

Украина  
Национальный Авиационный Университет



# ИНЖЕНЕРИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ - ДИСЦИПЛИНА ИЛИ БАКАЛАВРАТ? ОПЫТ УКРАИНЫ

**Н.А.Сидоров**

д.т.н., проф., декан факультета компьютерных наук,  
заведующий кафедрой инженерии программного обеспечения

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# Содержание

- Введение
- 1 Инженерия
  - 1.1 Инженерия программного обеспечения. Начало
  - 1.2 Инженерия программного обеспечения. Сейчас
- 2 Обучение
  - 2.1 Обучение инженерии программного обучения. Начало
  - 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас
- 3 Обучение инженерии программного обеспечения в Украине
  - 3.1 Обучение в Украине
  - 3.2 Обучение в Национальном авиационном университете
- Заключение
- Литература

# Введение

**В 2005г. исполнилось тридцать семь лет термину software engineering («инженерия программного обеспечения») [1]**

**Naur P., Randall B. Software engineering: Report on conference sponsored by NATO science commitee – 7-10 oct.-1968**

# Введение

- Сегодня «созревает» новая отрасль, обеспечивающая индустриальную реализацию процессов разработки, сопровождения и ликвидации программного обеспечения по характеру близких к соответствующим процессам, в других, уже давно существующих отраслях.
- Признак зрелости отрасли - это передача накопленного опыта путем дифференцированного обучения.

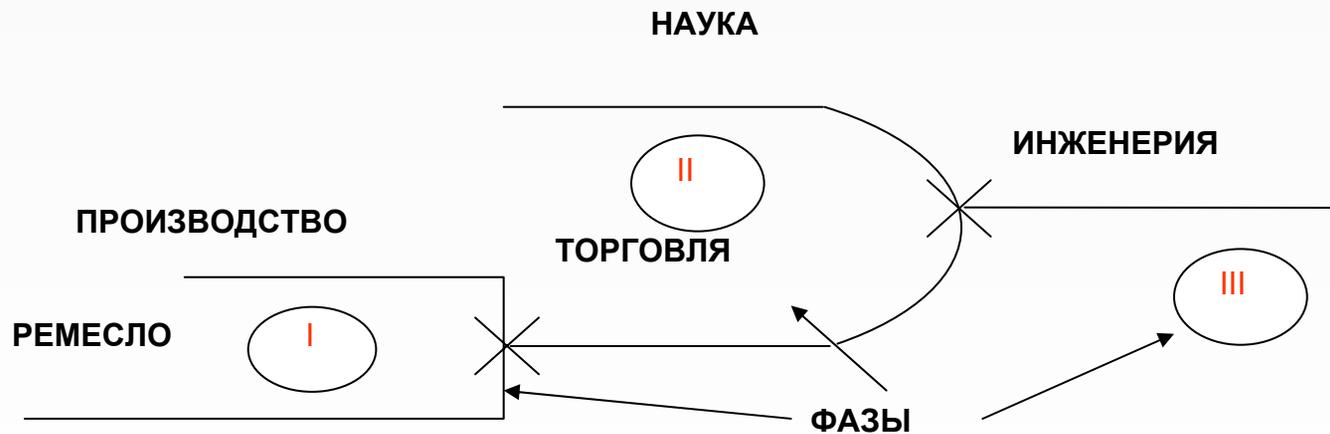
# 1 Инженерия

Принципы инженерной деятельности:

- **эффективность** - результаты получают заданными ресурсами и они отвечают заданным требованиям;
- **практичность** - результаты имеют конкретных заказчиков;
- **фундаментальность** - результаты получают на основе знаний фундаментальных наук;
- **наследуемость** - результаты получают на основе накопленного опыта, исключая деятельность «с нуля»;
- **осязаемость** – результаты являются осязаемыми продуктами, которые можно применять, разрушать и исследовать с помощью эмпирических методов познания;
- **сопровождаемость** - результаты, находясь в эксплуатации, обязательно сопровождаются (обслуживаются).

