

# Обзор международных стандартов куррикулумов нового поколения 202X для подготовки ИТ-профессионалов

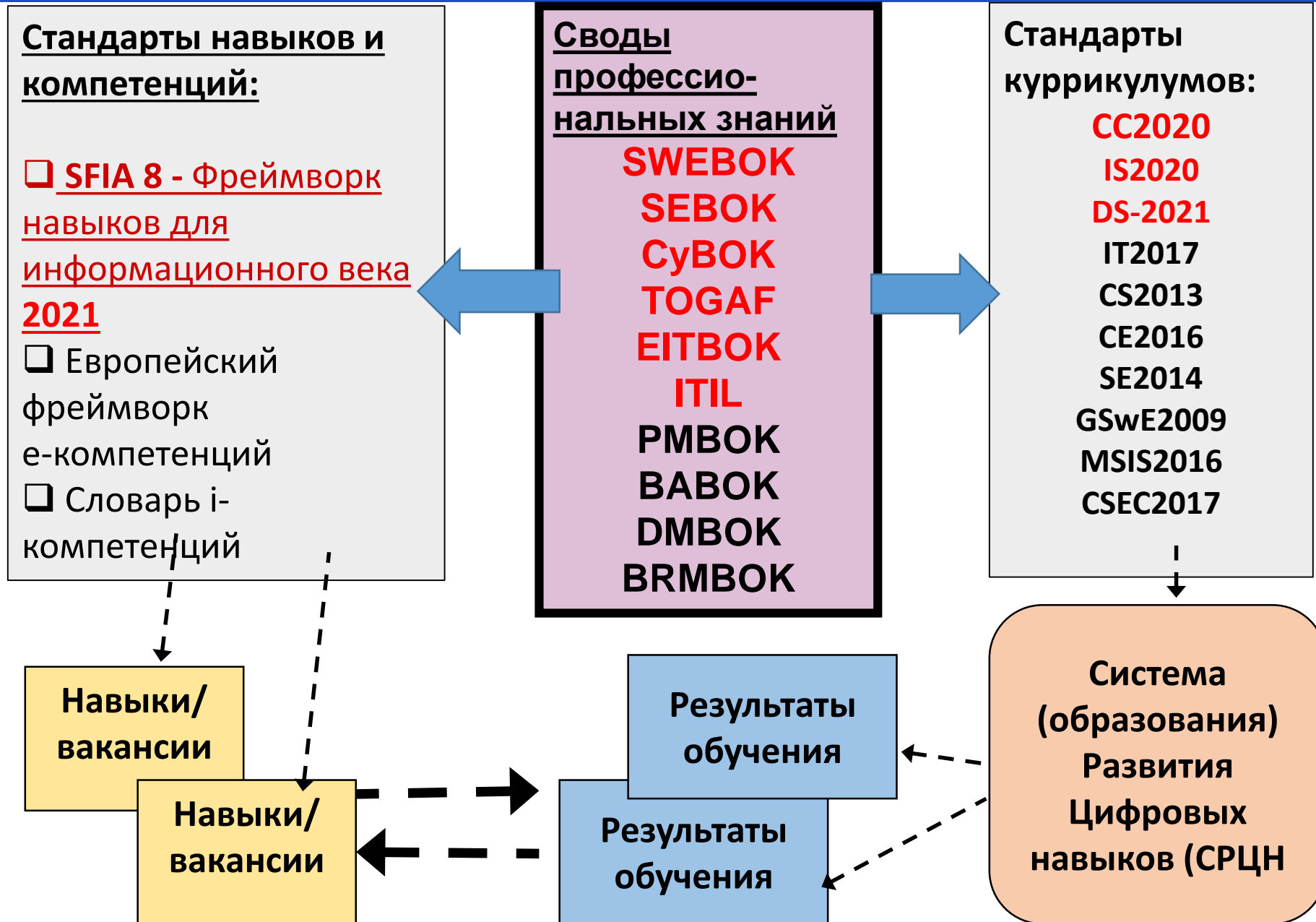
**В.А. Сухомлин**

Проф. МГУ им. Ломоносова [sukhomlin@mail.ru](mailto:sukhomlin@mail.ru)

<http://msu.mnc.ru/>

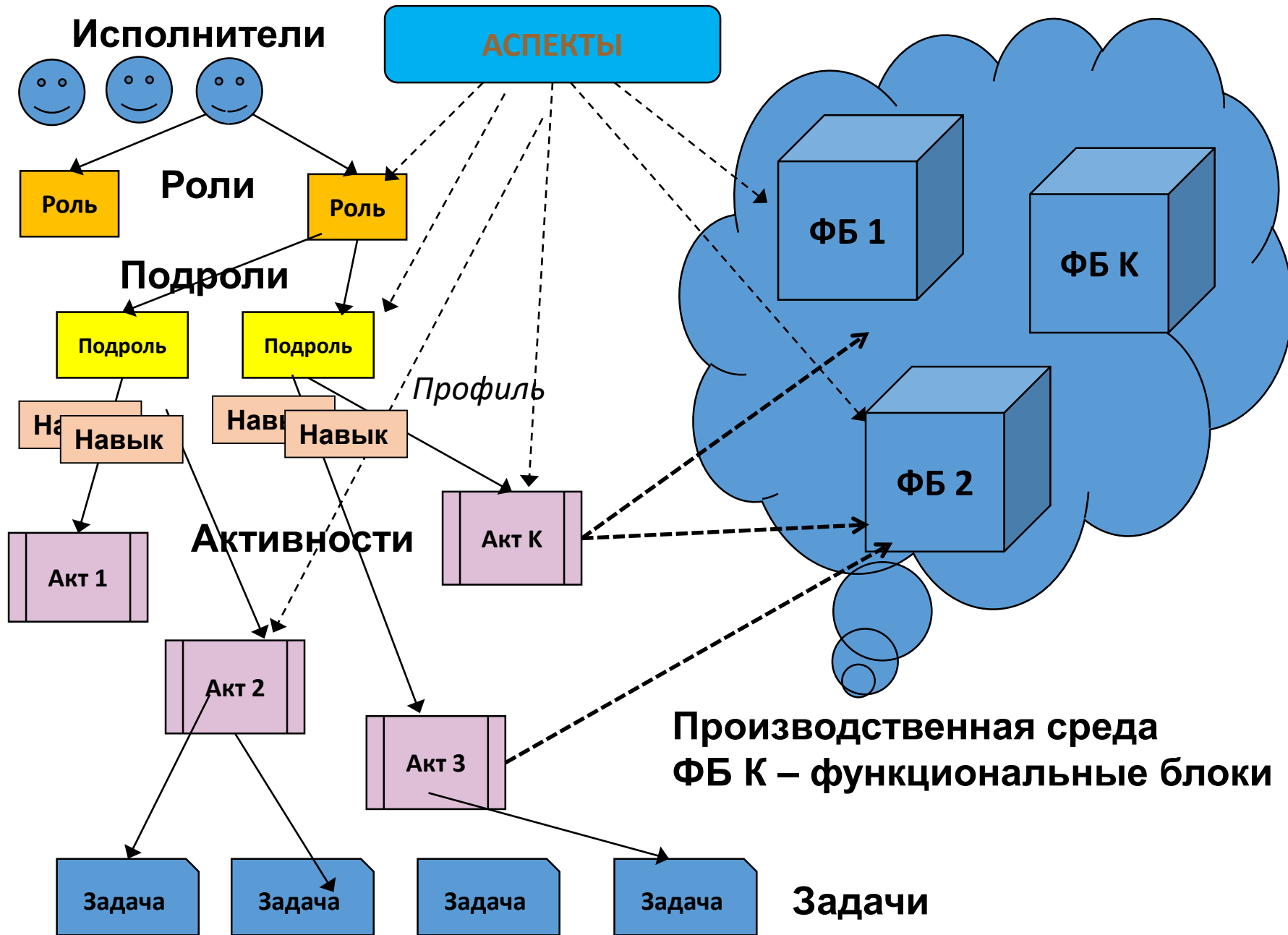


# Процессы международной стандартизации, связанные с ИТ-образованием



# Модель использования навыков

Пользователь-  
ская модель



Производственная среда  
ФБ К – функциональные блоки

Задачи

## Цифровые навыки и их жизненный цикл

**Навык (skill)** определяется:

- **активностями** (целевыми действиями) в которых он применяется
- **знаниями**, необходимыми для выполнения целевых действий
- **контекстом рабочего места** (КРМ или привязкой к ж.ц. РМ)
- **аспектами** (нефункциональными требованиями, возможностями)

Навык является **сложной составной и динамической сущностью**, связанной с Ж.Ц. конкретного рабочего места

В широком смысле этого понятия под навыком понимается профессиональный портрет специалиста на конкретной рабочей позиции, т.е. описание выполняемой им **роли/подроли**

**Составной навык** может строиться из более простых навыков

Для описания роли части используется понятие **профиля** навыков (некоторого набора навыков- строительных блоков)

Описание навыка можно разбить на две части:

- часть навыка верхнего уровня это **абстрактный навык**, а
- описание нижнего уровня – **конкретизация навыка** или описанием **контекста рабочего места (КРМ)**

# Фреймворки описания навыков и компетенций

Существует множество систем (фреймворков) спецификаций и классификаций навыков и компетенций

В сфере кадрового менеджмента наиболее известными и авторитетными фреймфорками являются:

- **SFIA (Skills Framework for the Information Age)** - Фреймворк навыков для информационного века
- **e-CF European e-Competence Framework** - Европейский фреймворк компетенций
- **The i Competency Dictionary** - iCD словарь компетенций, разработанный Агентством по продвижению ИТ в Японии (the Information Technology Promotion Agency - IPA),)
- **Профстандарты ИКТ**

Анализ этих фреймворков приводится в книге:

Сухомлин В.А., Зубарева Елена Васильевна, Намиот Д.Е., Якушин А.В. Система развития цифровых навыков ВМК МГУ & Базальт СПО. Методика классификации и описания требований к сотрудникам и содержанию образовательных программ в сфере информационных технологий. место издания Базальт СПО; МАКС Пресс Москва, ISBN 978-5-317-06336-8, 2020. 184 с. -

