

ИНФОРМАТИКА КАК ПРЕДМЕТ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

В. П. Заболотский¹, А. Г. Степанов², Р. М. Юсупов¹

¹Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д.39
<lai@iias.spb.su>

²Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 1900000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67
<stepanov@aanet.ru>

УДК 372.8:002+378.147

В. П. Заболотский, А. Г. Степанов, Р. М. Юсупов. Информатика как предмет обучения в высшей школе // Труды СПИИРАН. Вып. 2, т. 1. — СПб.: СПИИРАН, 2004.

Аннотация. Рассматривается проблема несоответствия понятий информатики как науки и как предмета обучения. Для решения этой проблемы на основании анализа действующей нормативной документации в области высшего образования и использования объектно-ориентированного подхода формулируется определение информатики как предмета обучения. Проведена классификация учебных дисциплин и аннотированных магистерских программ, изучаемых студентами, специализирующимися в области информатики. — Библ. 22 назв.

V. P. Zabolotsky, A. G. Stepanov, R. M. Yusupov. Informatics as a Higher School Subject // SPIIRAS Proceedings, Issue 2, vol. 1. — SPb: SPIIRAS, 2004.

Abstract. The discrepancy issue between two notions of informatics as a higher school subject and as a science is considered. To overcome this issue, a new notion of informatics as a higher school subject is given on the basis of the object oriented approach and analysis of the modern Russian laws and norms in the area of higher education. In the paper, there is a classification of higher school subjects and annotated magisterial programs, studied by students with specialization in the area of informatics. — Bibl. 22 items.

Важнейшим методологическим вопросом построения системы подготовки по информатике в высшей школе является определение области знаний, которая должна быть положена в основу информатики как предмета обучения. Анализ современного состояния рассматриваемого вопроса показывает, что существует большое разнообразие подходов к его разрешению. Эти подходы характеризуются использованием взаимозаменяемых терминов, наличием большого числа устоявшихся компонентов и составляющих, относящихся как информатике, так и к смежным научным дисциплинам, существованием значительного количества внутренних и внешних связей между этими компонентами и составляющими, а также ярко выраженной динамикой их развития.

Характеризуя положение в целом, следует отметить, что сложившаяся ситуация, во-первых, обусловлена сложностью окружающего нас реального мира. Информатика находится на передовых рубежах исследований поведения объектов неживой и живой природы, человека, общества, сознания, вселенной. Многие теоретические и практические задачи из этих областей весьма далеки от разрешения, а возникающие актуальные вопросы еще не поставлены и даже не сформулированы. Во-вторых, имеют место существенные трудности, связанные с управлением процессом исследований в данной области, а также процессом осознания и освоения уже имеющихся результатов. Эти трудности связаны с принципиальной ограниченностью ресурсов самих исследователей, системы образования и во многом определяют все развитие науки и общества. В третьих, темпы развития теории, аппаратной базы, социальных приложений

существенно превышают скорость сменяемости поколений исследователей, преподавателей и потребителей научной продукции. Как следствие, за время активной жизни современного человека многие новые направления и составляющие информатики успевают родиться, сформироваться и уйти в небытие, а это заставляет заинтересованных лиц в этой области непрерывно переучиваться и осваивать новые знания.

В целом современную информатику можно рассматривать как сложную систему, характеризующуюся определенной иерархической структурой, свойствами, методами и состоянием. Очевидно, что, создавая определение информатики как предмета обучения, целесообразно воспользоваться известными методами описания и создания сложных систем, к числу которых можно отнести системно-функциональный анализ и объектно-ориентированный подход.

Согласно теории определений, опирающейся на концепцию системно-функционального анализа [1], определить систему — это значит, как минимум, во-первых, охарактеризовать ее место (роль и взаимосвязи) в метасистеме, во-вторых, — описать ее совокупные свойства, и, в третьих, задать ее структуру. Очевидно, что используемое в [2] понятие экстенционального определения соответствует иерархическому описанию сложной системы, которое посредством перечисления задает класс объектов, входящих в объем понятия, а интенциональное определение описывает межкомпонентные и внутрикомпонентные связи системы в терминах свойств, признаков и состояний. Следовательно, для определения информатики как предмета обучения необходимо выявить набор объектов, входящих в понятие информатики, установить их иерархию, а также связи как между ними, так и внутри них, существующие в рассматриваемый временной период (состояние), поскольку сам набор объектов определяет содержание обучения, а внутренние и внешние связи — способ и последовательность изложения материала.

Следуя объектно-ориентированному подходу, существующие знания в области информатики можно рассматривать как сложную систему. Буч [3], в частности, выделяет следующие признаки сложных систем:

1. Сложные системы часто являются иерархическими и состоят из взаимосвязанных подсистем, которые в свою очередь также могут быть разделены на подсистемы, и т. д., вплоть до самого низкого уровня.

2. Выбор, какие компоненты в данной системе считаются элементарными, относительно произволен и в большой степени оставляется на усмотрение исследователя.

3. Внутрикомпонентная связь обычно сильнее, чем связь между компонентами. Это обстоятельство позволяет отделить «высокочастотные» взаимодействия внутри компонентов от «низкочастотной» динамики взаимодействия между компонентами.

4. Любая работающая сложная система является развитием работавшей более простой системы.

Поэтому, описывая знания в области информатики, в первую очередь, необходимо создать иерархию составляющих информатики, задать набор элементарных компонентов в соответствии с конкретными целями описания и определить набор межкомпонентных и внутрикомпонентных связей. В этом случае можно говорить о создании абстракции информатики как предмета обучения. Подобная процедура может рассматриваться как декомпозиция исследуемой предметной области. Если проводить ее на основе объектно-ориентированного подхода, то речь идет о создании объектной модели, бази-

рующейся на создаваемую структуру классов, входящих в состав понятия информатики.

При создании системы обучения наиболее удобна модель, содержащая минимально возможное число межкомпонентных связей, поскольку в этом случае упрощается создание самостоятельных учебных дисциплин и смягчаются требования, связанные с необходимой последовательностью их изложения. Имеющиеся в составляющих иерархии классов внутрикомпонентные связи могут быть скрыты на основании принципа инкапсуляции, что позволяет сосредоточиться на описании существенного и опустить не нужные детали. Динамическая составляющая развития информатики может быть учтена как за счет возможного последующего развития ее иерархической структуры, так и за счет учета текущего состояния объектов иерархии. Принимая во внимание тезис о том, что разработчик сложной системы практически не в состоянии охватить все аспекты ее функционирования из-за сложности природы окружающего мира [3], подобный подход удобен для формирования методической системы обучения информатике применительно к любой цели обучения. Отметим, что степень абстрагирования и инкапсуляции созданной модели может определяться текущими потребностями ее использования.

Российская наука и высшая школа используют свою устоявшуюся терминологию для описания составляющих информатики. Текущее состояние информатики как научной дисциплины фиксируется в работе [4]. В ней приводятся семь известных взаимодополняющих словесных определений информатики как науки, а также предложенное авторами собственное определение информатики как междисциплинарной фундаментальной науки (комплекса научных направлений) об информации и информационных взаимодействиях в природе и обществе. При этом информационное взаимодействие понимается как взаимодействие материальных объектов, при котором осуществляется передача (генерация и освоение) идеальных категорий (смыслов, значений, образов, эмоций). Как отмечено там же, основными объектами информатики являются информация и информационный процесс, определяемый информационным взаимодействием между объектами и отражающий изменение состояния этих объектов. В [4] дается 18 используемых в настоящее время определений информации. Однако строгого, устраивающего всех специалистов определения этого понятия до сих пор нет.

Информатика как предмет обучения описывается как в научных публикациях, так и собственно в учебной литературе. Так в работе [5] рассматривается новый учебный курс «Фундаментальные основы информатики», в состав которого предлагается включить разделы Теоретическая информатика, Средства информатизации, Информационные технологии, Социальная информатика. В работе [6] отмечается, что информатика может рассматриваться как: отрасль народного хозяйства, фундаментальная наука и прикладная дисциплина (для конкретных областей). В то же время, как замечено там же, в узком смысле информатика состоит из трех взаимосвязанных частей – технических средств, программных средств, алгоритмических средств. В работе [7] утверждается, что предметом информатики являются понятия аппаратного и программного обеспечения средств вычислительной техники, средства взаимодействия аппаратного и программного обеспечения, средства взаимодействия человека с аппаратными и программными средствами. С другой стороны, выделяют следующие разделы информатики: теоретическую, техническую, социальную и биологическую информатики [8]. Как следствие, приходится признать много-

значность понятия информатика, включающего в себя науку, образование и другие сферы человеческой деятельности.

