{Логическое устройство} \\ \text{Выход} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_m \end{pmatrix}$$

Рис.3.1 – Функциональная схема логического устройства

В качестве входных сигналов $\{X_i\}$ в зависимости от назначения и назначения устройства могут быть сигналы датчиков и выходов датчиков различных физических величин, сигналы от устройств ввода (сенсоров) и другие. Выходные сигналы $\{Y_j\}$ предназначены для управления различной аппаратурой исполнительного действия, а также для управления устройствами индикации.

Так как вычислительные алгоритмы, реализуемые микроконтроллером логического устройства, весьма разнообразны, то в данной лабораторной работе целесообразно рассмотреть общие для них технические решения. Наиболее важным из них является распределение прерываний и аппаратный ресурс микроконтроллера, а также обеспечение своевременной обработки информации при входе в режим ожидания.

Ввод и микроконтроллер логических сигналов не всегда удобно осуществлять по аналоговому каналу связи. Генерировать прерывания по уровню. Это связано с тем, что микроконтроллеры имеют сравнительно небольшие диапазоны уровней, используемых как входные сигналы.

прерываний. Кроме того, для реализации вычислительного алгоритма может иметь значение время срабатывания логического сигнала, а не фаз его появления. Поэтому для ввода логических сигналов в микроконтроллер может быть использован аналоговый вход, обеспечивающий возможность обработки контроллера логических сигналов в соответствии с алгоритмом, который формируется логическим сигналом в зависимости от времени. В этом случае необходимо два входа, которые характеризуются микропроцессорными сигналами управления. Первым из них – это абсолютное время обработки информации и сигналов на дискретных входах, чтобы обеспечить соответствие по уровню. Вторым вводом является выходной сигнал, который используется для решения первой задачи вычислительного ресурса микроконтроллера с целью выполнения им других вычислительных задач. При решении этой задачи требуется достижение баланса между доступными и требуемыми вычислительными ресурсами микроконтроллера.

Решение этой задачи может быть осуществлено при различных способах прерываний и аппаратных ресурсах микроконтроллера. Для формирования прерываний и зон чистого для построения вычислительного процесса в режиме для выбора выходов, поступающих на входные входы, в микроконтроллере семейства PIC18 введена 4 аппаратных таймера, характеристики которых приведены в Таблице 3.1. Для осуществления типичных операций датирования, замера, обработки и формирования сигналов в микроконтроллере семейства PIC18 введена встроенная модуль CCP (Compare/Capture/PWM).

Таблица 3.1 – Таймеры микроконтроллера PIC18F4520

Таймер	Событие	Фиг. прерывания	Регистр в CCP	Свойств. модуль
Таймер 1	8-бит	TMR1ON	CCP1CON	ВАХТМР1
Таймер 2	16-бит	PWM1	Зона прерывания	RCW1TMR2
Таймер 3	8-бит	PWM3	Зона прерывания	RCW1TMR3
Таймер 4	16-бит	PWM4	Зона прерывания	RCW1TMR4

Таймеры 6, 1 и 3 в зависимости от конфигурации могут подготавливать выходные сигналы, имеющие частоту 1/4 от тактовой частоты и период 4T_{osc}, или импульсы на выходе модуля. Если таймер включен, то он осуществляет счет от начального значения, предельного значения и сброса регистра до максимального значения Z_{max}. Генерирование прерывания при переполнении счетчика от Z_{max} до Z_{min} для аппаратных таймеров и при переполнении от Z_{max} до Z_{min} для аппаратных таймеров согласно Таблице 3.1. Поэтому для формирования прерывания

предельного значения Z_{min} с помощью таймера в его счетчике должно быть значение Z_{min}, равное отношению до его переполнения.

$$T_{pr} = (Z_{max} - Z_{min}) / (Z_{pr} - N_{pr})$$

На рис.3.2 показаны временные диаграммы формирования Таймера 1 и 2 интервалов T_{pr} и генерирования прерывания TMR1 и TMR2 при прерывании. Следует отметить, что для прерывания счет, значения сигнала N_{pr} не требуется записывать в свой регистр Таймера 1 при выполнении прерывания обработки прерывания при переполнении. Величина предельного Z_{min} определяется, чтобы было возможно достичь начального значения для цикла прерывания счетчика регистера.