<https://doi.org/10.29003/m2575.978-5-317-06336-8> или

<https://forums.vif2.ru/showthread.php?t=2976&p=11312&viewfull=1>

# Руководства по отраслевым Сводам знаний

- Руководства по отраслевым **Сводам знаний (Guidance on industry Bodies of Knowledge (BoKs) )**, как правило, являются официальными источниками, которые создаются и поддерживаются признанными отраслевыми или профессиональными организациями
- **Отраслевой BoK** - предписанная совокупность знаний в определенной области, которую человек должен освоить, чтобы его можно было рассматривать или сертифицировать как практикующего специалиста
- **Примеры BoKs:**
  - SWEBOK v4** (Software Engineering BoK, IEEE-Computer Society)
  - SEBOK** (Systems Engineering BoK, IEEE-Systems Council, 2023)
  - СуBOK** (Cyber Security Body of Knowledge 2019)
  - EITBOK** (Enterprise IT BoK, IEEE-Computer Society)
  - TOGAF** (The Open Group Architecture Framework)
  - DMBOK** (Data Management BoK, DAMA International)
  - PMBOK** (Project Management BoK, Project Management Institute)
  - BRMBOK** (Business Relationship Management BoK, Business Relationship Management Institute)
  - BABOK** (Business Analysis BoK, IIBA International Institute of Business Analysis)

# Важное событие – публикация CC2020

A Computing Curricula Series Report  
2020 December 31

## Computing Curricula 2020

### CC2020

#### Paradigms for Global Computing Education

encompassing undergraduate programs in

Computer Engineering

Computer Science

Cybersecurity

Information Systems

Information Technology

Software Engineering

with data science



Association for  
Computing Machinery

# СС2020

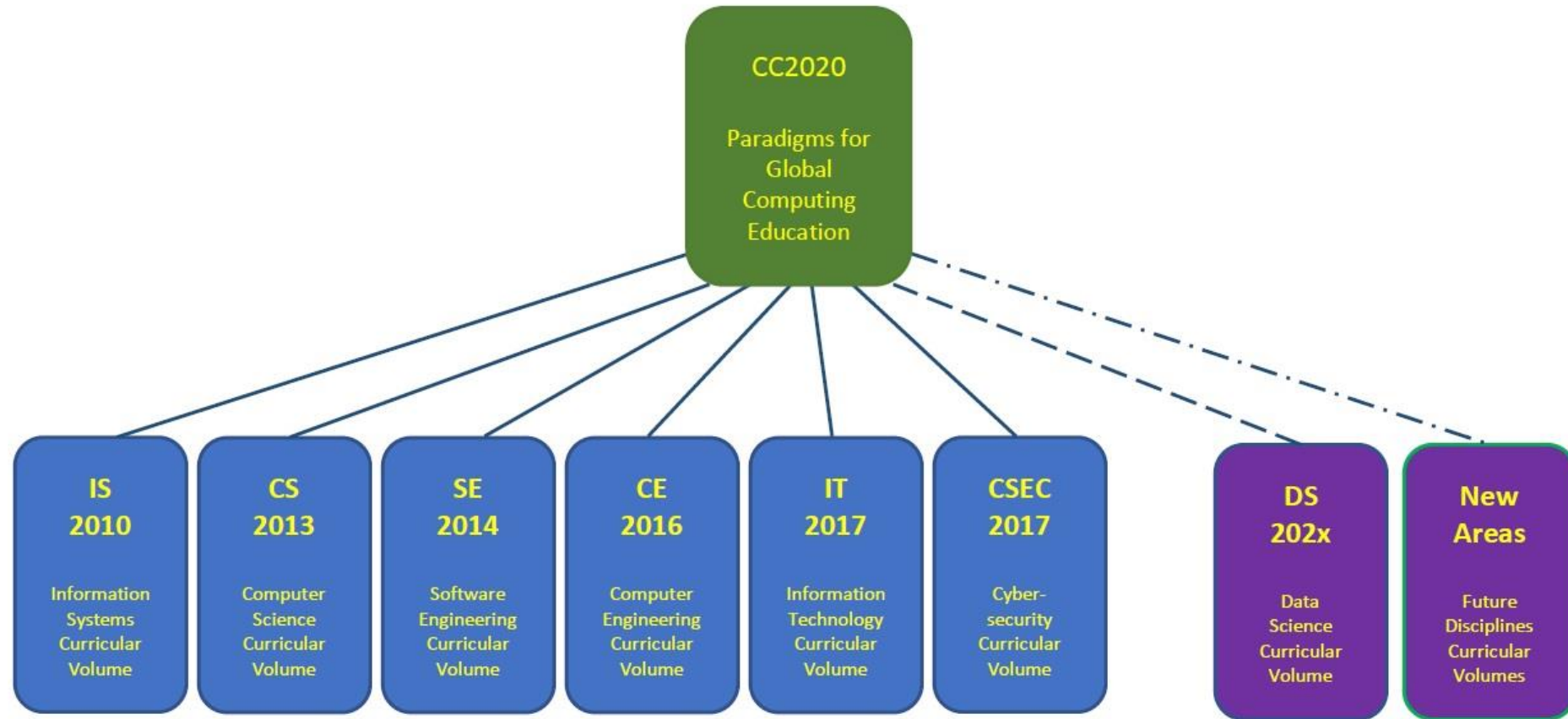
- **Цель проекта СС2020** - предоставить **глобальное руководство** в развивающейся среде компьютеринга (ИТ), влияющее на программы бакалавриата в области ИТ **во всем мире**
- **Видение**: создать востребованный и надежный набор руководящих принципов для использования (будущими) студентами, промышленностью, правительствами и образовательными учреждениями **во всем мире**, чтобы помочь им получить представление об ожиданиях выпускников компьютерных программ бакалавриата **на следующее десятилетие**
- **Миссия проекта СС2020** - создать всемирно признанный фреймворк для **определения** и сравнения программ бакалавриата в области компьютеринга (computing или ИТ)



## Главные положения СС2020

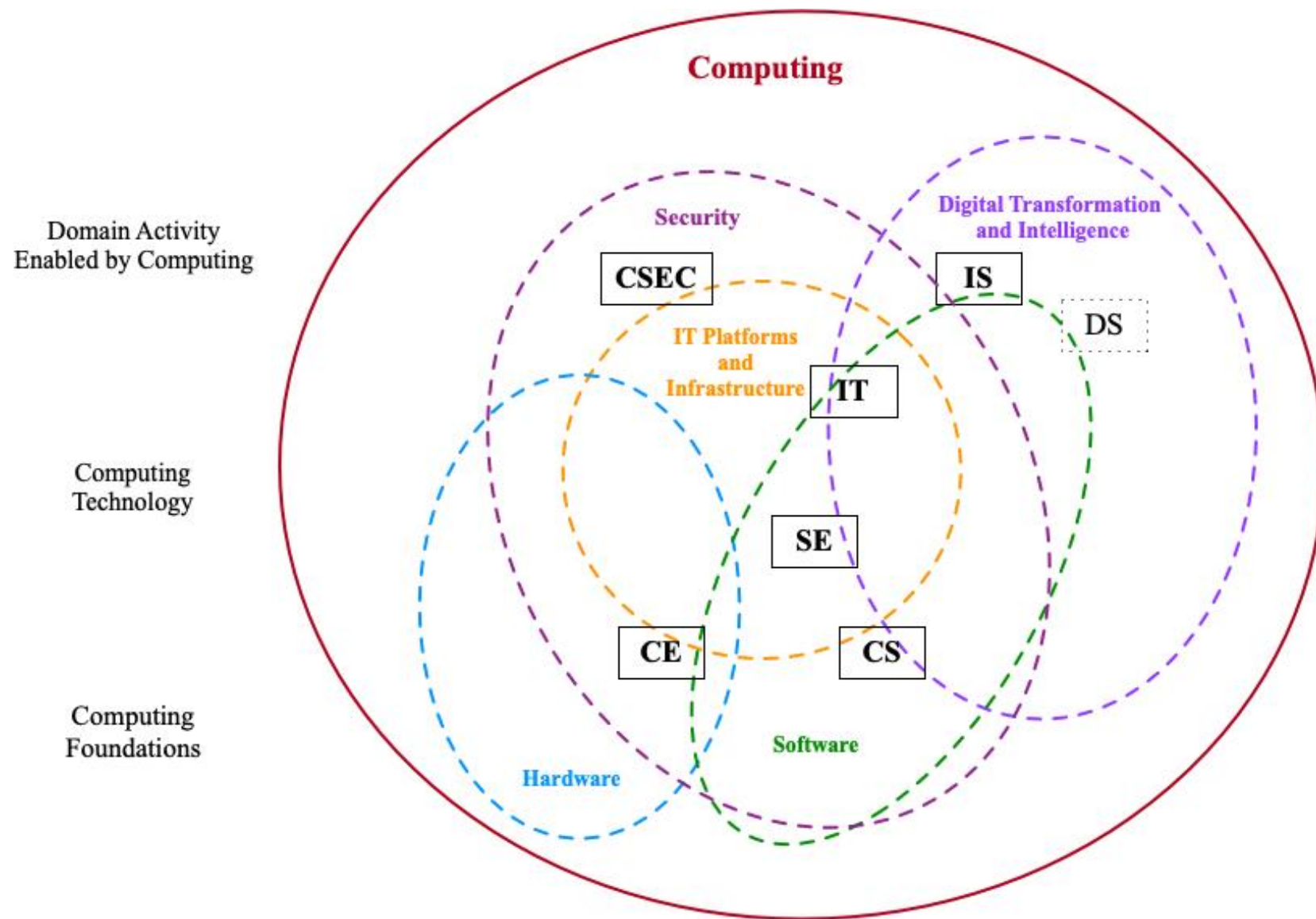
- Уточнение понятия компьютеринга (ИТ в академической среде)
- Определение современной архитектуры компьютеринга
- Определение ожидаемых направлений развития куррикулумной стандартизации
- Определение главной линии в разработке куррикулумов на **компетентно-базируемый подход** («основное внимание должно уделяться тому, что студенты должны уметь выполнять, а не тому, чему должны учить преподаватели»)
- Определение понятия компетенции и его компонент
- Методы спецификации образовательного контента (ВоК) на основе компетентно-базируемого подхода («Компетентность более эффективно описывает ожидания результата»)
- Методы визуализации компонент ВоК и пр.