При рассмотрении информатики как предмета обучения достаточно конструктивным будет определение её как науки, которая изучает общие свойства информации, законы, закономерности, способы и методы ее получения и преобразования, а также средства, реализующие эти способы и методы.

Объекты изучения информатики:

- ◆ информация;
- ◆ информационные процессы;
- ◆ информационные технологии;
- ◆ информационные системы.

Предметы изучения информатики:

- ◆ общие свойства информации и информационных процессов;
- ◆ законы и закономерности протекания информационных процессов.
- ◆ свойства информационных технологий, а также способы и методы реализации информационных процессов в соответствующих информационных технологиях;
- ◆ свойства информационных систем, а также способы и методы организации функционирования этих систем для реализации соответствующих информационных технологий.

В качестве основных *направлений изучения* в информатике можно выделить теоретическую информатику и прикладную информатику.

Теоретическая информатика — это наука, которая изучает общие свойства информации и информационных процессов, а также законы и закономерности протекания информационных процессов.

Объекты изучения теоретической информатики:

- ◆ информация;
- ◆ информационные процессы.

Предполагается, что информация представляет собой пригодные для обеспечения активных действий результаты процесса отражения, протекающего при любом взаимодействии любых объектов, а также сведения о ком-нибудь, о чем-нибудь. В то же время информационный процесс — это процесс сбора, накопления, хранения, обработки, распределения, распространения, представления, восприятия и использования информации.

Предметы изучения теоретической информатики:

- ◆ общие свойства информации и информационных процессов;
- ◆ законы и закономерности протекания информационных процессов.

Прикладная информатика — это наука, которая изучает общие свойства информационных технологий и систем, а также способы и методы их применения.

Объекты изучения прикладной информатики:

- ◆ информационные технологии;
- ◆ информационные системы.

Информационная технология есть совокупность способов и приемов реализации информационных процессов в различных областях человеческой деятельности при производстве информационного продукта. Информационная система представляет собой систему, назначением которой является осуществление каких-либо информационных процессов. Информационный продукт — информация, представляющая собой результат деятельности какого-либо ли-

ца. Информационный продукт включает в себя информацию (данные, знания), носители информации, информационные средства и технику, прочий продукт, обеспечивающий информационную деятельность.

Предметы изучения прикладной информатики:

- ◆ свойства информационных технологий, а также способы и методы реализации информационных процессов в соответствующих информационных технологиях;

- ◆ свойства информационных систем, а также способы и методы организации функционирования этих систем для реализации соответствующих информационных технологий.

Приведенные термины, а также результаты анализа литературы позволили создать систему классификационных признаков составляющих информатики как науки, приведенную на рис. 1. Заметим, что информатика как предмет обучения не может в точности совпадать с информатикой как наукой. Это объясняется, прежде всего, тем, что содержание образования представляет собой педагогически адаптированные основы науки (в частности, Информатики) передаваемые обучаемому вместе с системой знаний, умений и навыков в этой области. Кроме этого технология обучения регламентирует, например, возможную форму проведения занятий и объем изучаемой учебной дисциплины, который, с одной стороны, не может быть меньше определенной величины (например, семестр обучения один раз в неделю), а с другой не должен превышать некие разумные пределы, связанные с ограниченностью учебной нагрузки студента в неделю. Как следствие, учебная дисциплина в зависимости от варианта адаптации (степени абстрагирования и инкапсуляции) материала может являться частью одного раздела научной классификации или охватывать несколько взаимосвязанных или даже разноплановых разделов.

Текущее состояние информатики как предмета обучения зафиксировано в нормативных документах высшей школы. Структура обучения современной информатике с точки зрения американской системы высшего образования содержится в [9] и является результатом многолетней работы объединенного комитета по образованию профессиональных обществ ACM и IEEE Computer Society. На рис. 2 представлена построенная на основе этой разработки схема, иллюстрирующая составляющие информатики как предмета обучения по принятой в США классификации. В ее состав включен перечень необходимых для изучения с точки зрения ACM и IEEE Computer Society учебных дисциплин по соответствующим разделам информатики. Рассматриваемый перечень дисциплин обязателен для студентов, проходящих подготовку в США в области Computer science, и представляет собой модель предмета обучения в области информатики. Внутреннее содержание каждой дисциплины раскрывается набором дидактических материалов и представляет собой описание внутрикомпонентных связей. Уровень абстрагирования модели и степень ее инкапсуляции отвечает целям обучения (профессиональная университетская подготовка в области Computer science). Как следствие, рассматриваемая схема оказывается удобной для формулировки экстенционального определения информатики и может быть использована для выявления межкомпонентных связей.

В отличие от американской системы образования, российская высшая школа ведет подготовку по целому ряду направлений и специальностей, связанных с информатикой, которые могут быть отнесены как computer science, так и computer engineering и information systems. Современное содержание инфор-

матики как предмета обучения с точки зрения российской высшей школы находит свое отражение в наборах обязательных учебных дисциплин, предлагаемых для изучения студентам по различным специальностям (направлениям) подготовки высшей школы. В дальнейшем во внимание были приняты направления и специальности высшей школы России, указанные на рис. 3 [10–22].

На рис. 4 показан набор обязательных учебных дисциплин учебного плана подготовки по специальности 030100 Информатика. Выпускники по этой специальности получают квалификацию учитель информатики. В учебном плане этой специальности отсутствует обязательная дисциплина Информатика, а ее роль играет дисциплина Теоретические основы информатики. Ее обязательное дидактическое содержание выделено на рисунке в специальном блоке. На рис. 5–15 показаны наборы обязательных дисциплин остальных рассматриваемых специальностей (направлений) подготовки. Все они содержат дисциплину Информатика как обязательную дисциплину цикла общих математических и естественнонаучных или общепрофессиональных (специальность 052700) дисциплин, дидактическое содержание которой показано на соответствующем рисунке. Кроме этого, все рассматриваемые специальности (направления) подготовки в циклах общепрофессиональных и специальных дисциплин предусматривают обязательное изучение еще целого ряда учебных дисциплин, дидактическое содержание которых также предписано стандартом (на рисунках оно не показано). Дополнительно отметим, что стандарт магистерской подготовки по направлению 552800 Информатика и вычислительная техника содержит обширный перечень представленных на рис. 16 аннотированных магистерских программ, отражающих актуальные направления информатики и вычислительной техники.

В качестве основы для построения определения информатики как предмета обучения в виде абстрактной модели сложной системы была использована иерархическая структура (см. рис. 1). Объектами классификации были выбраны обязательные учебные дисциплины рассматриваемых специальностей и направлений подготовки (отечественные и американские), а также аннотированные программы магистерской подготовки по направлению 522800. Всего во внимание были приняты 259 объектов, каждый из которых рассматривался в совокупности с его дидактическим содержанием. По результатам классификации объекты сопоставлялись с классификационными группами иерархической структуры, представленной на рис. 1.

Дальнейшим этапом работы было определение классификационных признаков информатики как предмета обучения. Первоначально было произведено сопоставление названий классифицируемых объектов с названиями разделов информатики как науки в соответствии со структурой рис. 1. Его результаты представлены в табл. 1. Как следует из этой таблицы, большинство позиций находят свое отражение в названиях учебных дисциплин или магистерских программ подготовки. Исключение составляют названия, связанные с прикладными вопросами математики, информацией в природе, прикладной информатикой, а также специальными вопросами теории информации и теории информационных процессов, выделенными еще в один более низкий ярус иерархии (на рис. 1 и в табл. 1 соответствующие классификационные группы выделены курсивом). В дальнейшем этому обстоятельству было уделено отдельное внимание, и первоначально в качестве составляющих классификации информатики как предмета обучения использовалась терминология представленной на рис. 1 иерархии информатики как науки.