# 1 Инженерия

## Становление инженерной деятельности [3]



# 1 Инженерия

## Характеристика фаз

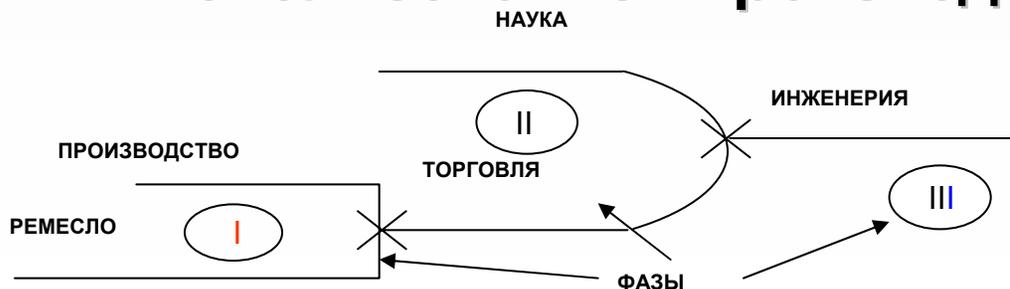
фаза I:

исполнители - виртуозы и талантливые одиночки;

ресурсы - интуиция и грубая сила;

методы - случайная передача опыта, экстравагантное применение материалов;

использование - производство для себя;



SEC(R)  
2005

# 1 Инженерия

## Характеристика фаз

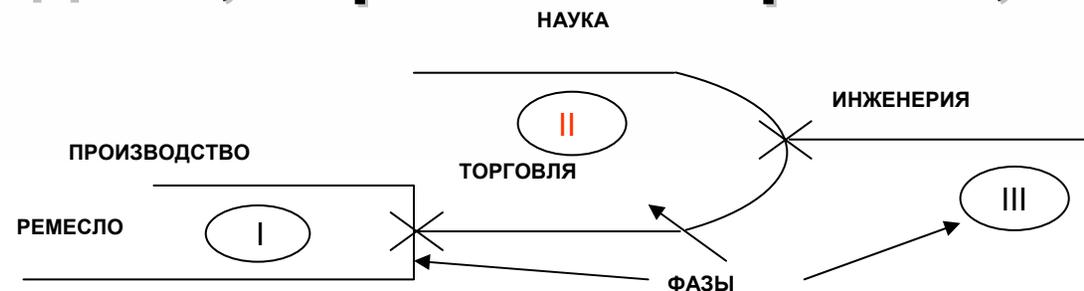
фаза II:

исполнители - искусные производители;

ресурсы - отдельные инструменты;

методы - механический тренинг, учет экономических факторов в выборе материалов;

использование - производство для продажи, образование рынка;



e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# 1 Инженерия

## Характеристика фаз

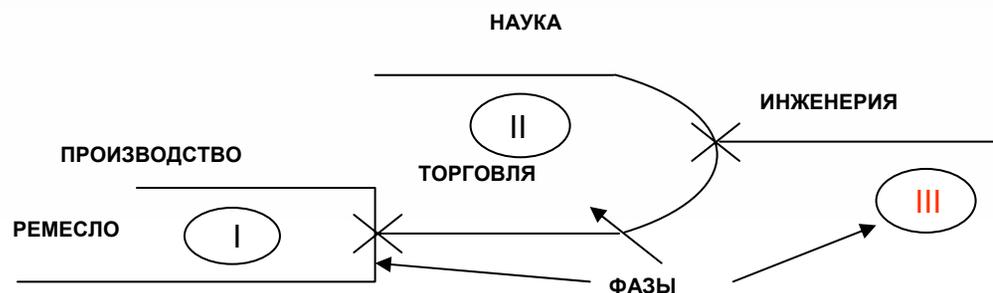
фаза III:

исполнители - образованные профессионалы;

ресурсы - машины и комплексы, используются в технологиях;

методы - теоретические и эмпирические, передача знаний путем дифференцированного обучения, сопровождение;

использование - сегментация рынка.



# 1 Инженерия

## Характеристика фаз для инженерии программного обеспечения

Характеристика	Фаза (начало)		
	I (1960 г.)	II (1970 г.)	III (1980 г.)
Особенности программирования	программирование «как-нибудь»	программирование «в малом»	программирование «в большом»
Подготовка кадров	практически отсутствует	прикладная математика	компьютерные науки
Ресурсы	ассемблеры, машинные дампы	трансляторы, линкеры, загрузчики, системы программирования	среды разработки программ
Технологии	отсутствуют	НПО, формализованных технических заданий	R – технология, PSL/PSA, SREM, SADT
Экономика	отсутствует	интуитивная	PRICE-S, SCEP, SLIM
Рынок	отсутствует, заказное программное обеспечение	производство для продажи	сегментация рынка

SEC(R)  
2005

## **1.1 Инженерия программного обеспечения. Начало**

**Б. Бозм [11]: Инженерия программного обеспечения - практическое приложение научных знаний в проектировании и конструировании компьютерных программ, а также в создании документации, необходимой чтобы разрабатывать, эксплуатировать и сопровождать компьютерные программы.**

**В бывшем Советском Союзе исследовали и получили существенные результаты: А.П.Ершов [18], В.М.Глушков [19], Е.А.Жоголев [20], И.В.Вельбицкий [21], В.В.Липаев [22], Э.Х.Тыугу [24].**

**Использовался термин «технология программирования» как общее базовое понятие [25,26]. Теперь этот термин практически не используется, хотя имеют место термины «технология разработки программного обеспечения» [27] и «программная инженерия» [28].**

# 1.1 Инженерия программного обеспечения. Начало. Терминология

В России и Украине используется термин «программная инженерия». Если этот термин войдет в стандарты, то кроме неправильного его применения по смыслу, при легализации дипломов выпускников будет получен термин, которого нет на Западе (program engineering).