# CC2020 Современный состав куррикулов (Timeline of Curricular Guidelines)



- **Information Systems 2020 (IS2020)**
- **Computer Science Curricula 2023 (CS2023)**
- **Software Engineering Curricula 2014 (SE2014)**
- **Computer Engineering Curricula 2016 (CE2016)**
- **Information Technology Curricula 2017 (IT2017)**
- **Cybersecurity Curricula 2017 (CSEC2017)**
- **Data Science Computing Competenies 2021 (DSCC2021),**
- **Other emerging disciplines**

# Области задач выпускников по направлениям подготовки



# **Кризис ИТ-образования. Критические технологии для 4ПР (конвергентные когнитивно-информационные технологии – ККИТ)**

- Интернет вещей
- Промышленный Интернет
- Большие данные и анализ БД
- ВІМ
- Цифровые двойники
- Умные города
- 5G/6G
- Облачные, туманные и граничные вычисления
- Искусственный интеллект и машинное обучение
- Генеративный ИИ
- Блокчейн
- Роботы-дроны
- Автоматизированные производства
- Суперкомпьютерные технологии

# Критические технологии для 4ПР

- Киберфизические системы (CPS)
- Иммерсивные технологии (англ. immersive – погружение), включающие дополненную реальность (augmented reality – AR), виртуальную реальность (virtual reality - VR) и смешанную реальность (mixed reality – MR), VR-AR- MR
- Технологии метавселенной
- Онтологии и управление знаниями
- Кибербезопасность безопасность (системы систем)
- Геоинформатика (Интеллектуальные ГИСы)
- Умные материалы
- Умный транспорт
- Цифровая медицина
- NLP (Natural Language Processing - Обработка естественного языка)
- Концепция навыков и умное образование
- 3D-4D ...

## Кризис ИТ-образования:

**Ограниченность направлений подготовки в ИТ-образовании и медленные темпы расширения спектра подготовки против потребности в обучении десяткам комплексных технологий одновременно!!**

**Какие возможны**

**способы разрешения**

**кризиса в ИТ-образовании?**

- 1) Разработка новых куррикулов**
- 2) Профилирование разработанных куррикулов**
- 3) Разработка крос-дисциплин**
- 4) Программы: Computing + X или X + Computing ...**

## Ожидаемые новые куррикулы (Emerging Curricula)

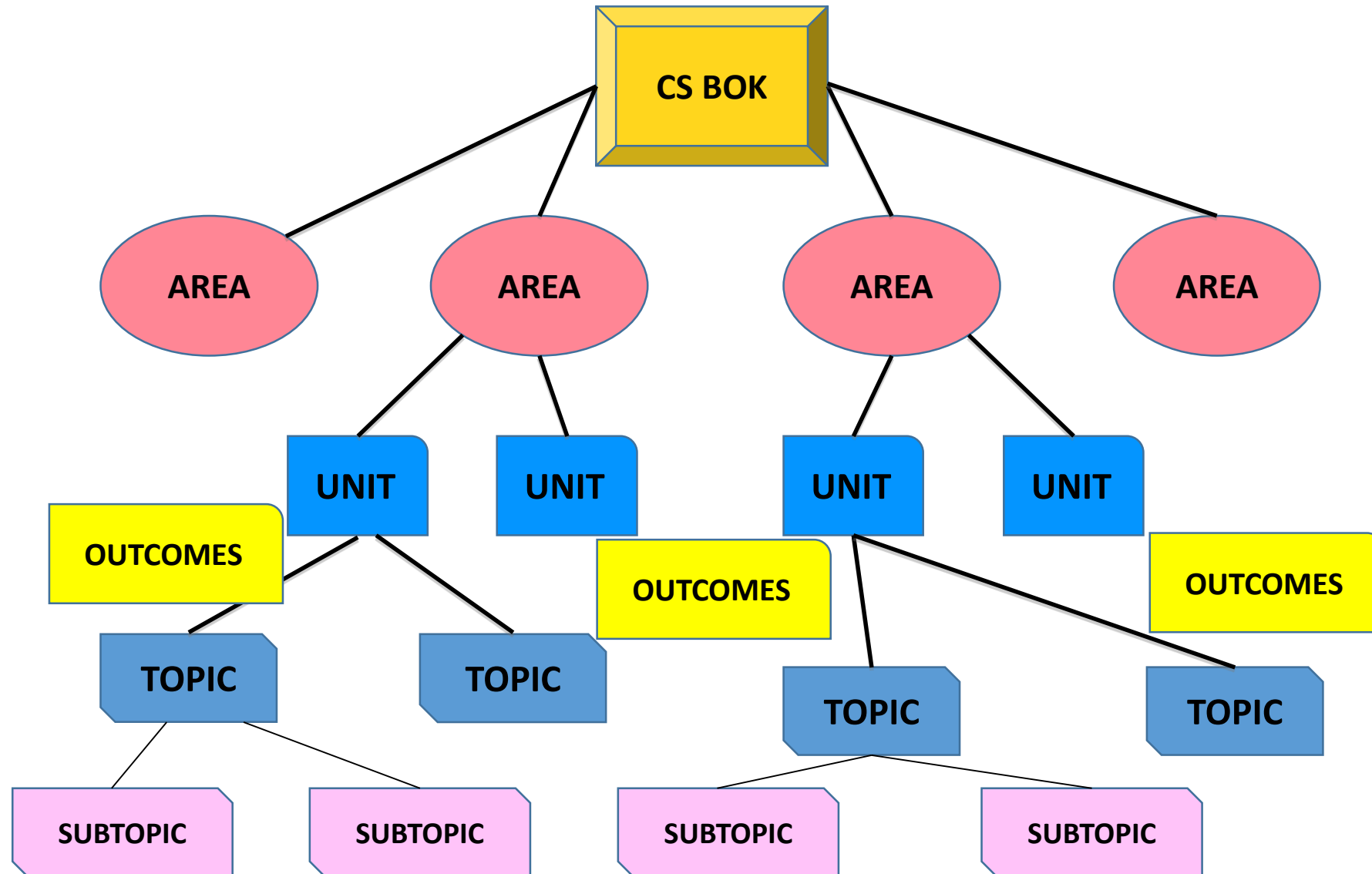
- В первую десятку прогнозируемых новых направлений входят:
  - (a) глубокое обучение (DL) и машинное обучение (ML)
  - (b) цифровые валюты
  - (c) блокчейн
  - (d) промышленный Интернет вещей
  - (e) робототехника
  - (f) автоматизированная транспортировка (assisted transportation)
  - (g) интеллектуальная / дополненная реальность и виртуальная реальность (AR / VR)
  - (h) этика, законы и политики в отношении конфиденциальности, безопасности и ответственности
  - (i) графические ускорители и 3D
  - (j) кибербезопасность и AI

## Новые куррикулумы (Emerging Curricula)

- Основную часть куррикулумов составляет описание образовательного контента, (т.е. того, чему учить), называемого сводом или **объемом знаний (Body of Knowledge - BoK)** и образовательного **ядра (core)**
- Традиционно образовательный контент представлялся в виде иерархической структуры, включающей такие элементы знаний, как, предметные области (**areas**), модули знаний (**units**), темы/подтемы (**themes/subthemes**)
- Такой подход к определению содержания обучения называется знание-ориентированным (**knowledge-based learning - KBL**)
- В подходе KBL уделяется должное внимание определению результатов обучения (**outcomes**), которые связываются с соответствующими им модулями знаний. При этом используется аппарат дидактических параметров для дифференцирования результатов обучения и придания им прагматического смысла.



# Архитектура BOK (Body of Knowledge) в подходе KBL



## Новые куррикулумы (Emerging Curricula)

- Начиная с 2016 г. в куррикулумах нового поколения стало характерным применение **компетентностного подхода**, при котором своды знаний не определяются в явной форме, а задаются опосредованно через структурированные наборы требований к знаниям и умениям в форме компетенций в качестве результатов обучения
- Такой подход именуется **компетентностно-базированным (Competency-based learning - CBL)**
- Описание ИТ-компетенций смещает акцент в куррикулумах с описания знаний на прагматику достижения конечного результата обучения, т.е. описание того, что выпускники могут делать в практических ситуациях, заменяет описание содержания обучения
- В подходе CBL более акцентированно и явно определяются цели обучения, также упрощается определение самого ВОК, так как не требуется его детализация до уровня тем/подтем (такую работу придется выполнять вузам, чтобы сконструировать учебные курсы, развивающие требуемые навыки/компетенции)
- Подход CBL принимается в СС2020 за основу

# Компетентностно-ориентированное ИТ-образование (Competency-based Computing Education)

**В СС2020 компетенция составляла основу для выражения как цели обучения в ИТ-образовании, так и способности выполнять задачи на рабочем месте**

В образовании успешная готовность к карьере требует, чтобы студенты развивали ряд качеств, организованных по трем параметрам:

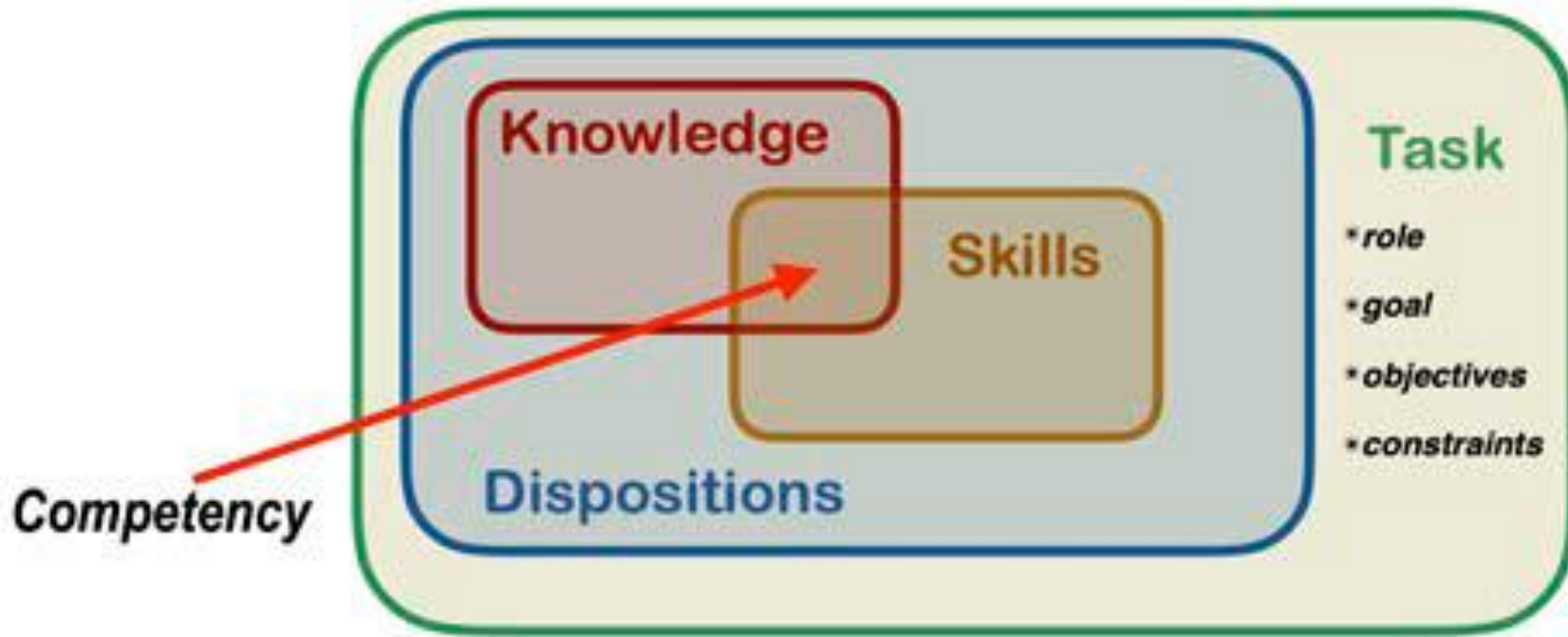
- ❑ **знания**
- ❑ **навыки и**
- ❑ **склонности (disposition)**