В процессе исследований выяснилось, что анализируемые объекты, даже имеющие одинаковое название, как правило, имеют собственное отличное от других дидактическое наполнение. Кроме этого, было установлено, что в большинстве случаев классифицируемые объекты могут быть отнесены к нескольким различным классификационным группам. Поэтому каждому из объектов в качестве параметра было поставлено в соответствие количество его связей с классификационными группами (группы Теоретическая информатика и Прикладная информатика в расчет не принимались), которое колебалось в пределах от 1 до 10 в зависимости от конкретного содержания его дидактического материала. Это обстоятельство объясняет сопоставление в табл. 1 одноименной учебной дисциплины разных специальностей (например, Информатика) с разным количеством классификационных групп. Очевидно, что чем больше связей имеет объект, тем больше вопросов из разных разделов информатики как науки включено в его состав, а в случае идеального подбора классификационных признаков количество связей объекта должно быть равным единице.

Таблица 1

Сопоставление названий классифицируемых объектов с классификационными группами

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Классификационная группа	Классифицируемый объект	Общее количество связей с классификационными группами	030100 Информатика	030500.06 - Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии)	052700 - Библиотечно-информационная деятельность	075200 – Компьютерная безопасность	075300 - Организация и технология защиты информации	075400 Комплексная защита объектов информатизации	075500 – Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем.	075600 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.	510200 Прикладная математика и информатика	552800 Информатика и вычислительная техника	654600 – Информатика и вычислительная техника	654700 – Информационные системы	Аннотированные программы магистерской подготовки (направление 522800)	Стандарт ACM и IEEE Computer Society	
Информатика	Информатика	4,10,6,5,3, 3,9,6,6,8,5		Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да			
Теоретическая информатика	Теоретическая информатика	9													Да		
	Теоретические основы информатики	7	Да														
Теория информации	Теория информации	6,6,6,3				Да		Да	Да	Да							
Понятие информации	Нет совпадений																
Измерение информации																	
Основы квалиметрии информации																	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Семиотические и лингвистические аспекты информации	Лингвистическое и программное обеспечение САПР	3											Да			
	Лингвистические средства библиотечно-информационных технологий	2			Да											
Теоретические основы искусственного интеллекта	Системы искусственного интеллекта	3											Да			
	Основы искусственного интеллекта	2	Да													
	Интеллектуальные системы	4													Да	Да
Прикладные вопросы математики	Нет совпадений															
Теория информационных процессов	Теория информационных процессов и систем	3												Да		
Генерация и получение информации	Нет совпадений															
Передача и хранение информации																
Обработка информации																
Представление информации																
Восприятие информации																
Информационные характеристики человека	Человеко-машинное взаимодействие	3											Да			
	Взаимодействие человека и машины	2														Да
Теоретические основы информационных систем	Теория информационных процессов и систем	3												Да		
	Информационные сети и системы	3			Да											
	Информационные системы	3	Да													
Теоретические основы информационной безопасности	Основы информационной безопасности	2				Да			Да	Да						
	Теоретические основы компьютерной безопасности	2				Да			Да							
	Теория информационной безопасности и методология защиты информации	3					Да	Да								
	Информационная безопасность и защита информации	2												Да		
	Безопасность и защита информации	2														Да
Теоретические основы компьютерной графики и визуализации	Компьютерная графика	2										Да	Да			
	Компьютерная геометрия и графика	3												Да		
	Компьютерная графика и визуализация	2														Да
	Системы мультимедиа и компьютерная графика	6														Да
Математические основы информатики	Нет совпадений															
Теория моделирования	Моделирование	2											Да			
	Моделирование систем	1,3,4								Да			Да	Да		
	Компьютерное моделирование	1,2	Да													Да
Информация в природе	Нет совпадений															
Социальная информатика	Социальные и профессиональные вопросы	2														Да
Прикладная информатика	Нет совпадений															
Аппаратные средства	Аппаратные средства вычислительной техники	1,1,1,2				Да		Да	Да	Да						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Программирование	Программирование	1	Да													
	Программирование на языке высокого уровня	1										Да	Да			
	Технологии(я) программирования	1,2											Да	Да		
	Основы программирования	1														Да
	Языки программирования	1														Да
Системное программное обеспечение	Системное программное обеспечение	2									Да		Да			
	Операционные системы	2,2,2,4										Да	Да	Да	Да	
Информационные сети	Информационные сети	3												Да		
	Информационные сети и системы	3			Да											
Информационные ресурсы	Информационные ресурсы	1			Да											
Информационные и телекоммуникационные технологии и системы	Информационные технологии	1,4,5			Да								Да	Да		
	Информационные системы	3	Да													
	Информационные и коммуникационные технологии в образовании	1	Да													
Обеспечение информационной безопасности	Защита и обработка конфиденциальных документов	4					Да									
	Защита информационных процессов в компьютерных системах	2					Да									
	Технические средства защиты информации	2					Да									
	Технические средства и методы защиты информации	1				Да			Да	Да						
	Безопасность и защита информации	2														Да
Мультимедиа	Мультимедиа	1		Да												
	Мультимедиа технология	1												Да		

В процессе работы все принятые во внимание объекты были отнесены к соответствующим классификационным группам. Как показал анализ, все упомянутые в табл. 1 классификационные группы за исключением группы *Информация в природе* нашли свое отражение в дидактическом содержании объектов классификации.

В категории классификации *Теоретическая информатика* вопросы, рассматриваемые в составляющих теории информации, как правило, излагаются в составе дисциплин с большим количеством связей с классификационными группами (5 и более). Можно утверждать, что эти вопросы инкапсулированы в составе таких дисциплин, как Информатика, Теоретическая информатика и т.п. Как исключение, отметим, что подраздел теории информации семиотические и лингвистические аспекты информации затрагивается некоторыми специфическими дисциплинами с малым числом связей (системное программное обеспечение, теория вычислительных процессов, интеллектуальные вычислительные системы). И, наконец, в стандарте направления 064600 присутствует дисциплина Теория языков программирования и методы трансляции, имеющая непосредственное отношение к рассматриваемой классификационной группе. Следовательно, можно говорить о создании абстракции в составе теоретической информатики с названием *Теория информации*, поглощающей классификационные группы *Понятие информации*, *Измерение информации*, *Основы квалификации информации*. В то же время, как показал анализ, почти все рассматри-

ваемые специальности (направления) подготовки предусматривают изучение дисциплин Дискретная математика, Математическая логика, Математическая логика и теория алгоритмов, Теория автоматов, Теория алгоритмов содержание которых полностью соответствует классификационной группе *Прикладные вопросы математики*. Наконец, учитывая совпадения названий и содержание дисциплин классификационные группы *Семиотические и лингвистические аспекты информации, Теоретические основы искусственного интеллекта* могут быть сохранены как соответствующие абстракции в составе теории информации.

Вопросы, относящиеся к теории информационных процессов, рассматриваются во всех специальностях (направлениях) подготовки кроме специальности 052700 — Библиотечно-информационная деятельность. По результатам анализа дидактического содержания объектов классификации вопросы, касающиеся соответственно генерации, передачи, хранения и обработки информации, относились, как правило, к принципиально различным учебным дисциплинам с большим числом связей. Последнее означает, что указанные вопросы, являющиеся составной частью теории информационных процессов, используются в качестве теоретической поддержки учебных дисциплин других классификационных групп. Поэтому классификационные группы *Генерация и получение информации, Передача и хранение информации, Обработка информации, Представление информации, Восприятие информации* объединены и включены в абстракцию *Теория информационных процессов*. Узкоспециальные (с малым числом связей) дисциплины Моделирование (Моделирование систем), Информационные технологии, направлений 654600 — Информатика и вычислительная техника и 654700 — Информационные системы, ранее отнесенные к этим группам, могут быть классифицированы в рамках других категорий.

Дисциплины *Человеко-машинное взаимодействие* направления 654600 — Информатика и вычислительная техника и *Взаимодействие человека и машины* стандарта ACM и IEEE Computer Society, безусловно, занимают самостоятельное место и заслуживают сохранения в составе абстракции *Теория информационных процессов* составляющей *Информационные характеристики человека*. Отдельно отметим отнесенные к этой абстракции дисциплины различных специальностей и направлений подготовки, так или иначе связанные с базами данных (*Базы данных, Управление данными* и т.п.). Их содержание, с одной стороны, рассматривает специфические теоретические вопросы хранения и обработки информации, а с другой имеет явную практическую направленность. Поэтому по итогам анализа было решено ввести новую классификационную группу *Базы данных* и включить ее в виде самостоятельной единицы в состав класса *Прикладная информатика*.