Рис.3.2 – Временные диаграммы таймера и генерирования прерывания при переполнении: а) Таймер 1; б) Таймер 2

Для доступа к таймеру микроконтроллер семейства PIC в режиме С имеются функции, приведенные в Таблице 3.2. Функции позволяют изменять число функций таймера для аппаратных таймеров и число функций таймера для аппаратных таймеров.

```

1811h TMR1 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 1
1812 TMR2 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 2
1813 TMR3 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 3
1814 TMR4 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 4
1815 TMR5 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 5
1816 TMR6 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 6
1817 TMR7 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 7
1818 TMR8 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 8
1819 TMR9 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 9
181A TMR10 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 10
181B TMR11 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 11
181C TMR12 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 12
181D TMR13 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 13
181E TMR14 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 14
181F TMR15 = 0; // Заполнение для выбора начального значения Таймера 15
    
```

В том случае, когда формат прерывания TMR1 – TMR15 микроконтроллера реализуется по схеме регистера согласно Таблице 3.1.

Для конфигурирования Таймера 6 в микроконтроллере семейства PIC18 предусмотрены регистры TMRCON, TMR1CON, TMR2CON, TMR3CON, TMR4CON, TMR5CON, TMR6CON, TMR7CON, TMR8CON, TMR9CON, TMR10CON, TMR11CON, TMR12CON, TMR13CON, TMR14CON, TMR15CON, которые, как и другие аппаратные модули микроконтроллера, подлежат включению по битам регистра конфигурации, как при программировании на ассемблере, в частности конфигурирование. В Таблице 3.3 приведены примеры функций ввода_интер_х для конфигурирования Таймера 6, 1 и 3

Победа в Конкурсе «Энергия инноваций в инженерном образовании» в 2022 году.

Концепция сборника материалов:

1. 100 стр. Лекции + л.р. + минисправочник.
2. Изучение от простого к сложному.
3. Применение МПТ в электроприводах.
4. Максимальный охват встроенных модулей.
5. Широкий охват синтаксиса языка С.
6. Оценка функционала и времени выполнения.
7. Связь задач управления, аппаратных модулей и программного обеспечения.
8. Справочные сведения в месте использования.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

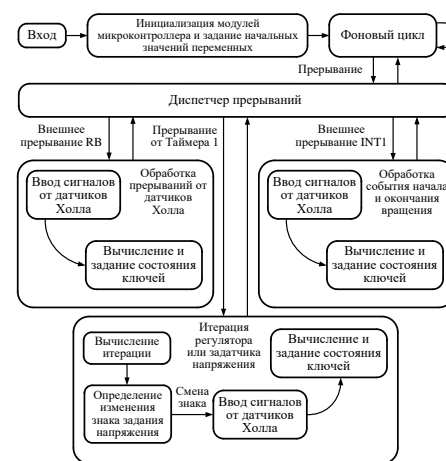
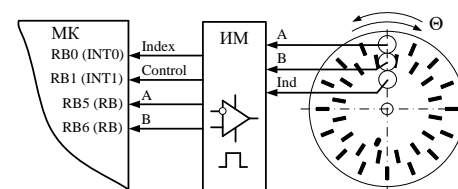
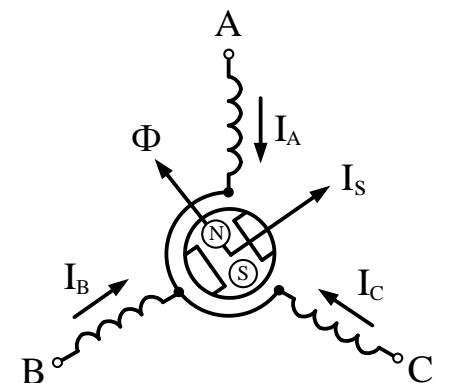
Обобщённое содержание темы из Части 2:

1. Описывается **назначение** и **принцип работы** электромеханического, электротехнического или электронного устройства (электрический двигатель, схема силового полупроводникового преобразователя, генератор сигналов, аналоговые и дискретные датчики).