A). **Software engineering ↔ Инженерия программного обеспечения**

**Программная инженерия ↔ Program engineering**

B). **Программное обеспечение ≠ Программа**

**(Software)**

**(Program)**

**Программная инженерия ≠ Software engineering**

## **1.2 Инженерия программного обеспечения. Сейчас**

**Инженерия программного обеспечения - это систематизированный, регламентированный и квантифицируемый подход к решению задач разработки, эксплуатации, сопровождения и утилизации программного обеспечения. При этом процессы и программное обеспечение должны отвечать заданным техническим, экономическим, социальным и правовым требованиям [29].**

## 1.2 Инженерия программного обеспечения. Сейчас

Основная концепция инженерии программного обеспечения - жизненный цикл.



## **1.2 Инженерия программного обеспечения. Сейчас**

**В настоящее время существуют:**

- **технологии создания программного обеспечения, основанные на экстремальном, аспектно-ориентированном, объектно-ориентированном, проблемно-ориентированном взглядах на разработку и устройство программного обеспечения.**
- **технологии управления разработкой программного обеспечения.**
- **культура инженерии программного обеспечения [32].**

# **2 Обучение**

**Можно различить три периода становления обучения в новой отрасли:**

- отдельная дисциплина;**
- специальные курсы;**
- учебный план.**

**Периоды становления обучения в новой отрасли - отдельная дисциплина:**

- в этом периоде в учебном плане соответствующего направления обучения появляется одна дисциплина, отражающая текущее состояние знаний в новой отрасли, цель которой состоит в том, чтобы познакомить студентов с отраслью.**

# 2 Обучение

## Периоды становления обучения в новой отрасли - «специальные курсы»

- в этом периоде, те организации, которые имеют потребность в специалистах новой отрасли, занимаются «доводкой» выпускника вуза путем постановки в своих учебных центрах специальных курсов, реализуя тем самым специализацию; одновременно в учебных планах вузов кроме основной, начинают ставить другие дисциплины («курсы»), более глубоко рассматривающие отдельные разделы основной дисциплины.

# 2 Обучение

**Периоды становления обучения в новой отрасли - «учебный план»:**

- **в этом периоде новая отрасль созревает настолько, что подготовка специалистов для нее не может обеспечиваться учебным планом, который содержит одну дисциплину и курсы; требуется разработка отдельного плана, при этом, в зависимости от формы образования создается новый бакалаврат и специальности, или новая специальность и специализации.**

## 2.1 Обучение инженерии программного обеспечения. Начало

Компьютерные науки - Computing Curricula 2001[7]

- первый период (см. 11)

Рекомендуемый перечень дисциплин (учебный план):

№ пп	Название учебной дисциплины	Минимальное количество часов изучения дисциплины
1.	Дискретные структуры (математика)	37
2.	Основы программирования	65
3.	Алгоритмы и сложность	31
4.	Языки программирования	5
4.	Архитектура	33
5.	Операционные системы	22
6.	Человеко-машинное взаимодействие	3
7.	Графика, визуализация и мультимедиа	-
8.	Интеллектуальные системы	10
9.	Информационный менеджмент (управление базами данных)	10
10.	Сетевые вычисления	15
11.	Инженерия программного обеспечения	30
12.	Научные вычисления	-
13.	Социальные, этические и профессиональные вопросы	16

## **2.1 Обучение инженерии программного обеспечения. Начало**

**Обучение компьютерным наукам характеризуется:**

- **подготовка специалистов вообще - «ученых»;**
- **ориентация на один язык программирования (обычно C++ );**
- **изучение кодирования программ «с нуля»;**
- **выполнение программирования раньше проектирования;**
- **программирование «в малом»;**
- **ориентация на индивидуальную деятельность;**
- **отсутствие у специалистов профессиональных навыков – следование стандартам, планирование и оценка своих действий, продвижение на рынок и сопровождение программного обеспечения;**
- **игнорирование требований безопасности, надежности, экономики.**