Хотя на момент проведения классификации объектов, которые могли бы быть отнесены к группе *Информация в природе*, выявлено не было, этот классификационный признак было решено оставить в иерархии *Теоретическая информатика* из соображений возможного последующего развития информатики как науки и как предмета обучения.

Результаты классификации по оставшимся признакам теоретической информатики показывают для каждого классификационного признака наличие дисциплин как с большим, так и с маленьким количеством связей. Это означает, что соответствующие разделы теоретической информатики, с одной стороны, рассматриваются как составные части объемных по содержанию дисциплин, а с другой им могут быть посвящены самостоятельные учебные курсы. Та-

ким образом, классификационные группы *Информационные характеристики человека, Теоретические основы информационных систем, Теоретические основы информационной безопасности, Теоретические основы компьютерной графики и визуализации, Математические основы информатики, Теория моделирования, Социальная информатика* были оставлены в иерархии классификации информатики как предмета обучения в составе *Теоретической информатики* без изменений.

Как следует из табл. 1, названий дисциплин, совпадающих с термином прикладная информатика, обнаружено не было. Тем не менее, анализ дидактических материалов позволил выделить 194 объекта, которые так или иначе могли бы быть отнесены к этой категории. Поэтому в составе иерархии информатики как предмета обучения было решено сохранить категорию *Прикладная информатика*. Дополнительно было установлено, что вопросы прикладной информатики рассматриваются, как правило, дисциплинами с малым числом связей (за исключением общих дисциплин Информатика, Сети ЭВМ и телекоммуникации и т.п., а также магистерской программы Автоматизированные системы научных исследований и комплексных испытаний), что косвенно подтверждает правильность выбора классификационных признаков.

Таблица 2

Дополнительные вопросы, не попавшие в классификацию информатики как науки

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Классификационная группа	Классифицируемый объект	Общее количество связей с классификационными группами	030100 Информатика	030500.06 - Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии)	052700 - Библиотечно-информационная деятельность	075200 – Компьютерная безопасность	075300 - Организация и технология защиты информации	075400 Комплексная защита объектов информатизации	075500 – Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем.	075600 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.	510200 Прикладная математика и информатика	552800 Информатика и вычислительная техника	654600 – Информатика и вычислительная техника	654700 – Информационные системы	Аннотированные программы магистерской подготовки (направление 522800)	Стандарт ACM и IEEE Computer Society
Базы данных	Аппаратные средства вычислительной техники	1				Да		Да	Да							
	Базы данных	5									Да	Да			Да	
	Базы данных и управление ими	3		Да												
	Базы данных и экспертные системы	3									Да					
	Безопасность систем баз данных	2							Да							
	Интеллектуальные информационные системы	5												Да		
	Информатика	4,7,3,9		Да		Да			Да	Да						
	Информационно-аналитические продукты и услуги	2			Да											
	Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем	7			Да											
Информационное обеспечение автоматизированных библиотечно-информационных систем	1														Да	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Информационные системы	3	Да													
	Компьютерные технологии в науке и образовании	3										Да				
	Операционные среды САПР	5													Да	
	Программно-аппаратные средства обеспечения информационной безопасности	4				Да										
	Программное обеспечение ЭВМ	1	Да													
	Системы управления базами данных	1				Да										
	Справочно-поисковый аппарат библиотеки	1			Да											
	Технология разработки программных систем	3														Да
Методика и методология информатики	История и методология информатики и вычислительной техники	8										Да				
	История и методология прикладной математики и информатики	2									Да					
	Комплексная система защиты информации на предприятии	2					Да									
	Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем	1							Да							
	Комплексные системы защиты информации на предприятии	1						Да								
	Организация и управление службой защиты информации на предприятии	4						Да								
	Педагогические программные средства	2		Да												
	Проектирование автоматизированных библиотечно-информационных систем	1			Да											
	Проектирование АСОИУ	1											Да			
	Проектирование информационных систем	2												Да		
	Социальные и профессиональные вопросы	2														Да
	Теоретические основы компьютерной безопасности	3								Да						
	Теория и методика обучения информатике	2	Да													
Технические средства и методы защиты информации	1									Да						
Теория надежности	Надежность информационных систем	3													Да	
	Надежность, эргономика и качество АСОИУ	3											Да			
	Отказоустойчивые вычислительные системы	2													Да	
Управленческие (менеджмент) и экономические аспекты информатики	Информатика	5					Да									
	Организация информационно-аналитической деятельности	1			Да											
	Сети ЭВМ и телекоммуникации	4										Да				
	Современные проблемы информатики и вычислительной техники	7										Да				
	Теоретическая информатика	9													Да	
	Экономика защиты информации	2						Да	Да							

Анализ названий объектов классификации и их дидактического материала (соответствующие результаты представлены в табл. 2.) позволил выделить еще несколько классификационных групп информатики как предмета обучения, отсутствующих в информатике, как науке. В результате было предложено в категорию *Теоретическая информатика* добавить классификационные группы *Методика и методология информатики*, *Теория надежности*, *Управленческие (менеджмент) и экономические аспекты информатики*, а в категорию *Прикладная информатика* группу *Базы данных*.

Результаты статистической обработки выполненной классификации применительно к количеству связей объектов классификации с классификационными группами представлены в табл. 3. Из нее, в частности, следует, что до-

полнительно добавленные категории по статистическим характеристикам количества связей сопоставленных с ними объектов не выделяются из общего ряда ранее существовавших категорий.

Таблица 3

Результаты статистической обработки количества связей объектов, отнесенных к соответствующим классификационным группам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Название классификационного признака	Среднее	Стандартная ошибка	Медиана	Мода	Стандартное отклонение	Дисперсия выборки	Экссесс	Асимметричность	Интервал	Минимум	Максимум	Сумма	Счет
Информатика	2,7104	0,12	2	2	1,93	3,74	2,641	1,623	9	1	10	702	259
Теоретическая информатика	3,1796	0,167	2	2	2,16	4,67	1,16	1,253	9	1	10	531	167
Теория информации	3,5844	0,302	3	1	2,65	7,01	-0,41	0,787	9	1	10	276	77
Понятие информации	6,7273	0,604	6	6	2	4,02	0,679	0,275	7	3	10	74	11
Измерение информации	6,8182	0,6	6	6	1,99	3,96	0,755	0,119	7	3	10	75	11
Основы квалиметрии информации	6,75	0,559	6	6	1,58	2,5	1,938	1,409	5	5	10	54	8
Семиотические и лингвистические аспекты информации	4,7083	0,537	5	2	2,63	6,91	-0,62	0,534	9	1	10	113	24
Теоретические основы искусственного интеллекта	5,1538	0,767	5	6	2,76	7,64	-0,72	0,231	9	1	10	67	13
Математические основы теории информации	2,9722	0,395	2	1	2,37	5,63	-0,28	0,973	8	1	9	107	36
Теория информационных процессов	5,7586	0,399	6	6	2,15	4,62	-0,46	0,522	7	3	10	167	29
Генерация и получение информации	6,2222	0,909	6	3	2,73	7,44	-1,38	0,271	7	3	10	56	9
Передача и хранение информации	5,88	0,397	6	6	1,99	3,94	0,335	0,805	7	3	10	147	25
Обработка информации	6,7692	0,622	7	4	2,24	5,03	-1,11	0,288	6	4	10	88	13
Представление информации	7,3333	0,615	7	7	1,51	2,27	1,531	1,27	4	6	10	44	6
Восприятие информации	5	1	6	6	1,73	3	нет	-1,73	3	3	6	15	3
Информационные характеристики человека	4,25	1,031	5	6	2,06	4,25	-4,86	-0,2	4	2	6	17	4
Теоретические основы информационных систем	4,3333	0,398	4	3	1,83	3,33	-0,46	0,595	6	2	8	91	21
Теоретические основы компьютерной графики и визуализации	4,6667	0,873	4	2	3,03	9,15	-1,11	0,69	8	2	10	56	12
Теоретические основы информационной безопасности	2,7949	0,292	2	2	1,82	3,33	6,856	2,489	9	1	10	109	39
Социальная информатика	3,381	0,567	2	2	2,6	6,75	2,932	2,032	8	2	10	71	21
Математические основы информатики	2,7188	0,417	2	1	2,36	5,56	2,824	1,807	9	1	10	87	32
Теория моделирования	3,95	0,484	4	3	2,16	4,68	1,896	1,076	9	1	10	79	20
Информация в природе	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Прикладная информатика	2,9278	0,141	2	2	1,97	3,87	2,017	1,438	9	1	10	568	194
Аппаратные средства	3,6304	0,364	4	1	2,47	6,1	0,57	1,01	9	1	10	167	46
Программирование	3,2041	0,367	2	1	2,57	6,58	1,485	1,453	9	1	10	157	49
Системное программное обеспечение	3,8065	0,478	3	2	2,66	7,09	0,855	1,308	9	1	10	118	31
Информационные сети	4,0357	0,373	4	2	1,97	3,89	1,425	1,008	8	2	10	113	28
Информационные ресурсы	4,6471	0,492	4	6	2,03	4,12	-0,82	0,038	7	1	8	79	17
Информационные и телекоммуникационные технологии и системы	3,6947	0,21	3	2	2,05	4,19	0,874	1,046	9	1	10	351	95
Обеспечение информационной безопасности	3,1667	0,275	3	2	1,65	2,71	7,461	2,235	9	1	10	114	36
Мультимедиа	3,4286	0,644	2	2	2,41	5,8	0,483	1,142	8	1	9	48	14
Методология информатики	3,2857	0,496	3	3	1,86	3,45	7,35	2,537	7	2	9	46	14
Управленческие (менеджмент) и экономические аспекты информатики	5,3333	1,308	5	3	3,2	10,3	-1,55	0,533	8	2	10	32	6
Базы данных	4,4	0,44	4	2	2,2	4,83	0,234	0,798	8	2	10	110	25
Теория надежности	2,6667	0,333	3	3	0,58	0,33	нет	-1,73	1	2	3	8	3