2. Приводятся **физические принципы**, векторные **диаграммы**, функциональные и электрические **схемы**, логические и временные **последовательности** сигналов, блок-схемы **алгоритмов**, иллюстрирующие их работу.

3. Формулируется **задача управления** и **проблемы** осуществления этого управления (**учёт особенностей** физических сигналов, **своевременность** захвата и формирования сигналов, **согласование** процессов управления, **степень сложности** алгоритма управления, временные и пространственные **закономерности**).

4. Задача управления **«переводится»** на терминологию микропроцессорной техники с учётом её **ограничений**.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

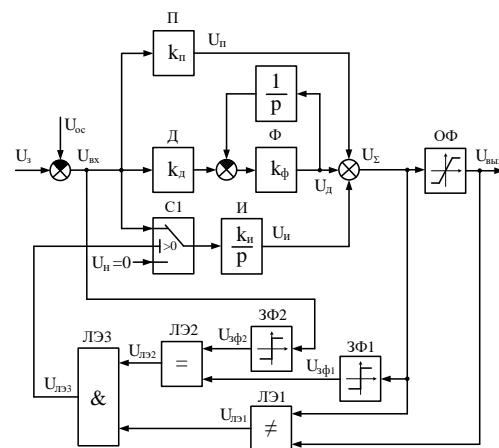
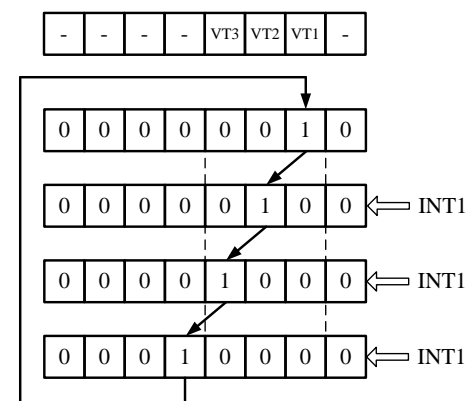
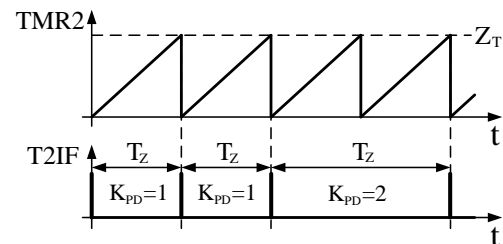
5. Рассматриваются **разные варианты** решения задачи **управления** – программный, программно-аппаратный и аппаратный применительно к целевому контроллеру.

6. Имеется **«развитие сюжета»**, то есть материала предыдущих тем, как правило, не достаточно для **рационального** и **грамотного** решения текущей задачи.

7. Выбираются **подходящие** для решения задачи **аппаратные модули**, встроенные в микроконтроллер. Дается описание функций на языке С и их параметров для инициализации и конфигурирования этих модулей, а также функции и подпрограммы для **доступа** к модулям в процессе **выполнения программы**.

8. Указываются **синтаксические конструкции** языка С, которые **наиболее удобны** для разработки программы. Оценивается **функциональность**, **компактность** текста и **время выполнения** таких синтаксических конструкций.

9. Предлагается **выполнить** индивидуальные задания и **ответить** на контрольные вопросы.



Слайд №21

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Целевой МК для Частей 1 и 2 – PIC:

1. Преимущество дисциплин.
2. Наличие типовых модулей.
3. Доступность средств разработки.
4. Умеренная производительность.
5. Ориентация на учебное назначение.