## **2.1 Обучение инженерии программного обеспечения. Начало**

**В Украине, обучение компьютерным наукам было начато в 1995 г. путем введения трехступенчатой формы образования («младший специалист», бакалаврат, магистратура). Открыт бакалаврат «Компьютерные науки».**

# До Болонского процесса

## Бакалавраты

0804

Компьютерные науки

0914

Компьютеризованные системы,  
автоматика и управление

0915

Компьютерная инженерия

## специальности

080401

080401 – Информационные управляющие системы и технологии

080402

080402 - Информационные технологии проектирования

080403

080403 – Программное обеспечение автоматизированных систем

Бакалаврат – 4 года

Специальность – 1 – 1,5 года

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

## 2.1 Обучение инженерии программного обеспечения. Начало

Рекомендованный украинским стандартом перечень учебных дисциплин [34] (учебный план) – первый период (см. 15).

№ пп	Название учебной дисциплины	Минимальное количество часов изучения дисциплины
	Цикл естественно-научной подготовки	
1.	Высшая математика	540
2.	Физика	324
3.	Инженерная и компьютерная графика	108
4.	Основы дискретной математики	162
5.	Теория вероятностей, вероятностные процессы и математическая статистика	162
6.	Основы программирования и алгоритмические языки	162
7.	Объектно-ориентированное программирование	162
8.	Системный анализ и проектирование компьютерных информационных систем	162
9.	Основы экологии	54
10.	Безопасность жизнедеятельности	54
	Вместе по циклу	1890

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

## 2.1 Обучение инженерии программного обеспечения. Начало продолжение учебного плана

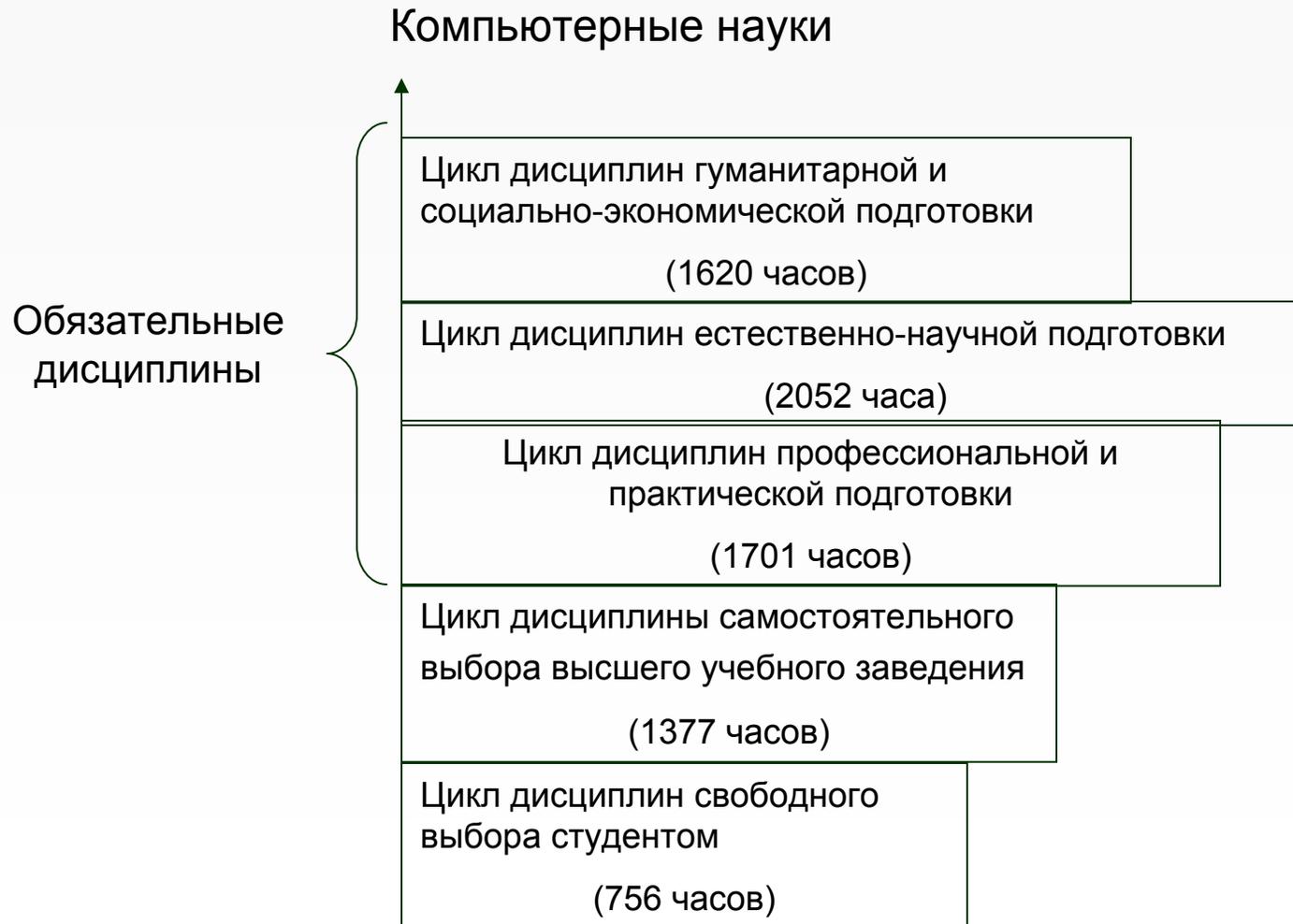
№ пп	Название учебной дисциплины	Минимальное количество часов изучения дисциплины
Цикл профессиональной и практической подготовки		
11.	Основы электротехники и электроники	108
12.	Компьютерная схемотехника (элементы и схемы компьютерных систем)	108
13.	Архитектура компьютеров	162
14.	Системное программирование и операционные системы	216
15.	Технология программирования и создания программных продуктов	108
16.	Организация баз данных и знаний	108
17.	Методы и средства компьютерных информационных технологий	108
18.	Компьютерные сети (локальные, корпоративные, глобальные)	108
19.	Системы искусственного интеллекта	108
20.	Моделирование систем	135
21.	Численные методы в информатике	135
22.	Экономика и организация производства	162
23.	Менеджмент	54
24.	Основы охраны труда	54
Вместе по цикл		1674