Обобщая полученные результаты, получаем представленную на рис. 17 модель информатики, представляющую собой абстракцию информатики как предмета обучения, и созданную в интересах подготовки профессионалов в указанной области. Дополнения и изменения, внесенные в нее по сравнению с классификацией рис. 1, выделены полужирным курсивом. Очевидно, что предложенная модель может быть использована также и при описании предмета обучения для студентов непрофильных специальностей (направлений) подготовки. Однако в этом случае уровень абстрагирования должен быть повышен, а убираемые из модели детали скрыты на основании принципа инкапсуляции.

Вышеизложенное позволило предложить следующее экстенциональное определение информатики как предмета обучения:

Информатика как предмет обучения в высшей школе по информационным специальностям (направлениям) подготовки в текущий период времени представляет собой совокупность учебных дисциплин, конкретный набор и содержание которых может уточняться в зависимости от целей обучения и развития информатики. Эти цели в рамках теоретической информатики могут предусматривать изучение теории информации (в том числе ее математических основ, теоретических основ искусственного интеллекта и семиотических и лингвистических аспектов информации), теории информационных процессов (в том числе информационных характеристик человека), теоретических основ информационных систем, информационной безопасности, компьютерной графики и визуализации, прикладных математических вопросов, теории моделирования, теории надежности, собственной методологии и методики, а также управленческих (менеджмент) и экономических аспектов информатики применительно к физическим, социальным, природным явлениям. В рамках прикладной информатики цели обучения могут предусматривать освоение набора способов реализации теоретических положений информатики, предусматривающих изучение и практическое использование понятий аппаратуры, программного обеспечения, информационных технологий, систем и сетей, информационных ресурсов, баз данных, а также средств компьютерной графики и мультимедиа и методов обеспечения информационной безопасности.

Предложенное определение описывает иерархическую структуру классов ее модели, представленной в виде соответствующих абстракций. Для каждого варианта такой абстракции, используя дидактические материалы, можно подготовить набор внутренних и внешних связей и перечень состояний соответствующего класса. Очевидно, что в зависимости от целей обучения он будет существенно меняться, а избыточные для описания класса составляющие будут инкапсулироваться. Тем не менее, разработанная таким образом модель может быть использована и для создания интенционального определения информатики как предмета обучения применительно к его конкретной цели.

Таким образом, разработано определение информатики как некой сложной системы с иерархической структурой, набором внутренних связей и состояний. Предложенные определения представляют собой абстракции информатики как предмета обучения и предусматривают определенный уровень инкапсуляции ее составляющих.

Работа выполнена при поддержке гранта конкурса 2002 года Министерства образования Российской Федерации по фундаментальным исследованиям в области гуманитарных наук №Г02-2.1-128.