Средство разработки – MrLab:

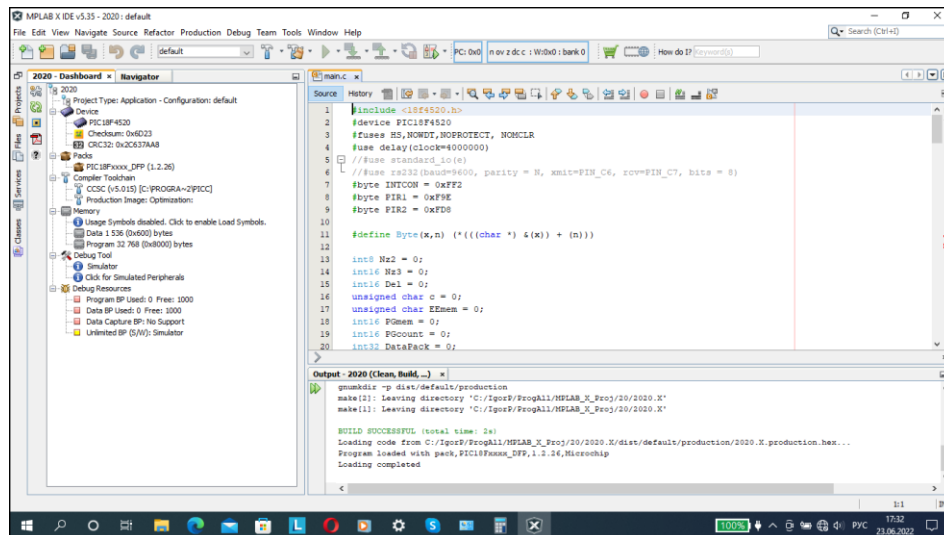
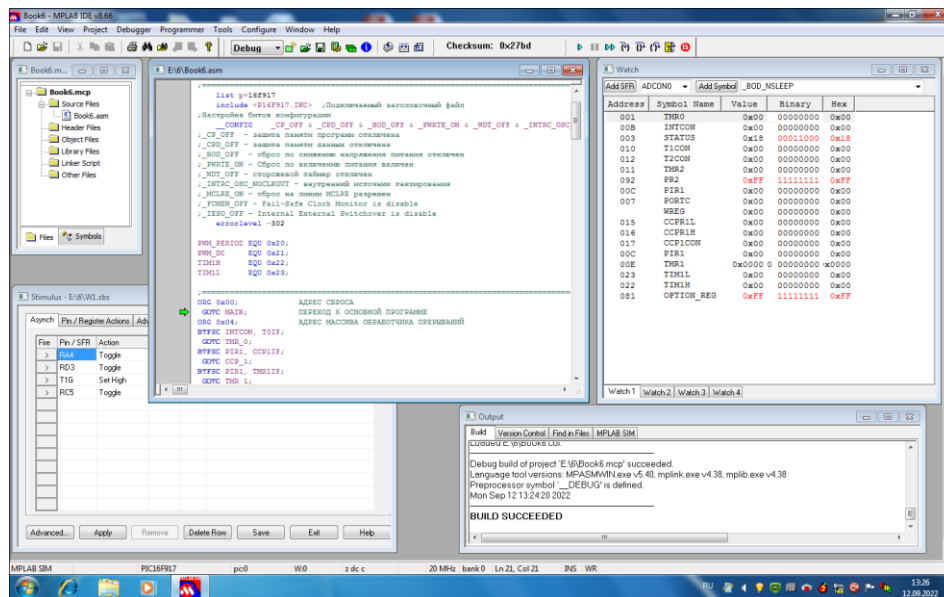
1. Типовой удобный интерфейс.
2. Наличие средств эмулирования.
3. Подключение компиляторов.
4. Официальное бесплатное использование.
5. Регулярное обновление.
6. Широкая номенклатура МПТ.
7. Совместимость драйверов с Windows.

Ассемблер – MPAsm-Win:

1. Универсальность для различной МПТ.
2. Официальное бесплатное использование.

Компилятор языка C – PICC-Compiler:

1. Разумный минимализм.
2. Полная совместимость с MrLab X.
3. Официальное бесплатное использование.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Часть 3. Системы микропроцессорного управления электроприводов.