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# Учебный план (стандарт Украины)

## Распределение циклов обучения



## **2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас**

**Для обучения инженерии необходимы знания:**

- **«проблем» - конкретные предметные области, для которых создается программное обеспечение [6];**
- **«решений» - собственно инженерия программного обеспечения;**
- **«проблем-и-решений» - применение методов инженерии программного обеспечения в конкретных предметных областях.**

## 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас

### Домены проблем [6]

№ п/п	Домен	Дополнительные знания необходимые инженеру по программному обеспечению
1	Сете-ориентированные системы	Web-технологии Компьютерные сети Защита
2	Информационные системы и обработка данных	Базы данных Бизнес администрирование Хранилища данных
3	Финансовые и е-коммерческие системы	Бухгалтерский учет Финансы Защита
4	Отказоустойчивые и живучие системы	Гетерогенные, дистрибутивные системы Защита Анализ отказов и восстановление
5	Высокозащищенные системы	Бизнес-задачи, связанные с защитой Защита уязвимостей и рисков Криптография, криптоанализ Компьютерные сети

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас

## Домены проблем [6] (продолжение)

№ п/п	Домен	Дополнительные знания необходимые инженеру по программному обеспечению
6	Безопасные критические системы	Формальные методы доказательства корректности Знания по системам управления
7	Встроенные и реального времени системы	Аппаратное обеспечение встроенных систем Языки и инструменты для разработки Синхронизация Аппаратная верификация
8	Биомедицинские системы	Биология и близкие науки Безопасность критических систем
9	Научные системы	Близкие науки Статистика Визуализация и графика
10	Телекоммуникационные системы	Сигналы, теория информации Протоколы телефонии и телекоммуникаций
11	Авионика и подвижные системы	Понятия инженерной механики Безопасность критических систем Встроенные и реального времени системы

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

## 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас

Особенности (трудности) приобретения знаний:

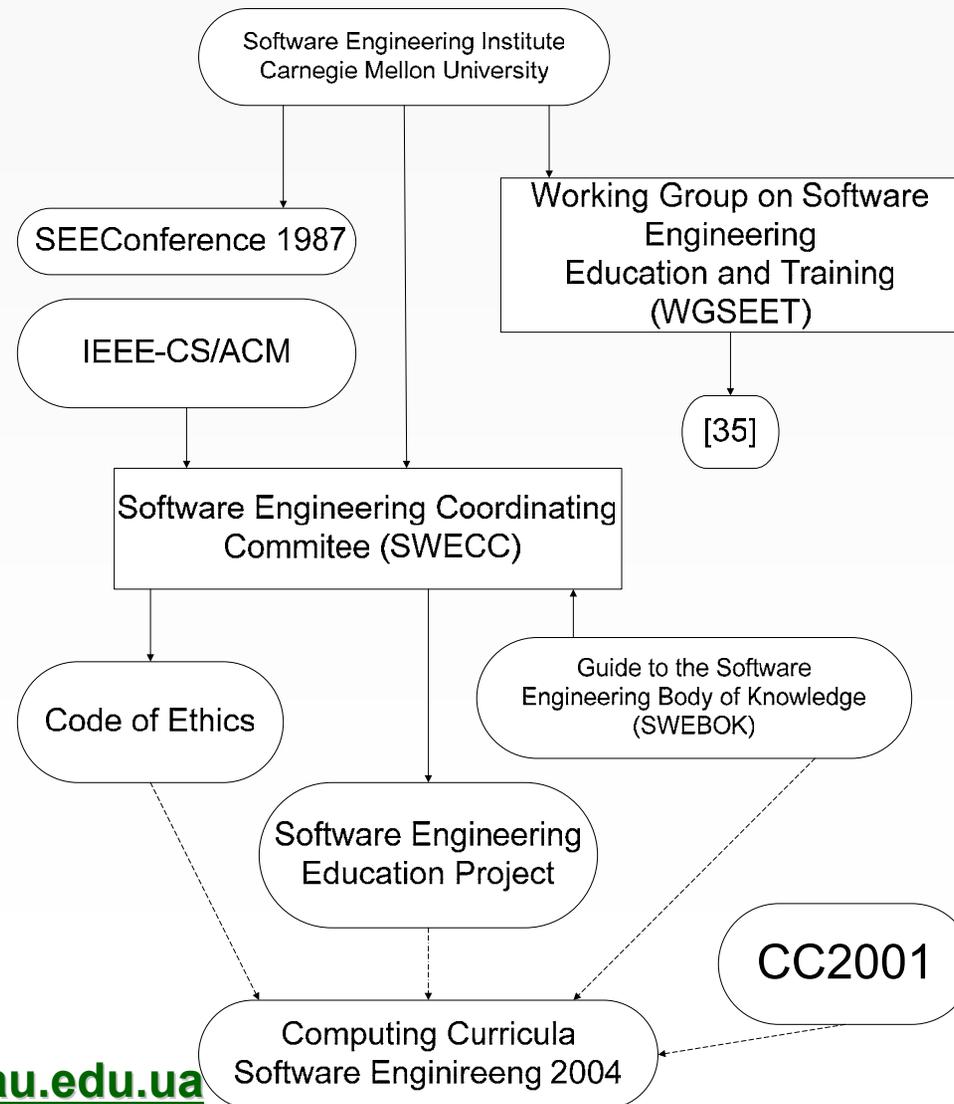
- знания доменов проблем, которых достаточно много, принципиально отличаются от знаний домена решений;
- знания домена решений находятся в руководствах, системной документации, фирменных технических библиотеках, поэтому недоступны широкому кругу специалистов;
- приобретение знаний доменов «проблем-и-решений» требует от преподавателя значительных усилий, так как вначале приобретаются знания домена проблем, затем домена решений и наконец, приобретенные знания соединяются на практической основе.

## **2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас**

**Смещение акцентов при подготовке инженеров по программному обеспечению:**

- от программирования к анализу и проектированию;
- от программирования "в малом" к программированию "в большом", опираясь на готовые архитектуры и компоненты;
- от индивидуальной к групповой деятельности;
- от разработки к сопровождению;
- от игнорирования стандартов к их обязательному применению;
- от недокументированной разработки к документированной;
- от недоказательных действий к доказательным;
- от случайных действий к планируемым;
- от специалистов вообще к лицензированным специалистам-инженерам.

## 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас



## **2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас**

### **Сферы знаний CCSE2003 [6]**

<b>№ п/п</b>	<b>Сфера знаний</b>	<b>Темы</b>
<b>1</b>	<b>Основы вычислений (обработки информации)</b>	<b>Основы компьютерных наук. Технологии проектирования. Инструменты для разработки. Методы формального построения.</b>
<b>2</b>	<b>Математические основы инженерии</b>	<b>Основы математики (дискретной). Инженерные основы программного обеспечения. Прикладная экономика программного обеспечения.</b>
<b>3</b>	<b>Профессиональная практика</b>	<b>Динамика /психология поведения коллектива. Навыки общения. Профессионализм.</b>
<b>4</b>	<b>Моделирование и анализ программного обеспечения</b>	<b>Основы моделирования. Типы моделей. Основы анализа. Извлечение требований. Детализация и документирование требований. Утверждение требований.</b>

## 2.2 Обучение инженерии программного обеспечения. Сейчас

### Сферы знаний CCSE2003 [6] (продолжение)

№ п/п	Сфера знаний	Темы
5	Разработка программного обеспечения	Концепции проектирования. Стратегии разработки. Проектирование интерфейсов. Детализированное проектирование. Инструментарий и оценка проектирования.
6	Проверка и утверждение программного обеспечения	Терминология и принципы верификации и валидации Рецензии. Тестирование. Оценка и тестирование интерфейса программы. Анализ и составление отчетов о проблемах.
7	Эволюция программного обеспечения	Процессы эволюции. Показатели эволюции
8	Программный процесс	Концепции процесса. Реализация процесса. Адаптация процесса.