поэтому компетенция описывается как:

***Компетентность = Знания + Навыки + диспозиция... в контексте задачи***

Для подхода CBL образовательный контент определяется в виде иерархической структуры областей компетенций или навыков

# Модель компетенции СС2020 (Competency Model)



Уровни когнитивности по Блуму:  
Remembering - Запоминание  
Understanding - Понимание  
Applying - Применение  
Analyzing - Анализ  
Evaluating - Оценка  
Synthesis - Синтез

1. **Знания** - это аспект компетентности как фактического понимания того, что знает человек
2. **Навыки** - дают возможность применять знания для активного выполнения задачи.
3. **Диспозиции** - представляют собой **социально-эмоциональные** склонности, пристрастия и отношения (например, надежность)
4. **Задача** - определяет умелое применение знаний и конкретизирует диспозиции

# Модель компетенции CC2020 (Competency Model)

<b>Competency Title: B</b>		
<b>Competency Statement</b> Analyze and compare several networking topologies in terms of robustness, expandability, and throughput used within a cloud enterprise.		
<b>Knowledge Element</b> [Table #]	<b>Skill Level</b> [Table 4.3]	
Computer Networks [4.1]	Analyzing	
Platform Technologies [4.1]	Analyzing	
Analytical and Critical Thinking [4.2]	Applying	
Mathematics and Statistics [4.2]	Applying	
Quality Assurance [4.2]	Applying	
<b>Disposition(s)</b> [Table 4.4]		
Self-directed	Purpose-driven	Responsible

# Уровни когнитивности, основанные на таксономии Блума

## Levels of Cognitive Skills Based on Bloom's Taxonomy

### 1. Запоминание (Remembering)

Демонстрировать запоминание ранее изученных материалов, вспоминая факты, термины, основные концепции и ответы

### 2. Понимание (Understanding)

Демонстрировать понимание фактов и идей, систематизируя, сравнивая, переводя, интерпретируя и давая описания.

### 3. Применение (Applying)

Решать проблемы в новых ситуациях, применяя полученные знания, факты, методы и правила по-другому

### 4. Анализ (Analyzing)

Изучать и разбивать информацию на части, выявляя мотивы или причины; делая выводы и находя доказательства в поддержку решений

### 5. Оценка (Evaluating)

Высказывание и защита мнения, оценивая информацию, обоснованность идей или качество материала

### 6. Создание (Creating)

Собирать информацию вместе по-другому, комбинируя элементы в новом шаблоне или предлагая альтернативные решения

## Виды диспозиции (Table 4.4. Prospective Elements of Dispositions)

<p><b>Adaptable</b>: Flexible; agile, adjust in response to change ¶</p> <p><b>Professional</b>: Professionalism, discretion, ethical, astute ¶</p> <p>¶</p> <p><b>Collaborative</b>: Team player, willing to work with others ¶</p> <p><b>Purpose-driven</b>: Goal driven, achieve goals, business acumen ¶</p> <p>¶</p> <p><b>Inventive</b>: Exploratory. Look beyond simple solutions ¶</p> <p><b>Responsible</b>: Use judgment, discretion, act appropriately ¶</p> <p>¶</p> <p><b>Meticulous</b>: Attentive to detail; thoroughness, accurate ¶</p> <p><b>Responsive</b>: React quickly and positively ¶</p> <p>¶</p> <p><b>Passionate</b>: Conviction, strong commitment, compelling ¶</p> <p><b>Self-directed</b>: Self-motivated, determination, independent ¶</p> <p><b>Proactive</b>: With initiative, self-starter, independent □</p>	<p>Адаптивный·Гибкий; подвижный, приспособляющийся к изменениям·</p> <p>Профессионал: Профессионализм, осмотрительность, этичность, проницательность ¶</p> <p>Сотрудничество: Командный игрок, готовый работать с другими·</p> <p><b>Целеустремленность</b>: Целеустремленность, достижение целей, деловая хватка ¶</p> <p><b>Изобретательский</b>: Исследовательский. Не ограничивайтесь простыми решениями·</p> <p><b>Ответственный</b>: рассудительность, осмотрительность, действуйте надлежащим образом. ¶</p> <p><b>Дотошный</b>: внимательный к деталям; тщательность, аккуратность·</p> <p><b>Отзывчивый</b>: Уважительный; реагировать быстро и позитивно ¶</p> <p><b>Страстный</b>: Убежденность, твердая приверженность, неотразимость ¶</p> <p><b>Самостоятельный</b>: самомотивированный, решительный, независимый ¶</p> <p><b>Проактивный</b>: инициативный, самостоятельный, независимый. □</p>
--	--

## Куррикулумы 202X

1) **IS2020**. A Competency Model for Undergraduate Programs in Information Systems. The Joint ACM/AIS IS2020 Task Force

2) **DSCC2021**. Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula. ACM Data Science Task Force January 2021 Andrea Danyluk

3) **CS2023**. Computer Science Curricula 2023. ACM/IEEE-CS/AAAI Computer Science Curricula

4) **Куррикулум для дисциплины «Кибербезопасность», 2022**

(Куррикулум дисциплины «Кибербезопасность»: научное издание / В. А. Сухомлин, С. В. Лебедь, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская. – Москва: Фонд «Лига интернет-медиа», 2022. – 402 с. –

DOI: <https://doi.org/10.25559/f6676-8117-2920-j>

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48019765>

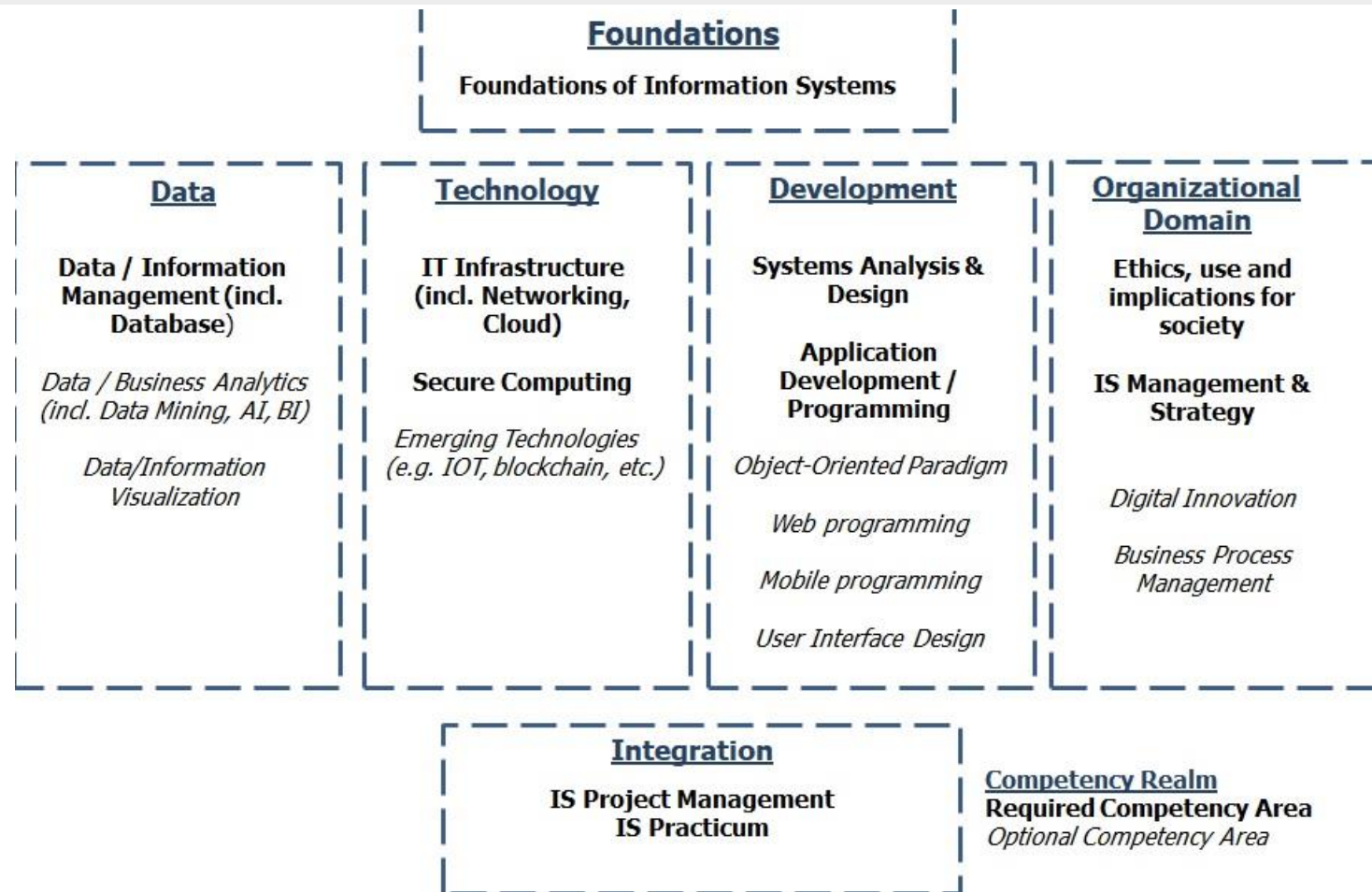
<https://forums.vif2.ru/showthread.php?t=2986&p=11402&viewfull=1> ISBN 978-5-521-16377-9)



# Куррикулум IS2020

В IS2020 вся система компетенций имеет иерархическую структуру. На верхнем уровне иерархии определены шесть сфер (**realms**) компетенций, включающих в себя девятнадцать областей (**areas**) компетенций, десять из которых определены как обязательные, а девять - как факультативные.