Инновационная технология – модельно-ориентированное программирование:

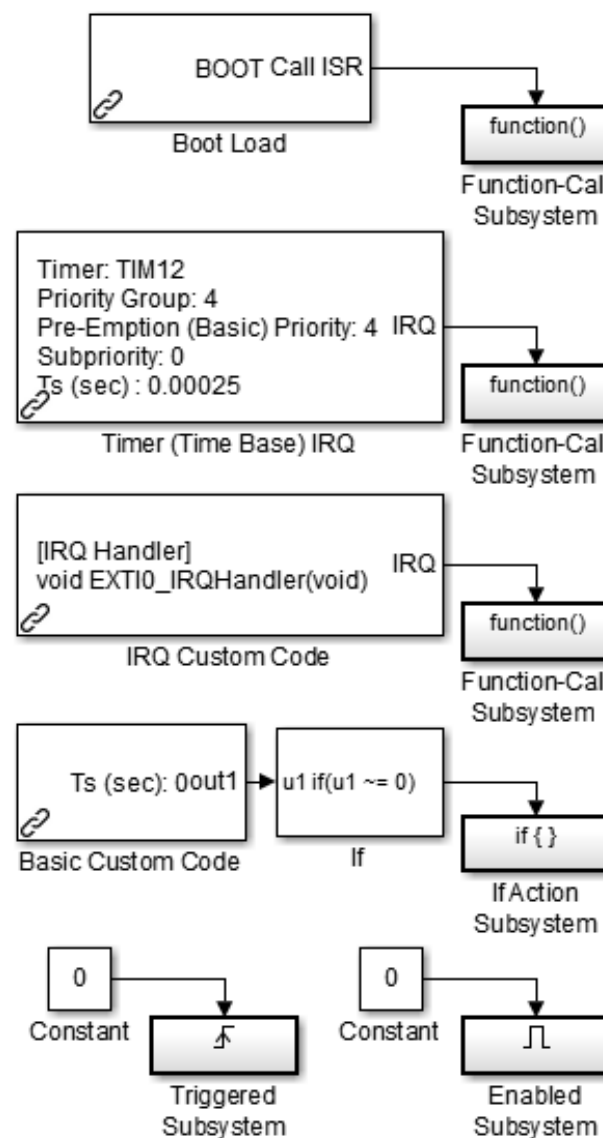
- Автоматическое генерирование ПО.
- Разработка ПО в виде модельной схемы, называемой исполняемой моделью.
- Описание встроенных модулей МК в виде стандартных модельных блоков.
- Использование популярных средств компьютерного моделирования.
- Удобство для специалистов в предметной области электромеханики, не имеющих значительного опыта программирования.
- Невероятная скорость и эффективность разработки программного обеспечения.
- Опирается непосредственно на сумму знаний по разным предметным областям.
- Средство изучения микропроцессорной техники для предметной области.



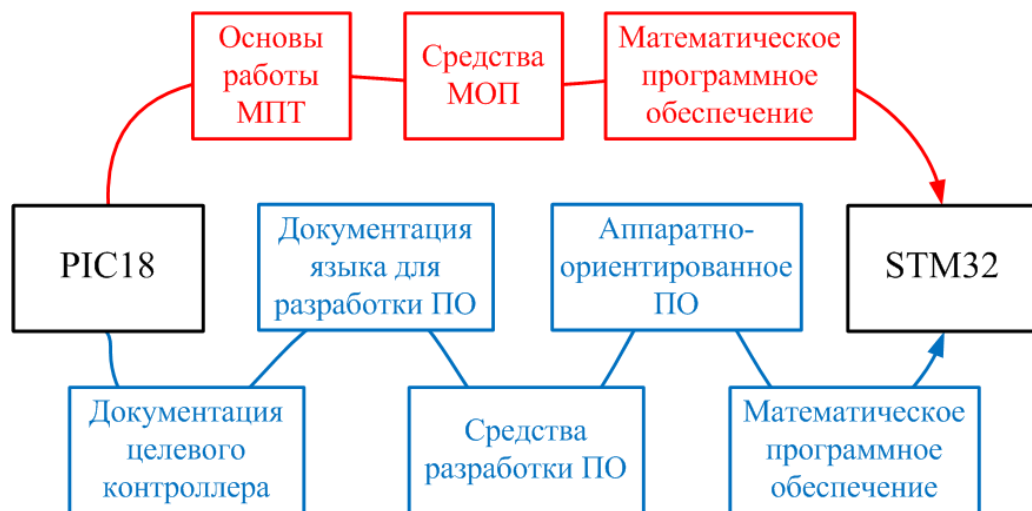
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Методический аппарат технологии модельно-ориентированного программирования (МОП):