### **3 Обучение инженерии программного обеспечения в Украине**

**Украина в аспекте становления обучения инженерии программного обеспечения должна находиться в первом периоде, так как в списке рекомендуемых дисциплин есть только одна дисциплина – *«Технология программирования и создания программных продуктов»***  
**Объективно этот план не отражает существующее положение дел.**

## 3.1 Обучение в Украине

**Украинское образование уже несколько лет находится на второй стадии, и некоторые вузы накопили определенный опыт обучения.**

## **3.2 Обучение в Национальном авиационном университете**

**Три года в Национальном авиационном университете работает первая в Украине кафедра инженерии программного обеспечения, которая в качестве основной задачи рассматривает совершенствование подготовки специалистов именно в этой отрасли.**

**Третий год кафедрой экспериментально ведется преподавание основ программирования с применением принципов инженерии программного обеспечения [15]. Программы всех дисциплин кафедры пересматриваются с целью смещения акцентов в сторону инженерии программного обеспечения, учета рекомендаций WGSEET и CCSE 2003. В 2003 г. на кафедре была открыта подготовка по специальности «Управление проектами» с ориентацией на инженерию программного обеспечения и осуществлен один выпуск специалистов**

# Изучение технологий на кафедре

№ п/п	Название академии	Название академии Изучаемые технологии, средства	Дисциплины основного плана	Факультатив
1	Академия Sun ONE (Sun microsystems)	Sun, Solaris, Star Office	Системное программирование и операционные системы; Операционные системы; Прикладное программное программирование	Свободный доступ к ресурсам
2	Локальная академия Cisco (Cisco systems)	Сетевые технологии	Компьютерные сети	Платные курсы
3	Академическая инициатива IBM (IBM Corp.)	IBM Web Sphere, IBM DB2, IBM Lotus, IBM Tivoli	Программирование в Internet ; Основы документооборота в Internet; Организация баз данных и знаний	Свободный доступ к ресурсам
4	Microsoft Developer Network MSDN (Microsoft corp.) IT Академия (с 01.01.06)	Технологии фирмы Microsoft	Операционные системы; Организация баз данных и знаний	Свободный доступ к ресурсам

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

**Впервые проведена  
конференция  
аспирантов и  
студентов по  
инженерии  
программного  
обеспечения**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
Національний авіаційний університет  
Microsoft Україна  
Асоціація „Інформаційні Технології України”**

**Microsoft®**



**МАТЕРІАЛИ  
КОНФЕРЕНЦІЇ  
АСПРАНТІВ І СТУДЕНТІВ  
ІНЖЕНЕРІЯ ПРОГРАМНОГО  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 2005  
29.06 – 02.07  
с.Жукін, Київська обл.**



Київ 2005

**e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)**

**SEC(R)  
2005**

# Заключение

Принимая во внимание мировой опыт можно утверждать, что есть все предпосылки для разработки в Украине государственного стандарта бакалаврата инженерии программного обеспечения. Принятие стандарта сейчас было бы своевременным с учетом намерений Украины войти в Болонскую конвенцию [40].

# Литература

1. Naur P., Randall B. Software engineering: Report on conference sponsored by NATO science committee – 7-10 oct.-1968
2. Аптекарь М.Д., Рамазанов С.К., Фрегер Г.Е. История инженерной деятельности.-Киев.-2003.-204 с.
3. Shaw M. Prospects for an Engineering Discipline of Software .- IEEE Software.- nov. – 1990.-p.15-24.
4. Moore J. An Integrated Collection of Software Engineering Standard //IEEE Software.-n 6.-v 16.-1999.-p.51-57.
5. Bagert D.J. The Challenge of Curricula Modeling for an Engineering Discipline: Software Engineering Education // IEEE Computer Press. - nov. - 1998.
6. Computing Curricula – Software engineering. – march. – 2003.
7. Computing Curricula 2001. IEEE Computer Society ACM.-March. –2000