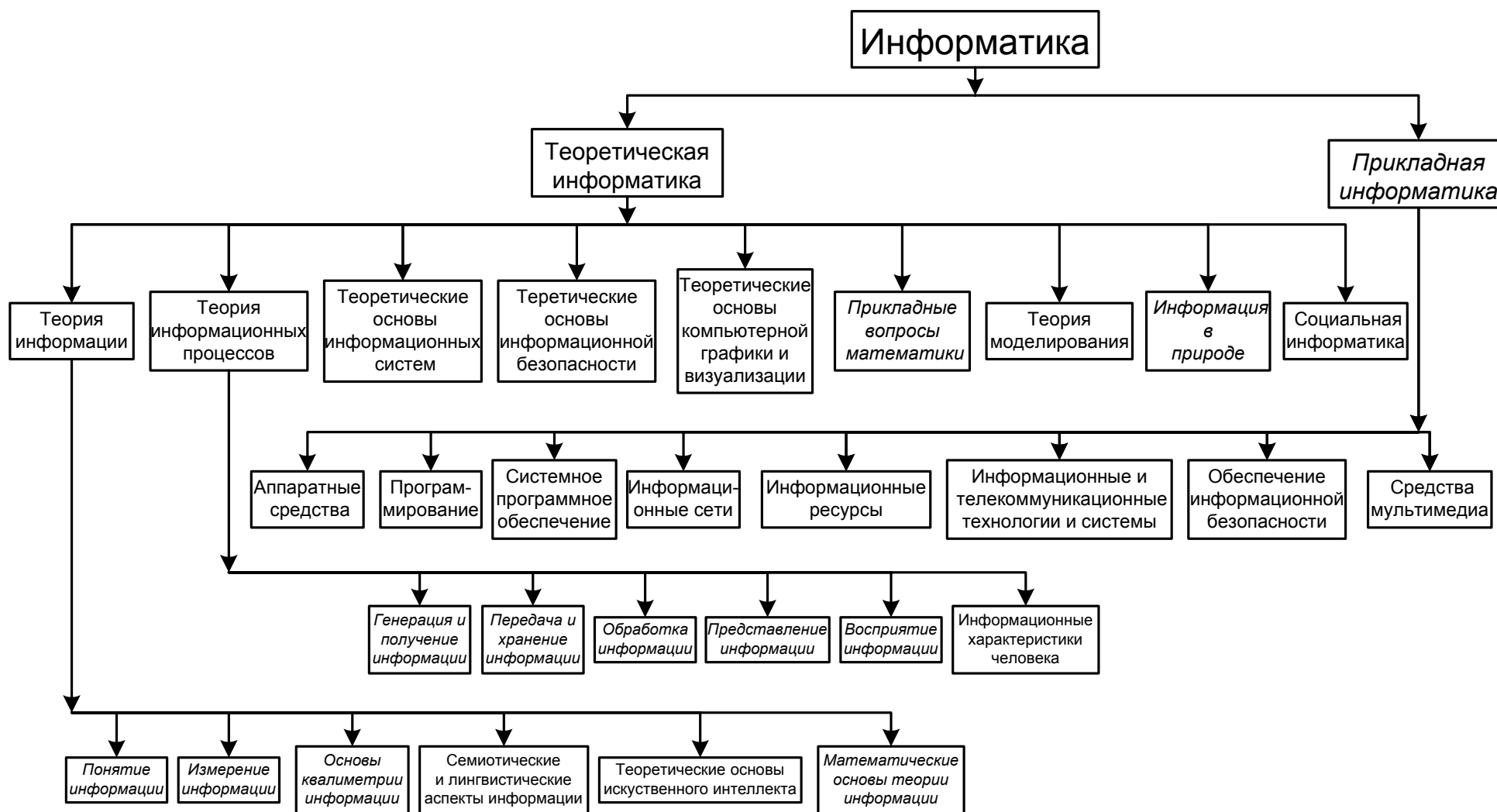


Рис. 1. Классификация знаний в области информатики как науки

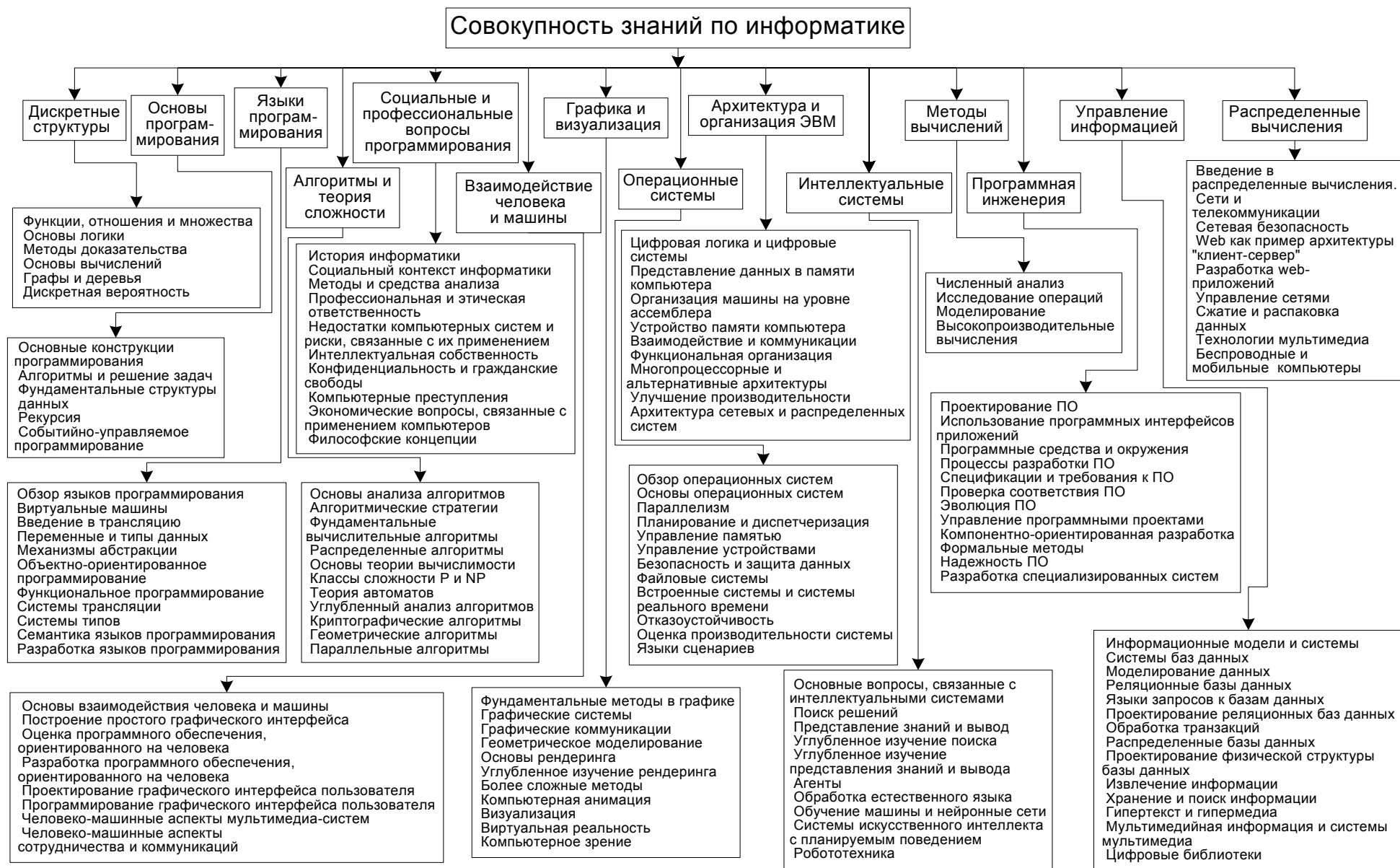


Рис. 2. Составляющие информатики как совокупности знаний по ACM и IEEE Computer Society

Направления и специальности подготовки в области информатики



Рис. 3. Рассматриваемые направления и специальности подготовки в области информатики

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 030100 Информатика



Рис. 4. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана подготовки по специальности 030100 Информатика

Составляющие информатики как предмета обучения
для специальности 030500.06 - Профессиональное обучение
(информатика,
вычислительная техника и компьютерные технологии)



Рис. 5. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана подготовки по специальности 030500.06 Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии)

**Составляющие информатики как предмета обучения
для специальности
052700 - Библиотечно-информационная деятельность**



Рис.6. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана подготовки по специальности 052700 Библиотечно-информационная деятельность

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 075200 – Компьютерная безопасность

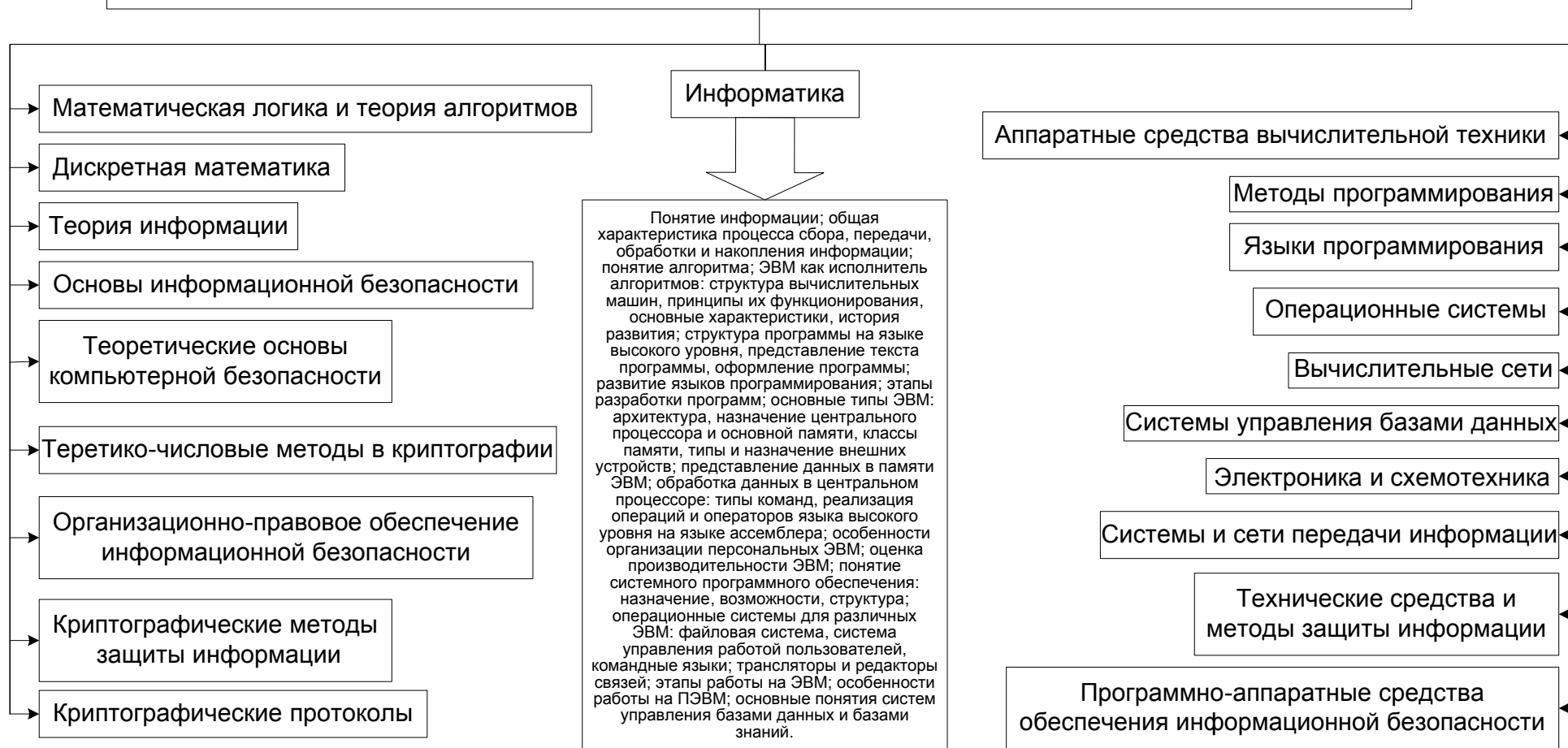


Рис. 7. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана специальности 075200 – Компьютерная безопасность