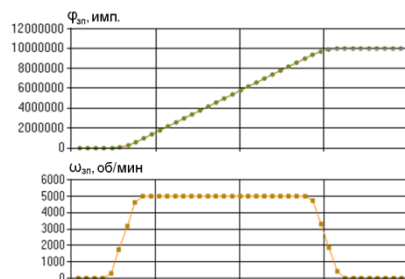
- Методы и приёмы **разработки** и **компоновки** программного обеспечения.
- **Распределение** вычислительных ресурсов и средств аппаратных модулей микроконтроллера.
- **Графический синтаксис** модельных схем.
- **Достижение баланса** при распределении вычислительных ресурсов между задачами.
- **Пределы выразительности** модельных средств.
- **Включение** математического **программного обеспечения** на языке С в исполняемую модель.
- Различные **свойства и ограничения** модельных блоков и конструкций из них, а также **приёмы и методы** их учёта и преодоления.
- **Типовые решения** – различные **полезные методы** и **приёмы** использования модельных схем.
- **Взаимосвязь ресурсов** микроконтроллера и достижимых **характеристик** электроприводов.



МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ



Переход от учебной простейшей элементной базы МПТ к более современной и совершенной элементной базе упрощается и ускоряется с применением МОП, что способствует применению этой технологии в учебном процессе в Части 3. Основа для этого имеется после изучения Части 1 и Части 2.



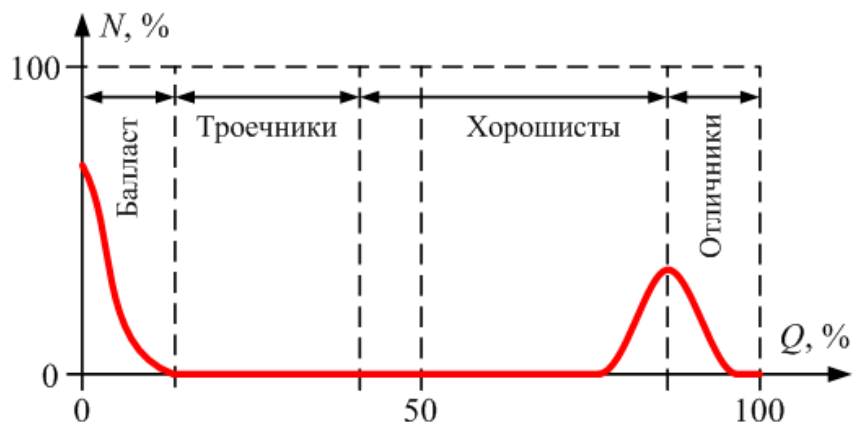
Конвертация авторских научных и практических результатов в учебно-методические материалы

МАСШТАБИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ



- **Часть 1 универсальна** для различных предметных областей электротехники, электромеханики, электроэнергетики, теплотехники и силовой электроники.
- **Часть 1 и Часть 2 содержательно обособлены** от остальной изучаемой предметной области и универсальны для изучения на разных профилях.
- **Часть 1 и Часть 2 изучаются** параллельно с другими дисциплинами предметной области, что позволяет продемонстрировать их взаимосвязь.
- **Часть 2 требует некоторой адаптации** в зависимости от предметной области.
- **Часть 3 для различных предметных областей** различается объектами, к которым применяется микропроцессорное управление.
- **Часть 3 применительно к специфичному объекту** управления основана на разнообразных дисциплинах изучаемой предметной области.