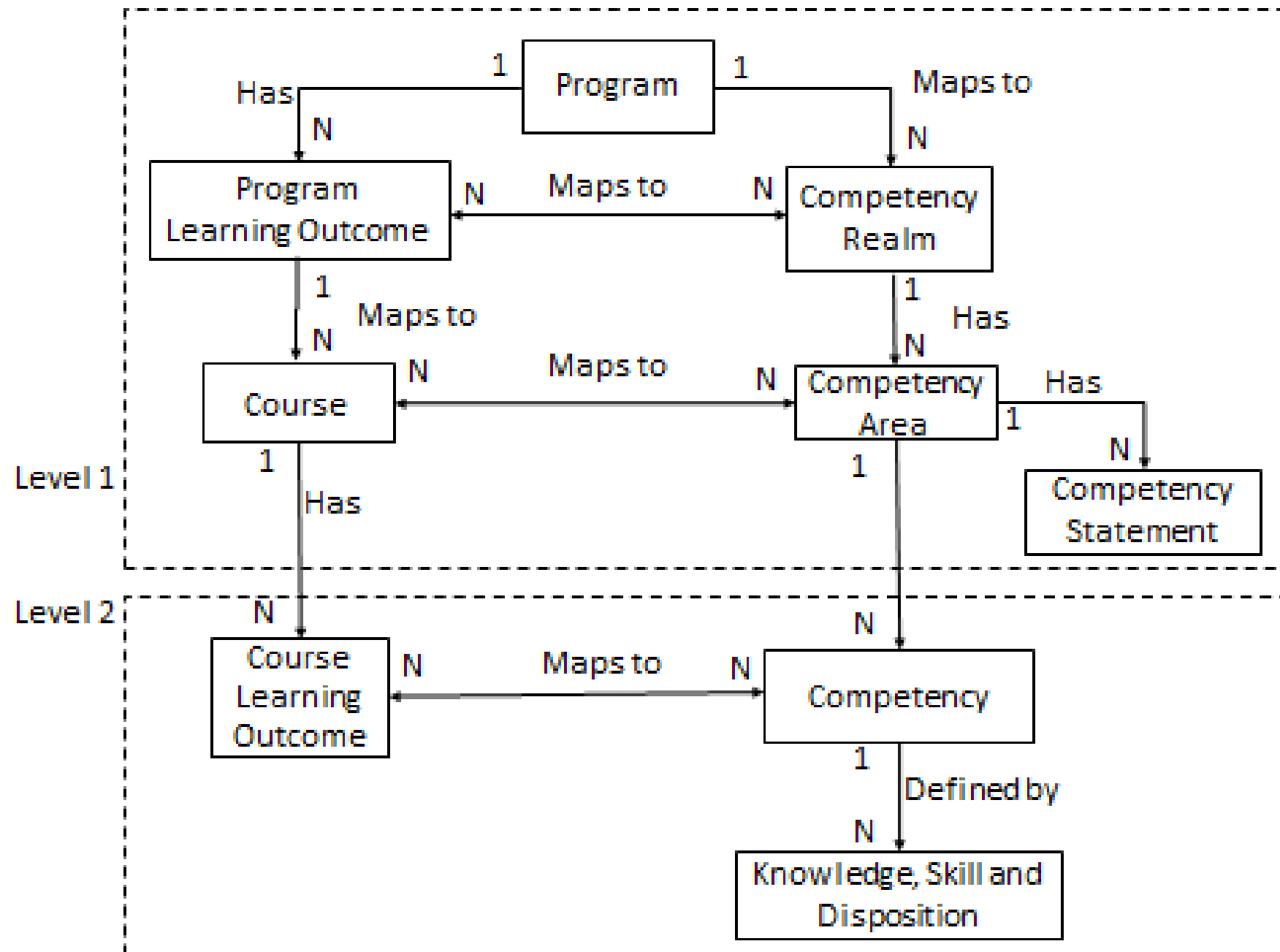
Десять обязательных областей компетенций определяют ядро (**core**) куррикулума – обязательно реализуемую часть учебной программы подготовки бакалавра информационных систем. Состав областей компетенций IS2020, их разбиение на обязательные и факультативные и сравнение с областями знаний IS2010 представлено в Таб. 7.



# IS2020. Сферы и области компетенций

IS competency realm	Required competency areas	Elective competency areas
Foundations	Foundations of Information Systems	
Data and Information Management	Data / Info. Management	Data / Business Analytics (incl. Data Mining, AI, BI) Data / Info Visualization
Technology and Security	IT Infrastructure Secure computing	Emerging technologies (e.g., IOT, blockchain)
Development	Systems analysis & design Application Development & Programming	Object-oriented paradigm Web development Mobile development User interface design
Organizational Domain	Ethics, use and implications for society IS management and strategy Digital Innovation Business Process Management	
Integration	IS Project Management IS Practicum	

# IS2020. Метод разработки учебных программ



# Куррикулум IS2020

Основное содержание IS2020 составляет описание системы компетенций ВОК, которая состоит из двух уровня компетенций: **компетенций высокого уровня** (компетенции сфер) и **компетенции областей**

Первые включают компетенции трех классов:

- **непосредственных связанных с IS** (краткое описание назначения всех 19 областей компетенций)
- **индивидуальные базовые компетенции** (например, способность к сотрудничеству, отзывчивость, самостоятельность, этический анализ, критическое мышление, межкультурная компетенция, лидерство, математические и статистические компетенции, переговоры, устная речь и пр.),
- **компетенции в предметной области** (знания и навыки, связанные с конкретными контекстами использования ИТ, например, бизнес-специальности (бухгалтерский учет и финансы), правительство, здравоохранение, юристы и др. организации)

**Компетенции областей** представлены в двух приложениях

В приложении 2. в структурированном по сферам компетенций табличном материале представлен состав компетенций по каждой из областей компетенций

Всего определено **116** обязательных компетенций и **62** факультативных.

В приложении 3 по каждой области компетенций дано развернутое описание каждой компетенции по формуле K-S-D как предписано в СС2020

# IS2020. Описание компетенций

TECHNOLOGY	Secure Computing	<b>SECU</b>	<b>Competency area: Secure Computing (Required)</b>				
		TECH.SECU.1	Explain the purpose of cryptography and how it can be used in data communications	Responsible Purpose-driven Self-directed			
		TECH.SECU.2	Describe the concepts of authentication, authorization, access control, data integrity and how it helps to enhance data security	Self-directed Responsible Purpose-driven			
		TECH.SECU.3	Explain the security requirements that are important during software design	Self-directed Responsible Professional			
		TECH.SECU.4	Analyze the concepts of identification, authentication, and access authorization in the context of protecting people and devices	Self-directed Responsible Professional			
		TECH.SECU.5	Analyze the importance of social media privacy and security	Self-directed Responsible Professional			
		TECH.SECU.6	Illustrate how cyberattacks work, how to avoid them and how to counteract their malicious consequences	Purpose-driven Inventive Self-directed			
		TECH.SECU.7	Describe risk management techniques to identify and prioritize risk factors for information assets and how risk is assessed	Professional Self-directed Responsible			
		TECH.SECU.8	Illustrate the types of security laws, regulations, and standards within which an organization operates	Professional Self-directed Responsible			
	Emerging Technologies	<b>EMER</b>	<b>Competency area: Emerging Technologies (e.g. IOT, blockchain, etc.) (Optional)</b>				
		TECH.EMER.1	Research and identify a selection of current and emerging technologies	Self-directed Purpose-driven Inventive			
		TECH.EMER.2	Evaluate technologies based on a range of business requirements	Self-directed Purpose-driven Inventive			
		TECH.EMER.3	Make recommendations about the usage of technologies	Self-directed Purpose-driven Inventive			
		TECH.EMER.4	Investigate technologies through a theoretical lens	Self-directed Purpose-driven Inventive			
		TECH.EMER.5	Evaluate technologies from an ethical and sustainability perspective	Self-directed Purpose-driven Inventive			
		TECH.EMER.6	Identify the impact of technologies on society and business	Self-directed Purpose-driven Inventive			
TECH.EMER.7		Practically design and apply technologies to a business problem	Self-directed Purpose-driven Inventive				
		Self-directed					

# Куррикулум DSCC2021

В основе построения куррикулума CCDSC лежит традиционный **знание-ориентированный** подход для для нисходящего проектирования свода знаний и направленный на описание областей знаний (KAs) и составляющих их поддоменов.

Состав KAs, определенных в DSCC, включает:

1. Analysis and Presentation (AP) - Анализ и презентация
2. Artificial Intelligence (AI) - Искусственный интеллект
3. Big Data Systems (BDS) - Системы больших данных
4. Computing and Computer Fundamentals (CCF) - Вычислительная техника и основы работы с компьютером
5. Data Acquisition, Management, and Governance (DG) - Сбор данных, управление и руководство данными
6. Data Mining (DM) - Data Mining
7. Data Privacy, Security, Integrity, and Analysis for Security (DP) - Конфиденциальность, безопасность, целостность и анализ данных для обеспечения безопасности
8. Machine Learning (ML) - Машинное обучение
9. Professionalism (PR) – Профессионализм
10. Programming, Data Structures, and Algorithms (PDA) - Программирование, структуры данных и алгоритмы
11. Software Development and Maintenance (SDM) - Разработка и сопровождение ПО

# Knowledge Areas for Data Science

## The Body of Knowledge

The complete definition of the Data Science Body of Knowledge (computing oriented) appear in Appendix A of this volume.