# Литература

8. Shaw M. Software engineering education: A Roadmap.- Annals of software engineering. – 6/ - 1998. – p. 25-35
9. Blake M.B. A Student – Enacted Simulation Approach to Software Engineering Education.-IEEE Trans. on education.-46.-№1.- 2003.-p.124-132
10. Zvegintzov N. Do we know enough to teach software engineering?.-IEEE Software.-sep./oct.-2003
11. Boehm B. Software engineering. –IEEE Trans. Computers.-dec.- 1976.-p.226 – 241
12. Gotterbarn D., Miller K., Rogerson S. Software engineering code of ethics.- Communication of ACM.-v. 40.- №11.-1997.-p 110-118
13. Henderson P.B. Mathematical reasoning in software education. – Com. of the ACM. – v 46.-N9.-2003.-p 45-50
14. Broy M. Toward a Mathematical foundation of Software engineering methods.- IEEE Trans. on of Software engineering.- v.27.- N1. –2001.-p.42-57

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# Литература

15. Сидоров Н.А. Применение принципов программной инженерии в преподавании основ программирования // УсиМ. -2. -1999. -с. 50-59.
16. Лаврищева Е.М., Безуглый Д.Л., Молдавский С.М. Подход к созданию комплексной учебной программы для подготовки ИТ-менеджеров.-Укр.ПроГ'2004.-Киев.-2004.-pp.598-605
17. Coch B. Planning the Software Industrial Revolution - IEEE Software.-nov.-1990.-p. 25.-33
18. Ершов А.П. Трансформационный метод в технологии программирования. -В кн.: Технология программирования: Тез. докл. 1 Всесоюз. конф. К.,1979,с.7-12.
19. Глушков В.М. Фундаментальные исследования и технология программирования. –Программирование, 1980, №2, с.3-13
20. Жоголев Е.А. Синтаксически управляемое конструирование программ. –Программирование, 1979, №6, с.20-25

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# Литература

21. Вельбицкий И.В. Метод обработки дискретной информации на базе одного способа формального задания семантики языков: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – К., 1977. – 47с.
22. Липаев В.В., Тихомиров В.П. Проблемы индустриального производства и использования программных средств. – В кн.: Всесоюз. науч.-техн. конф. Программное обеспечение АСУ. Секция 2. Калинин, 1080, с. 16-23
23. Редько В.Н. Композиционная технология программирования,- Киев.-Знание.- 1981
24. Тыугу Э.Х. Концептуальное программирование.-М.- Наука.- 1984 г.- 256 с.
25. Вельбицкий И.В. Технология программирования.-Киев.- Техніка.-1984.-274с.
26. Гонца М.Г. Что такое технология программирования? .- Штиица.- Кишинев.-1989.- 68

e-mail: [sna@nau.edu.ua](mailto:sna@nau.edu.ua)

SEC(R)  
2005

# Литература

27. Орлов С.А. Технология разработки программного обеспечения.-Питер.-2002
28. Бабенко Л.П., Лаврищева К.М. Основы програмної інженерії.- Знання.-Київ.-2001
29. Freeman P. Building a foundation for the future of software engineering – Comm. of ACM.- v.34.-n.5.-2001.- p. 31-33.
30. Chikofsky E., Cross II J. Reverse Engineering and Design Recovery: A. Taxonomy // IEEE Softw.-1990. - Jan. – p.13-17
31. Сидоров Н.А. Восстановление, повторное использование и переработка программного обеспечения. I // УСиМ. - N3.- 1998.с.30-39.
32. Wiegers K.E. Creating a Software Engineering Culture. - DHP. - 1996 .- 358p.

# Литература

33. Tomayko J. Forging a discipline : An outline history of Software engineering education.- Annals of software engineering. – 6. - 1998. – р. 3-18
34. Стандарт вищої освіти підготовки бакалавра, напрямку підготовки 0804 комп'ютерні науки. – Міністерство освіти і науки. – Київ. – 2001.
35. Bagert D., Hilburu T., Hislop G. Guidelines for software engineering education. – CMU/SEI – 99 – TR – 032/ - SEI. – CMU/ - 1999
36. Ford G.A. Progress Report on Undergraduate Software Engineering Education// GMU/SEI -94 -TR -11.- Garnegie Mellon University. - 1994.
37. Bourque P., Dupius R. Guide to the software engineering body of knowledge.- IEEECS press.- Los Alamidos.- 2001

# Литература

38. Tucker A. Computing Curricula'91.- ACM/IEEE.- 1991
39. ACM/IEEE-Curriculum 2001 Task Force.- Computer Science.- dec.-2001
40. Кремень В. Підвищення ефективності вищої освіти і науки як дієвого чинника суспільного розвитку та інтеграції в європейське співтовариство. – Вища школа.- 6.- 2003