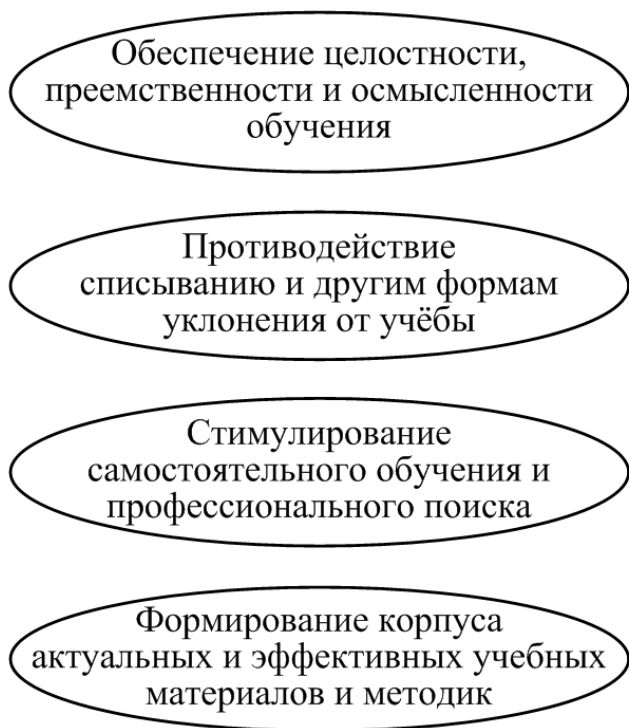
ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ



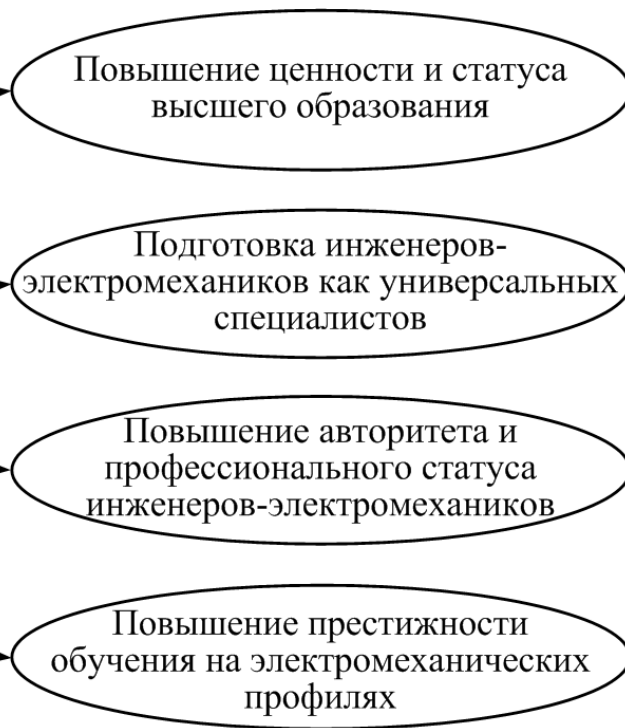
Целевое распределение успеваемости при использовании образовательной технологии с лучшим итогом имеет вид:

- «Неисправимые» балласты уже не связаны с содержанием и методикой преподавания.
- Способные и желающие учиться **доводятся до уровня** выше среднего.
- **Минимум** учащихся **посредственного** уровня.

Условия продуктивного обучения и действия для их достижения



Формирование компетенций инженеров-электромехаников



Ожидаемые практические, методические и ментальные итоги

ЛИТЕРАТУРА

1. **Предко М.** Справочник по PIC-микроконтроллерам: Перевод с английского. – М.: ДМК Пресс, 2002. – 512 с.
2. **Тавернье К.** PIC-микроконтроллеры. Практика применения: Перевод с французского. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 272 с.
3. **Шпак Ю.А.** Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. – Киев: МК – Пресс, 2006. – 400 с.
4. **Уилмсхерст Т.** Разработка встроенных систем с помощью микроконтроллеров PIC. Принципы и практические примеры: Перевод с английского. – Киев: МК – Пресс, 2008. – 544 с.
5. **Новиков Ю.В.** Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие. – М.: Интернет-университет информационных технологий, 2009. – 357 с.
6. **Заец Н.И.** Радиолюбительские конструкции на PIC-контроллерах. Книга 3. – М.: СОЛОН – Пресс, 2006. – 240 с.
7. **DS39631E.** Техническая документация микроконтроллеров Microchip PIC18F2420/2520/4420/4520.
8. **Денисенко В.В.** Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 608 с.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Полющенко Игорь Сергеевич
polyushenkov.igor@yandex.ru