<p><b>Analysis and Presentation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundational considerations</li> <li>• Visualization</li> <li>• User-centered design</li> <li>• Interaction design</li> <li>• Interface design and development</li> </ul> <p><b>Artificial Intelligence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General</li> <li>• Knowledge representation and reasoning – logic based</li> <li>• Knowledge representation and reasoning – probability based</li> <li>• Planning and search strategies</li> </ul> <p><b>Big Data Systems</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problems of scale</li> <li>• Big data computing architectures</li> <li>• Parallel computing frameworks</li> <li>• Distributed data storage</li> <li>• Parallel programming</li> <li>• Techniques for Big Data applications</li> <li>• Cloud computing</li> <li>• Complexity theory</li> <li>• Software support for Big Data applications</li> </ul> <p><b>Computing and Computer Fundamentals</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic computer architecture</li> <li>• Storage systems fundamentals</li> <li>• Operating system basics</li> <li>• File systems</li> <li>• Networks</li> <li>• The web and web programming</li> <li>• Compilers and interpreters</li> </ul> <p><b>Data Acquisition, Management, and Governance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data acquisition</li> <li>• Information extraction</li> <li>• Working with various types of data</li> <li>• Data integration</li> <li>• Data reduction and compression</li> <li>• Data transformation</li> <li>• Data cleaning</li> <li>• Data privacy and security</li> </ul>	<p><b>Data Mining</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximity measurement</li> <li>• Data preparation</li> <li>• Information extraction</li> <li>• Cluster analysis</li> <li>• Classification and regression</li> <li>• Pattern mining</li> <li>• Outlier detection</li> <li>• Time series data</li> <li>• Mining web data</li> <li>• Information retrieval</li> </ul> <p><b>Data Privacy, Security, Integrity, and Analysis for Security</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data privacy</li> <li>• Data security</li> <li>• Data integrity</li> <li>• Analysis for security</li> </ul> <p><b>Machine learning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• General</li> <li>• Supervised learning</li> <li>• Unsupervised learning</li> <li>• Mixed methods</li> <li>• Deep learning</li> </ul> <p><b>Professionalism</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuing professional development</li> <li>• Communication</li> <li>• Teamwork</li> <li>• Economic considerations</li> <li>• Privacy and confidentiality</li> <li>• Ethical considerations</li> <li>• Legal considerations</li> <li>• Intellectual property</li> <li>• On automation</li> </ul> <p><b>Programming, data structures and algorithms</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmic thinking and problem solving</li> <li>• Programming</li> <li>• Data structures</li> <li>• Algorithms</li> <li>• Basic complexity analysis</li> <li>• Numerical computing</li> </ul> <p><b>Software development and maintenance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software design and development</li> <li>• Software testing</li> </ul>
---	---

## Описание предметной области

Scope	Competencies
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance of effectively presenting data, models, and inferences to clients in oral, written, and graphical formats.</li> <li>• Visualization techniques for exploring data and making inferences, as well as for presenting information to clients.</li> <li>• Effective visualizations for different types of data, including time-varying data, spatial data, multivariate data, high-dimensional multivariate data, tree- or graph-structured data, discrete / continuous data, and text.</li> <li>• Knowing the audience: the client or audience for a data science project is not, in general, another data scientist.</li> <li>• Human-Computer Interface considerations for clients of data science products.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recognize the main strands of knowledge underpinning approaches to Analysis and Presentation</li> <li>• Summarize the skills and techniques (including tools) that can be employed in addressing each of the challenges of Analysis and Presentation to create efficient and effective interfaces</li> <li>• Apply a critical demeanor but also confidence and creativity regarding all aspects of the human computer interface</li> <li>• Execute the selection of tools appropriate for the size of the data/Big Data to be rendered</li> </ul>
Sub-domains	
<p>AP-Foundational considerations – T1</p> <p>AP-Visualization – T1</p> <p>AP-User-centered design – T2</p> <p>AP-Interaction design – T2</p> <p>AP-Interface design and development – E</p>	

Figure 3-2 The (Computing) Data Science Knowledge Areas (with sub-domains)

За табличной формой представления КА следует последовательное описание под-доменов КА в следующем формате:

- Имя под-домена
- Краткий абзац с описанием под-домена
- Список тем/подтем знаний
- Список навыков
- Необязательный список диспозиций
- Необязательный раздел определения контекста

Используется понятие навыка

## Пример описание под-домена¶

### AR-Основополагающие аспекты--Т1¶

Представление данных в подходящей форме является сложной, но важной задачей. Для специалистов по данным это принципиально позволяет им отображать данные в форме, которая привлекательна для пользователей/аудитории и легко и должным образом понятна, но также потенциально имеет большую ценность для предоставления информации и характеристик, включая базовую структуру. Принципиально это влияет на удобство использования.□

### Знание¶

- Контексты для обращения к интерфейсу человек-компьютер: визуализация данных, веб-страниц, мультимедийных материалов, учебных материалов, общей вычислительной среды с учетом навигационных соображений.¶
- Применимые теории, модели, принципы, рекомендации и стандарты для проектирования и реализации интерфейсов.¶
- Различные показатели эффективности и привлекательности интерфейса.¶
- Использование цвета и мультимедиа, а также эргономика и веб-сервисы.¶
- Когнитивные модели, влияющие на взаимодействие.¶
- Объем, преимущества и недостатки дополненной реальности.¶
- Поддержка программного обеспечения для помощи в восприятии анализа и презентации.¶
- Вопросы доступности для различных групп пользователей, включая пользователей с особыми потребностями.□

### Навыки и умения¶

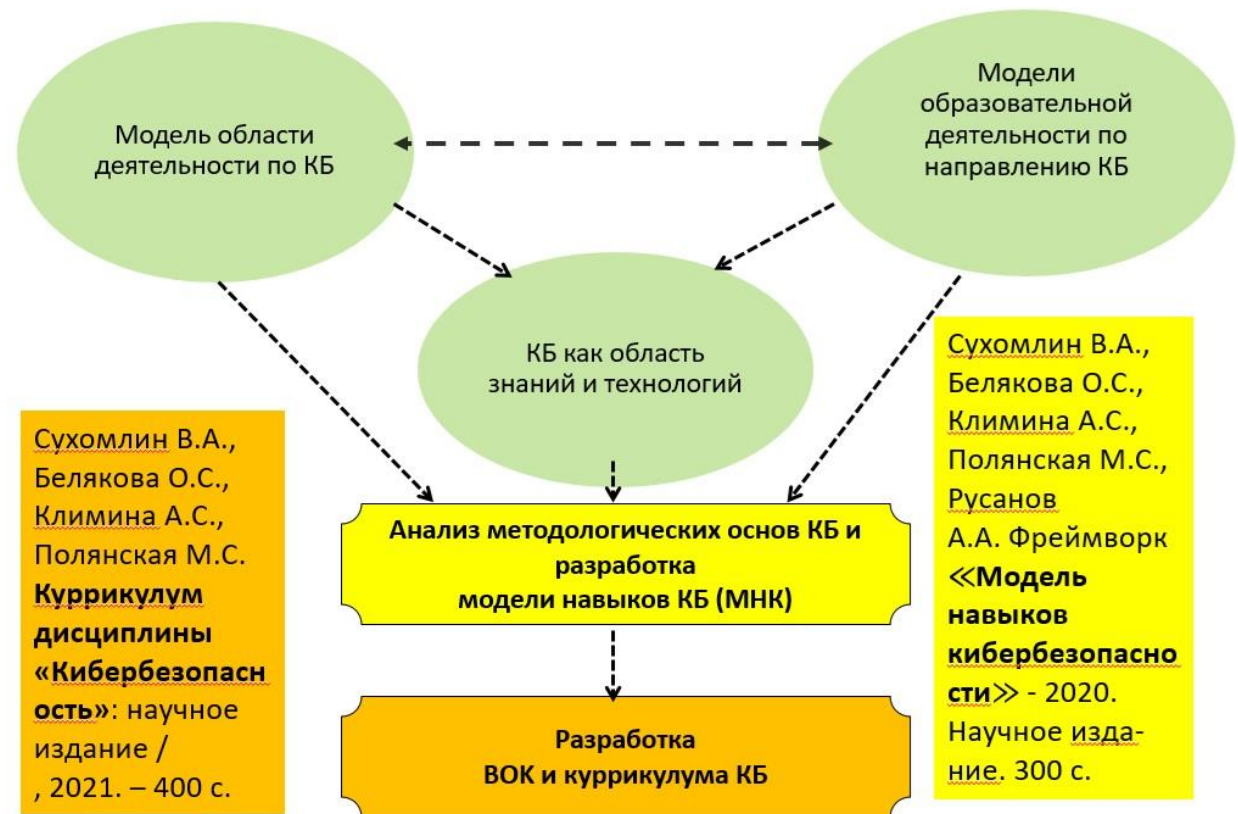
- Обосновывать принятие ориентированного на пользователя подхода к анализу и представлению данных.¶
- Критически оценивать, как внимание, восприятие, распознавание, речь, движение влияют на удобство использования интерфейса в различных контекстах.¶
- Указывать, как формальные документы (теории, модели, рекомендации и т.д.) влияют на анализ и представление данных.¶
- Объяснять желаемое влияние пользователей с разными способностями и групп разного возраста (включая детей) на интерфейсы.¶
- Описывать, как тенденциозность может быть воспринята в интерфейсах.¶
- Описывать спектр программного обеспечения, которое можно использовать для поддержки анализа и презентации.¶
- Демонстрировать дополнительные преимущества и проблемы интерфейса дополненной реальности.□

### Диспозиции¶

- Страстное и ответственное признание жизненно важной роли интерфейса во всех аспектах удобства использования.□



Целью разработки КБ-2021 являлось создание **знание-ориентированной** и **навыко-ориентированной** методической основы по разработке образовательных программ высшего уровня (бакалавриата, специалитета, магистратуры) и дополнительного образования, предназначенных для подготовки профессиональных кадров в столь обширной и сложной научно-прикладной области, какой является кибербезопасность (информационная безопасность). В книге авторов «**Модель цифровых навыков кибербезопасности**» описана модель цифровых навыков кибербезопасности (МНК). Текущее руководство полностью соответствует её требованиям



Модель цифровых навыков кибербезопасности / В. А. Сухомлин, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская, А. А. Русанов. – DOI 10.25559/e3858-3795-1033-h. – М.: Фонд «Лига интернет-медиа», 2021. – 294 с.

# Куррикулум КБ - 2021



# Домены кибербезопасности

## 1. Человеческие, организационные и нормативные аспекты (Human, Organisational, and Regulatory Aspects)

1. Руководство и управление рисками (Risk Management & Governance)
2. Законы и регулирование (Law & Regulation)
3. Человеческие факторы и информационная безопасность (Human factors and information security)
4. Конфиденциальность и права онлайн (Privacy & Online Rights)

## 2. Атаки и Защита (Attacks and Defences)

1. Вредоносные программы и атакующие технологии (Malware & Attack Technologies)
2. Состязательное поведение (Adversarial Behaviours)
3. Операции информационной безопасности и управление инцидентами (Security Operations Management)
4. Криминалистика (Forensics)

## 3. Безопасность систем

1. Криптография (Cryptography)
2. Безопасность операционных систем и виртуализации (Operating Systems & Virtualisation Security)
3. Безопасность распределенных систем (Distributed Systems Security)
4. Аутентификация, Авторизация и учетность (Authentication, Authorisation & Accountability)

## 4. Безопасность программного обеспечения и платформ (Software and Platform Security)

1. Безопасность программного обеспечения (Secure Software Security)
2. Безопасность веб-платформ (Web platform security)

## 5. Безопасность инфраструктуры (Infrastructure Security)

1. Сетевая безопасность (Network Security)
2. Безопасность аппаратного уровня (Hardware Security)
3. Безопасность кибер-физических систем (Cyber-Physical Systems Security)
4. Безопасность физического уровня и телекоммуникаций (Physical Layer & Telecommunications Security)

## 6. Безопасность технологий

1. Безопасность технологий Больших Данных (Big Data Security)
2. Безопасность интернета вещей (IoT security)

# Куррикулум CS2023

**Куррикулум CS2023** представляет собой комплексную ревизию предыдущей редакции (CS2013) CS2023 не заменяет модель знаний моделью компетенций, а, скорее, дополняет модель знаний моделью компетенций, поскольку они альтернативные модели учебных программ, каждая из которых имеет свои сильные стороны

• **Модель знаний** состоит из:

- Областей знаний, представляющих собой разрозненные материалы
- Каждая область знаний далее разбивается на модули знаний
- Под каждым модулем знаний перечислены связанные темы
- Для большинства тем указаны результаты обучения

Области знаний: несколько областей знаний были переименованы, чтобы лучше подчеркнуть их фокус или включить изменения в области с 2013 года:

- Discrete Structures (DS)**  **Mathematical and Statistical Foundations (MSF)**
- Graphics and Visualization (GV)**  **Graphics and Interactive Techniques (GIT)**
- Information Assurance and Security (IAS)**  **Security (SEC)**
- Information Management (IM)**  **Data Management (DM)**
- Intelligent Systems (IS)**  **Artificial Intelligence (AI)**
- Platform Based Development (PBD)**  **Specialized Platform Development (SPD)**
- Programming Languages (PL)**  **Foundations of Programming Languages (FPL)**

## CS2023: 17 Предметных областей

AL - Алгоритмы и сложность	Algorithms and Complexity (AL)
AR - Архитектура и организация	Architecture and Organization (AR)
AI - Искусственный интеллект	Artificial Intelligence (AI)
DM - Управление данными	Data Management (DM)
FPL Основы языков программирования	Foundations of Programming Languages (FPL)
GIT - Графика и интерактивные методы	Graphics and Interactive Techniques (GIT)
HCI - Взаимодействие человека и компьютера	Human-Computer Interaction (HCI)
MSF - Математические и статистические основы	Mathematical and Statistical Foundations (MSF)
NC - Сети и коммуникации	Networking and Communication (NC)
OS - Операционные системы	Operating Systems (OS)
PD - Параллельные и распределенные вычисления	Parallel and Distributed Computing (PDC)
SEC - Безопасность	Security (SEC)
SEP - Общество, этика и профессионализм	Society, Ethics and Professionalism (SEP)
SDF - Основы разработки ПО	Software Development Fundamentals (SDF)
SE - Инжиниринг ПО	Software Engineering (SE)
PBD - Проектирование специализированных платформ	Specialized Platform Development (SPD)
SE - Основы систем	Systems Fundamentals (SE)

# Куррикулум CS2023

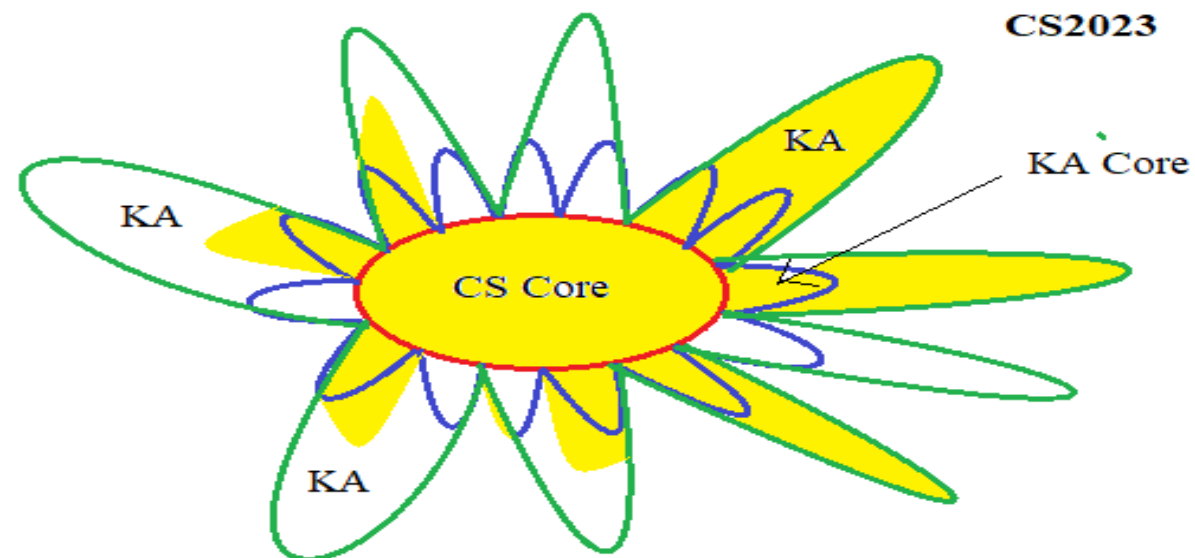
• В знак признания всепроникающей природы ИТ каждая область знаний включает блок знаний, называемый SEP, в котором явно перечислены темы и результаты обучения на пересечении области знаний и SEP

Уровни навыков указываются для всех основных тем, чтобы оправдать оценку часов, связанных с темами

Для каждой области знаний перечислены наиболее актуальные профессиональные диспозиции

Принята **подсолнечная модель** основных тем. В CS2023 основные темы обозначаются как:

- CS core – темы, которые должен знать каждый выпускник компьютерных наук
- Ядро КА – темы, которые должны быть включены в любой охват области знаний



# Куррикулум CS2023

- Области знаний составят область компетенций программы, такие как:
  - **Программное обеспечение**, состоящее из областей знаний «Основы разработки программного обеспечения» (SDF), «Алгоритмы и сложность» (AL), «Языки программирования» (PL) и «Разработка программного обеспечения» (SE)
  - **Системы**, охватывающие некоторые из следующих областей знаний: основы систем (SF), архитектура и организация (AR), операционные системы (OC), параллельные и распределенные вычисления (PDC), сети и коммуникации (NC), безопасность (SEC). и управление данными (DM)
  - **Приложения**, состоящие из некоторых из следующих областей знаний: графические и интерактивные методы (GIT), искусственный интеллект (AI), разработка специализированных платформ (SPD), взаимодействие человека с компьютером (HCI), безопасность (SEC) и управление данными (DM))
  - **Теоретические основы информатики**, применимые к теоретическому изучению всех областей знаний, например, при подготовке к аспирантуре
- **Модель компетенции:**
  - Список наиболее релевантных профессиональных диспозиций, определенных для каждой области знаний
  - Модель компетенций отличается от модели знаний тем, что в ней основное внимание уделяется задачам, в которых выпускник компьютерных наук использует все три компонента компетенции

## Куррикулум CS2023. Уровни компетенций

Revised Bloom's Taxonomy	Skill level with applicable verbs
Remember	<b>Explain:</b> define, describe, discuss, enumerate, express, identify, indicate, list, name, select, state, summarize, tabulate, translate
Understand	
Apply	<b>Apply:</b> backup, calculate, compute, configure, debug, deploy, experiment, install, iterate, interpret, manipulate, map, measure, patch, predict, provision, randomize, recover, restore, schedule, solve, test, trace, train, virtualize
Analyze	
Evaluate	<b>Evaluate:</b> analyze, compare, classify, contrast, distinguish, categorize, differentiate, discriminate, order, prioritize, criticize, support, decide, recommend, assess, choose, defend, predict, rank
Create	<b>Develop:</b> combine, compile, compose, construct, create, design, develop, generalize, integrate, modify, organize, plan, produce, rearrange, rewrite, refactor, write



## Куррикулум CS2023 (цитаты)

• «В то время как модель знаний начинается с ингредиентов и работает над достижением результатов обучения, модель компетенций начинается с задач на рабочем месте, ожидаемых от выпускников, и движется назад к ингредиентам, необходимым для выполнения задач

В **CS2023** предложена модель компетенций, которая начинается со списка аутентичных задач. Чтобы определить задачи, мы начали с областей компетенции, определенных ранее для основных тем КА: **программное обеспечение, системы и приложения**

В каждой области компетентности мы определили единицы компетенции, такие как **проектирование, разработка, оценка, техническое обслуживание, приемка, улучшение и теория**. Для каждой единицы компетенции мы перечислили одну или несколько **задач** и **заявление о компетенции** для выполнения задачи.

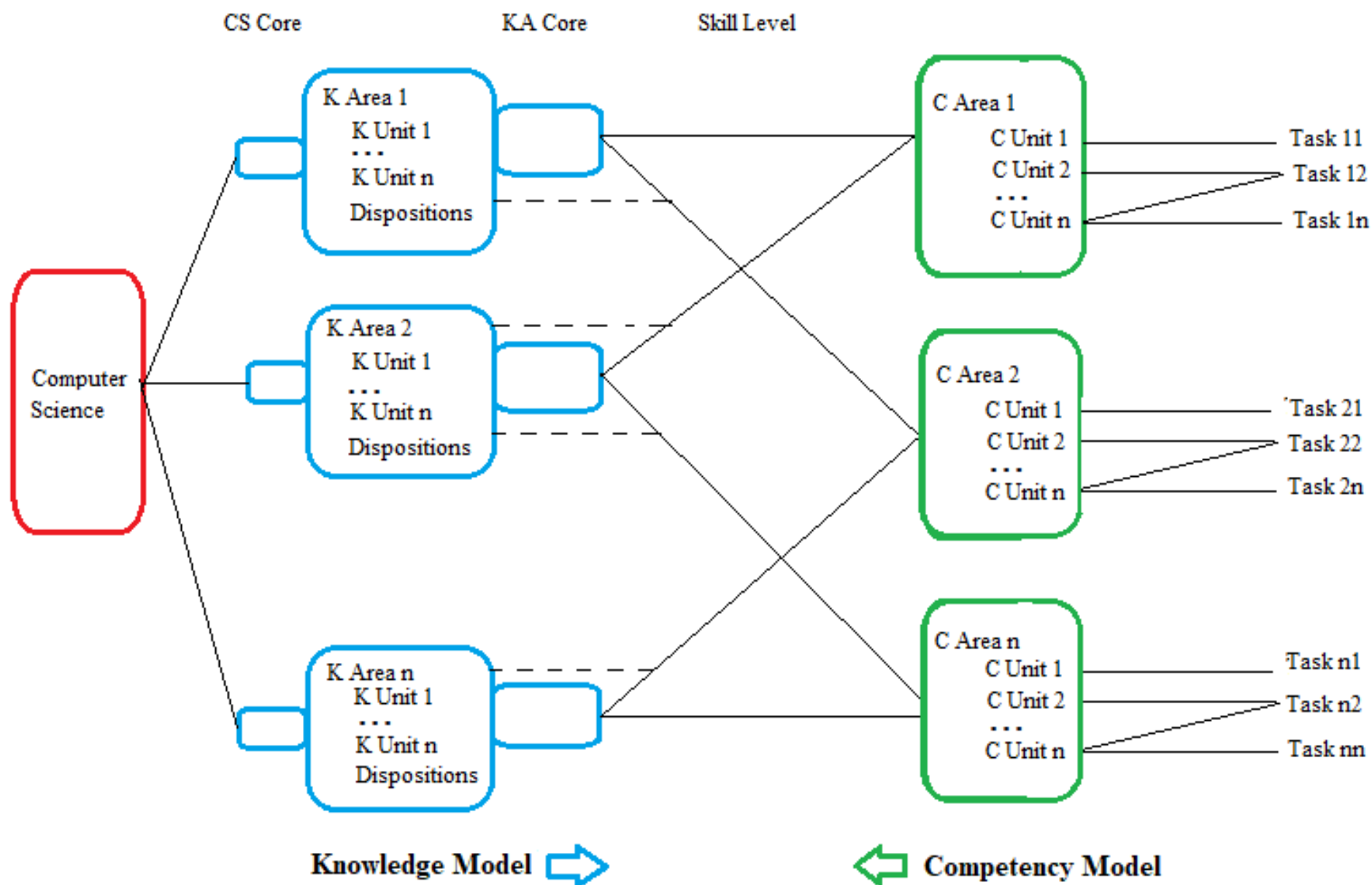
• Наконец, перечисляются области знаний, единицы знаний и уровни навыков, необходимые для выполнения этих задач, тем самым объединив модель знаний и модель компетенций (!)

• Уровни навыков, определенные ранее, являются посредниками между моделью знаний (области знаний, блоки знаний и темы) и моделью компетенций (области компетенций, блоки компетенций и задачи), как показано на рисунке

• Мы перечисляем профессиональные диспозиции для областей знаний, а не заявления о компетенции. Мы отделяем задачу от заявления о компетенции

• Вместо исчерпывающего перечисления всех тем, необходимых для выполнения каждой задачи, мы скупно перечисляем области знаний и блоки знаний, уже имеющиеся в модели знаний, тем самым

# Куррикулум CS2023



## Куррикулум CS2023

- Мы перечисляем профессиональные диспозиции для областей знаний, а не заявления о компетенции
- Мы отделяем задачу от заявления о компетенции
- Вместо исчерпывающего перечисления всех тем, необходимых для выполнения каждой задачи, мы сжато перечисляем области знаний и блоки знаний, уже имеющиеся в модели знаний, тем самым неразрывно связывая две модели вместе

## Куррикулум CS2023

Revised Bloom's Taxonomy	Skill level with applicable verbs
Remember	<b>Explain:</b> define, describe, discuss, enumerate, express, identify, indicate, list, name, select, state, summarize, tabulate, translate
Understand	
Apply	<b>Apply:</b> backup, calculate, compute, configure, debug, deploy, experiment, install, iterate, interpret, manipulate, map, measure, patch, predict, provision, randomize, recover, restore, schedule, solve, test, trace, train, virtualize <b>Evaluate:</b> analyze, compare, classify, contrast, distinguish, categorize, differentiate, discriminate, order, prioritize, criticize, support, decide, recommend, assess, choose, defend, predict, rank
Analyze	
Evaluate	
Create	<b>Develop:</b> combine, compile, compose, construct, create, design, develop, generalize, integrate, modify, organize, plan, produce, rearrange, rewrite, refactor, write

## Резюме по CS2023

CSBoK - иерархическая структура:

- области (areas)
- модули (units),
- темы (topics), - подтемы (subtopics)

Всего **18** areas, **163** модуля

Core BoK - примерно **300** контактных часов, определяются на уровне модулей. Количество часов для материала ядра задается на уровне модулей.

Результаты обучения (Learning outcomes) привязаны к модулям знаний, всего **1111** результатов обучения, из них **562** относятся к модулям ядра.

Модули и темы могут отмечаться как принадлежащие к ядру, или как факультативные (Electives)

## Свойства куррикулумов 2020

1. Профилирование и куррикулумная стандартизация ИТ-образования
2. Концепция ядра
3. Компетентностный подход при этом компетентность определяется как применение знаний, навыков и профессиональных склонностей в контексте задачи
4. Описание навыков с помощью уровней таксономии Блума
5. Значительное внимание социально-личностным аспектам (диспозиции, мягким навыкам)
6. Систематизация и классификация областей знаний для описания компетентностей
7. SEP - Общество, этика и профессионализм - в знак признания всепроникающей природы компьютеринга (ИТ) каждая другая область знаний в учебных планах должна включать блок знаний, называемый SEP, в котором явно перечислены темы и результаты обучения на пересечении области знаний и SEP

**Ваши предложения по  
преодолению кризиса в ИТ-образовании!**

# Литература

- [1] В. А. Сухомлин, Е. В. Зубарева. Новый этап международной стандартизации ИТ-образования. Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование», [S.l.], v. 17, n. 3, sep. 2021. ISSN 2411-1473. Доступно на: <<http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/794>> / .
- [2] Сухомлин, В. А. Система развития цифровых навыков ВМК МГУ & Базальт СПО. Методика классификации и описания требований к сотрудникам и содержанию образовательных программ в сфере информационных технологий / В. А. Сухомлин, Е. В. Зубарева, Д. Е. Намиот, А. В. Якушин. – М.: Базальт СПО; МАКС Пресс, 184 с.
- [3] DIN EN 16234-1-2020 e-Competence Framework (e-CF) - A common European Framework for ICT Professionals - <https://docs.cntd.ru/document/564642293>.
- [4] European ICT Professional Profiles - updated by e-CF version 3.0 competences - This CEN Workshop Agreement (CWA) defines a set of European ICT Professional Profiles. [Электронный ресурс] URL: [http://relaunch.ecompetences.eu/wp-content/uploads/2013/12/EU\\_ICT\\_Professional\\_Profiles\\_CWA\\_updated\\_by\\_e\\_CF\\_3.0.pdf](http://relaunch.ecompetences.eu/wp-content/uploads/2013/12/EU_ICT_Professional_Profiles_CWA_updated_by_e_CF_3.0.pdf) .
- [5] Development of the e-CF User Tool. START DATE 01/07/2020. [Электронный ресурс] URL: [https://pledgeviewer-eu.translate.goog/pledge/initiative/495?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=en-GB&\\_x\\_tr\\_pto=op,sc](https://pledgeviewer-eu.translate.goog/pledge/initiative/495?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=en-GB&_x_tr_pto=op,sc) .
- [6] i Competency Dictionary (iCD). [Электронный ресурс] URL: - [<https://www.ipa.go.jp/english/humandev/icd.html>]
- [7] General Incorporated Association iCD Association About the start of provision of iCD x SFIA cooperation solution 2021-07-11. [Электронный ресурс] URL: - <https://re-how.net/all/1227603/> .
- [8] SFIA/ The global skills and competency framework for the digital world. [Электронный ресурс] URL: - <https://sfia-online.org/en/sfia-8>.
- [9] SWEBOOK. [Электронный ресурс] URL: [http://swebokwiki.org/Main\\_Page](http://swebokwiki.org/Main_Page).
- [10] BABOK. [Электронный ресурс] URL: <https://www.iiba.org/standards-and-resources/babok/>.
- [11] CyBOK (The Cyber Security Body of Knowledge). [Электронный ресурс] URL: <https://www.cybok.org/media/downloads/CyBOK-version-1.0.pdf> .
- [12] APM. [Электронный ресурс] URL: <https://www.apm.org.uk/body-of-knowledge/>.
- [13] PMBOK. [Электронный ресурс] URL: <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards>.
- [14] SEBoK. [Электронный ресурс] URL: [https://www.sebokwiki.org/wiki/Guide\\_to\\_the\\_Systems\\_Engineering\\_Body\\_of\\_Knowledge\\_\(SEBoK\)](https://www.sebokwiki.org/wiki/Guide_to_the_Systems_Engineering_Body_of_Knowledge_(SEBoK)).
- [15] Сухомлин В.А., Белякова О.С., Климина А.С., Полянская М.С., Русанов А.А. Фреймворк «Модель навыков кибербезопасности» - 2020. Научное издание.
- [16] Сухомлин В.А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий. Прикладная "информатика, 2012, № 1(37), с. 33-54.
- [17] Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
- [18] Computing Curricula 2020. [Электронный ресурс] URL <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
- [19] Information Technology Curricula 2017: Curriculum Guidelines for Baccalaureate Degree Programs in Information Technology. ACM, New York, NY, USA, 2017.
- [20] Anderson, L.W. et al., A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives, abridged edition, (White Plains, NY Longman, 2001) .
- [21] Сухомлин В.А. Куррикулум дисциплины «Кибербезопасность»: научное издание / В. А. Сухомлин, С. В. Лебедь, О. С. Белякова, А. С. Климина, М. С. Полянская. – Москва: Фонд «Лига интернет-медиа», 2022. – 402 с. – DOI: <https://doi.org/10.25559/f6676-8117-2920-j>
- [22] A Competency Model for Undergraduate Programs in Information Systems The Joint ACM/AIS IS2020. [Электронный ресурс] URL:
- [23] Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula (CCDSC) ACM Data Science Task Force January 2021. [Электронный ресурс] URL:
- [23]. Сухомлин В.А. Архитектура и принципы разработки куррикулума для дисциплины "Кибербезопасность". Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование», [S.l.], v. 16, n. 4, p. 927-939, dec. 2020. ISSN 2411-1473. Доступно на: <<http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/716>>. Дата доступа: 10 jan. 2022 doi: <https://doi.org/10.25559/SITITO.16.202004.927-939>.
- [24] Сухомлин В.А. Создание профиля "Кибербезопасность и искусственный интеллект". Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование», [S.l.], v. 17, n. 3, sep. 2021. ISSN 2411-1473.-
- [25] CORPORATE The Joint Task Force on Computing Curricula. Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. ACM, New York, NY, USA, 2013. doi: 10.1145/2534860.
- [26] Cybersecurity Curricula 2017: Curriculum Guidelines for Post-Secondary Degree Programs in Cybersecurity. A Report in the Computing Curricula Series Joint Task Force on Cybersecurity Education. ACM, IEEE, AIS. IFIP. USA. 2017. doi: 10.1145/3184594.