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 075300 - Организация и технология защиты информации

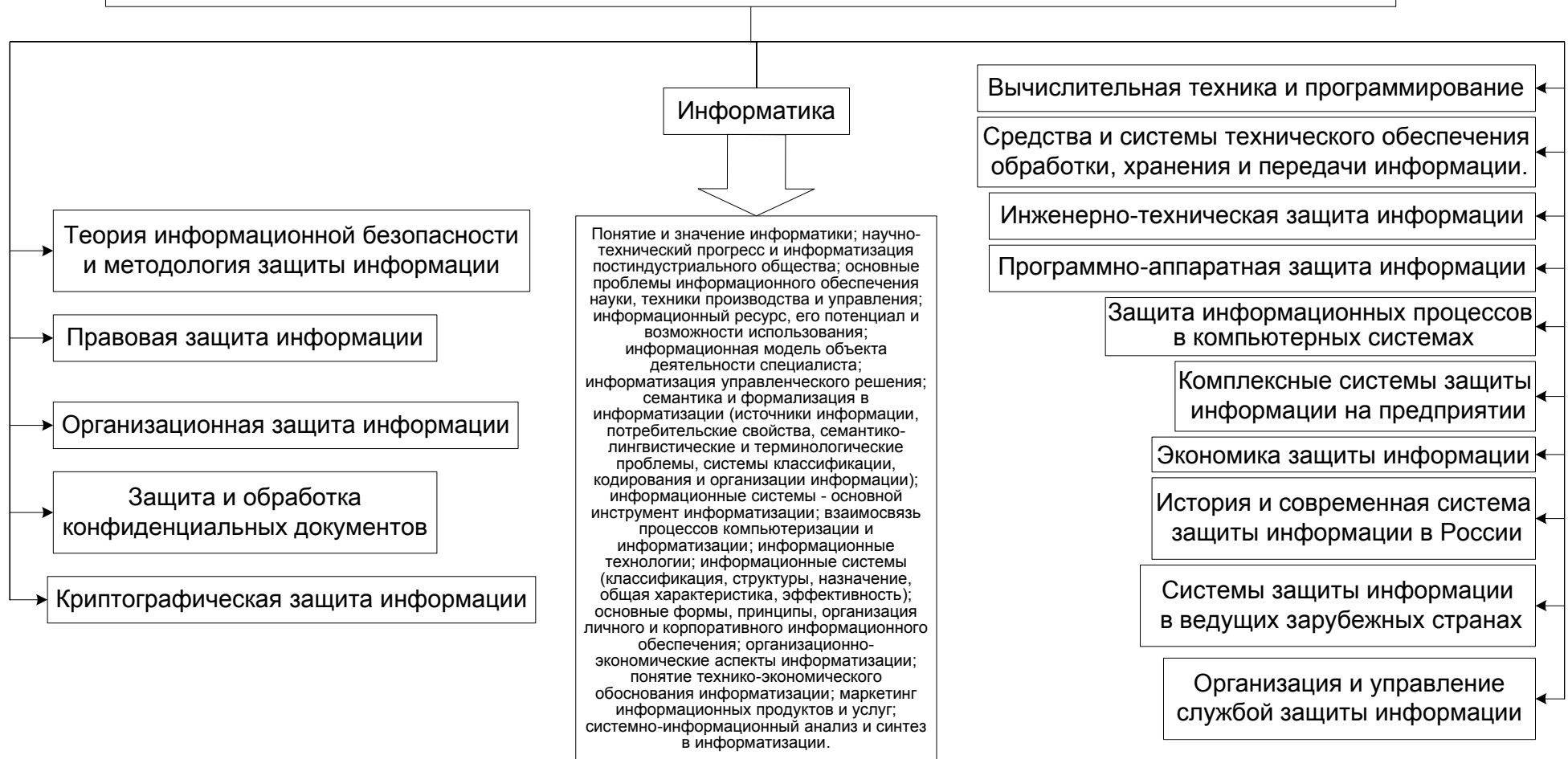


Рис. 8. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана специальности 075300 - Организация и технология защиты информации

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 075400 - Комплексная защита объектов информатизации

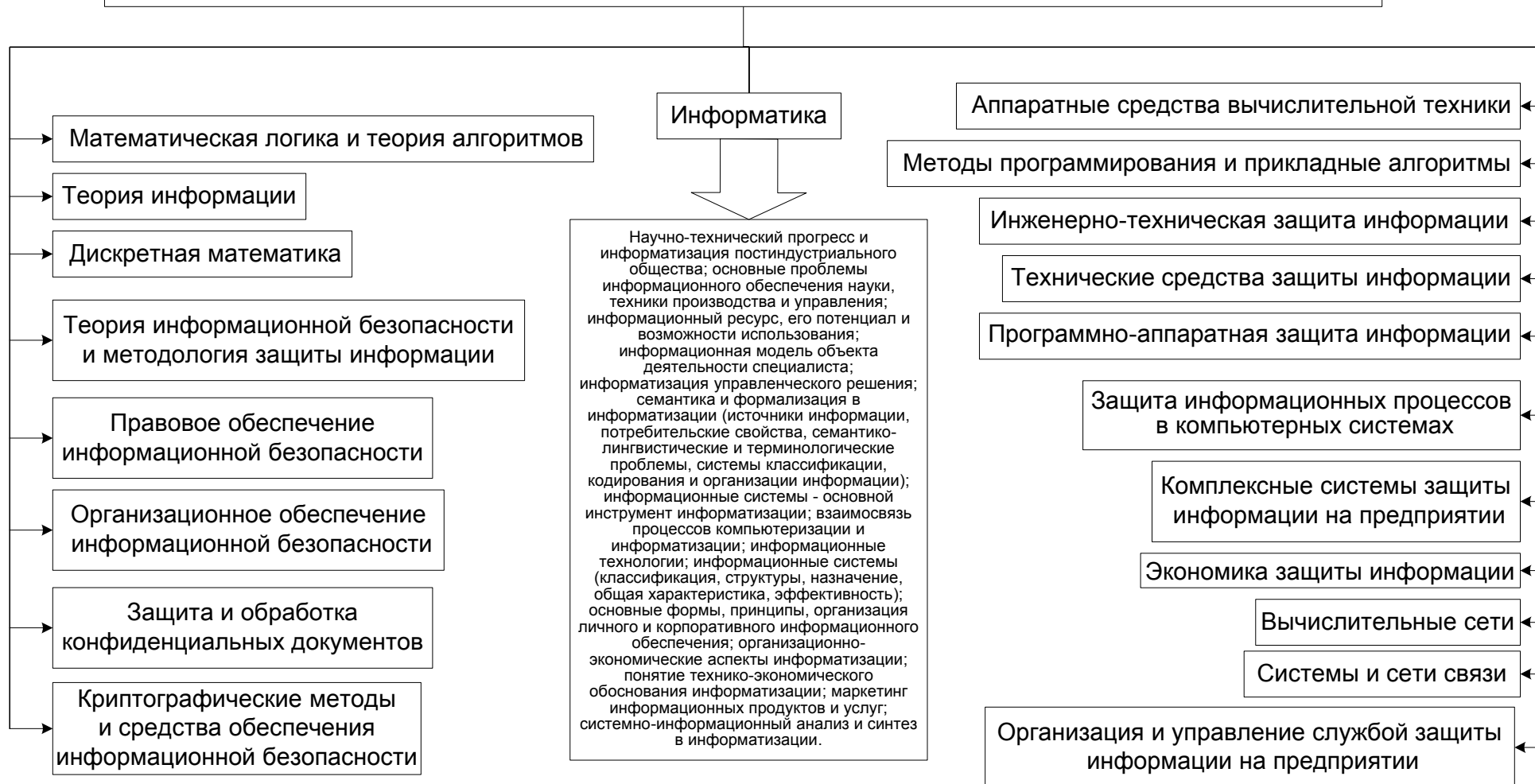


Рис. 9. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана специальности 075400 - Комплексная защита объектов информатизации

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 075500 - Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем

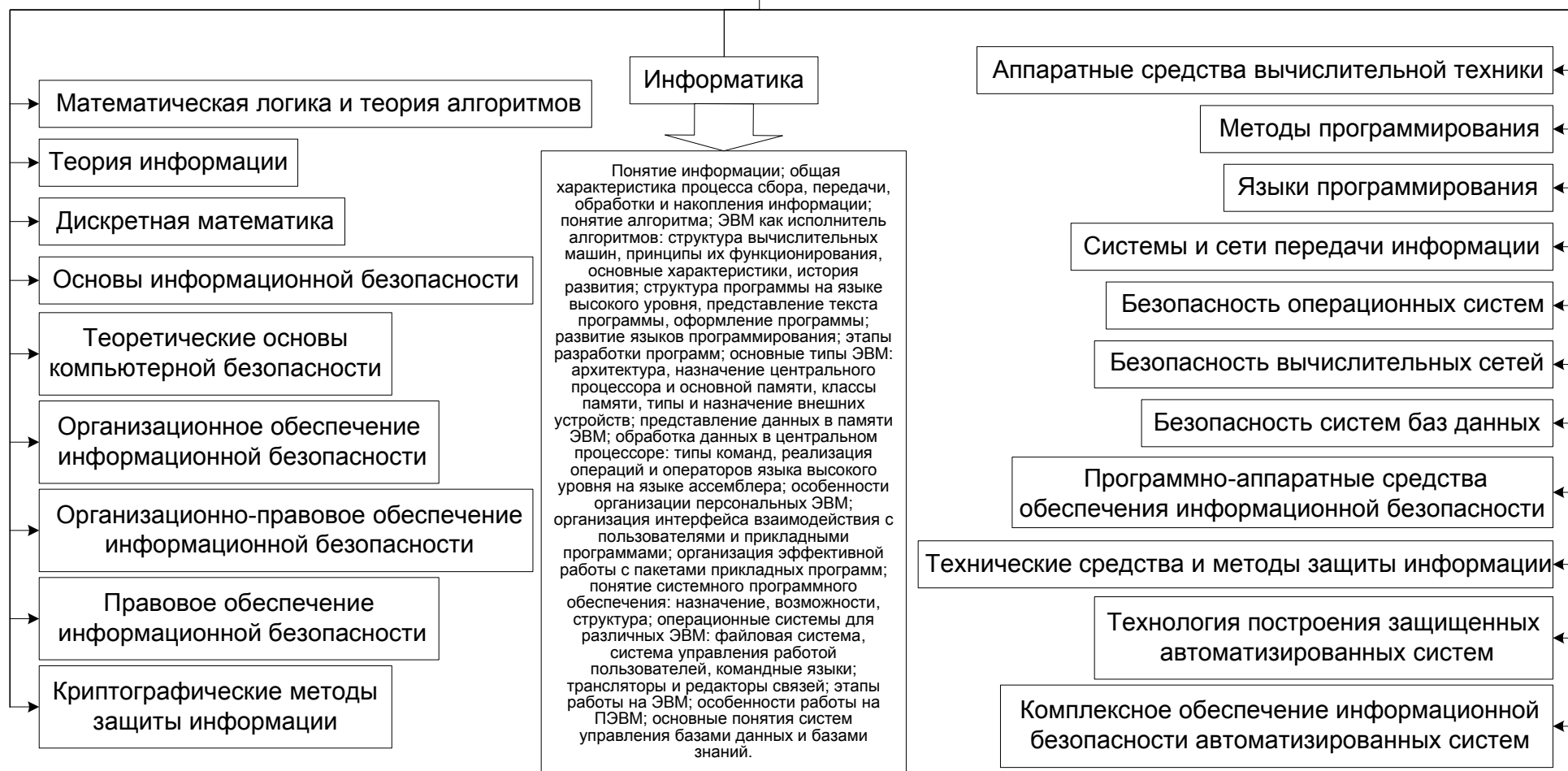


Рис. 10. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана направления подготовки по специальности 075500 - Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем

Составляющие информатики как предмета обучения для специальности 075600 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

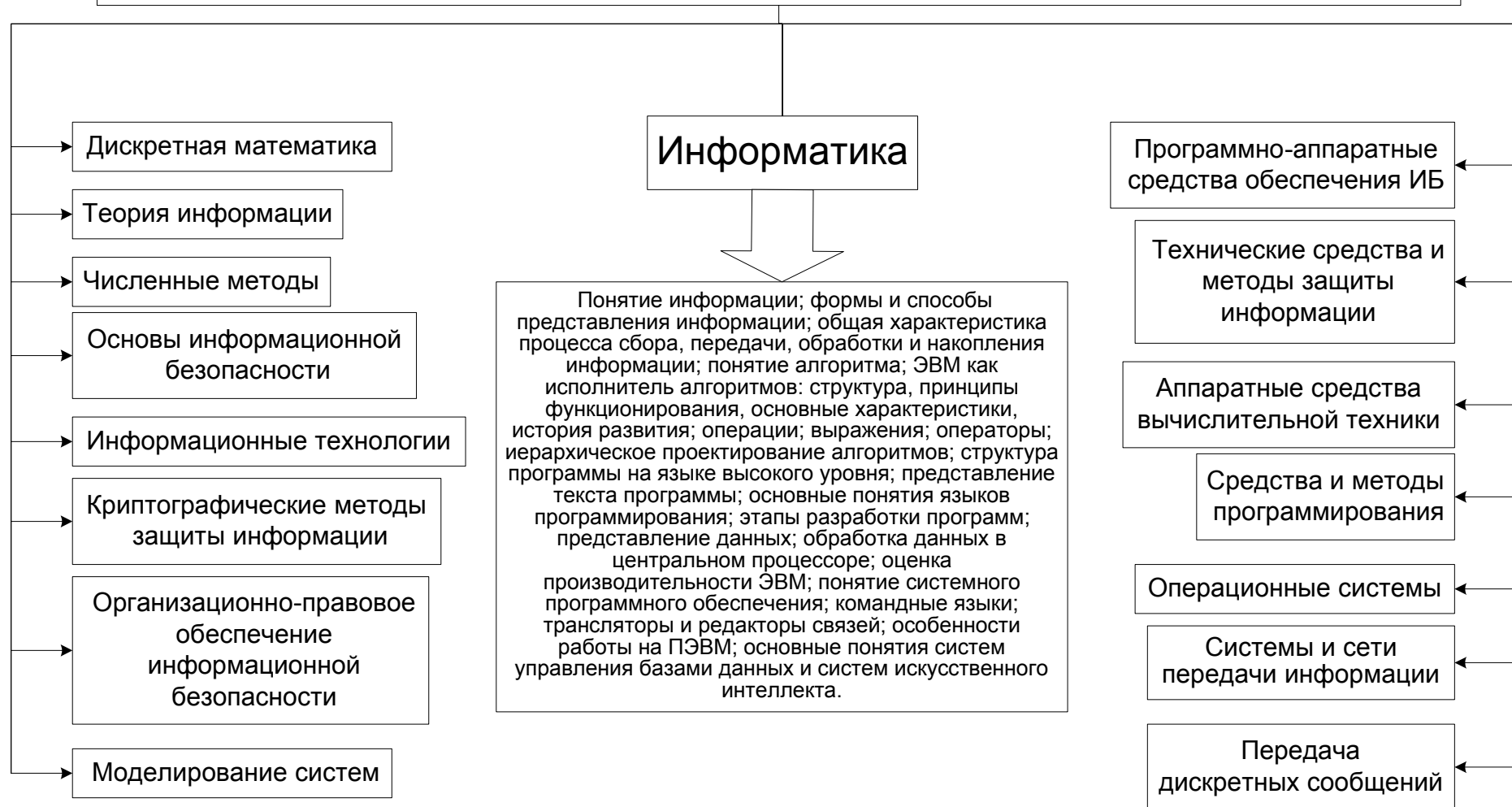


Рис. 11. Набор обязательных дисциплин в области информатики учебного плана направления подготовки по специальности 075600 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Составляющие информатики как предмета обучения для направления 510200 Прикладная математика и информатика



Рис. 12. Набор обязательных дисциплин учебного плана подготовки по направлению 510200 Прикладная математика и информатика

Составляющие информатики как предмета обучения для направления 552800 Информатика и вычислительная техника

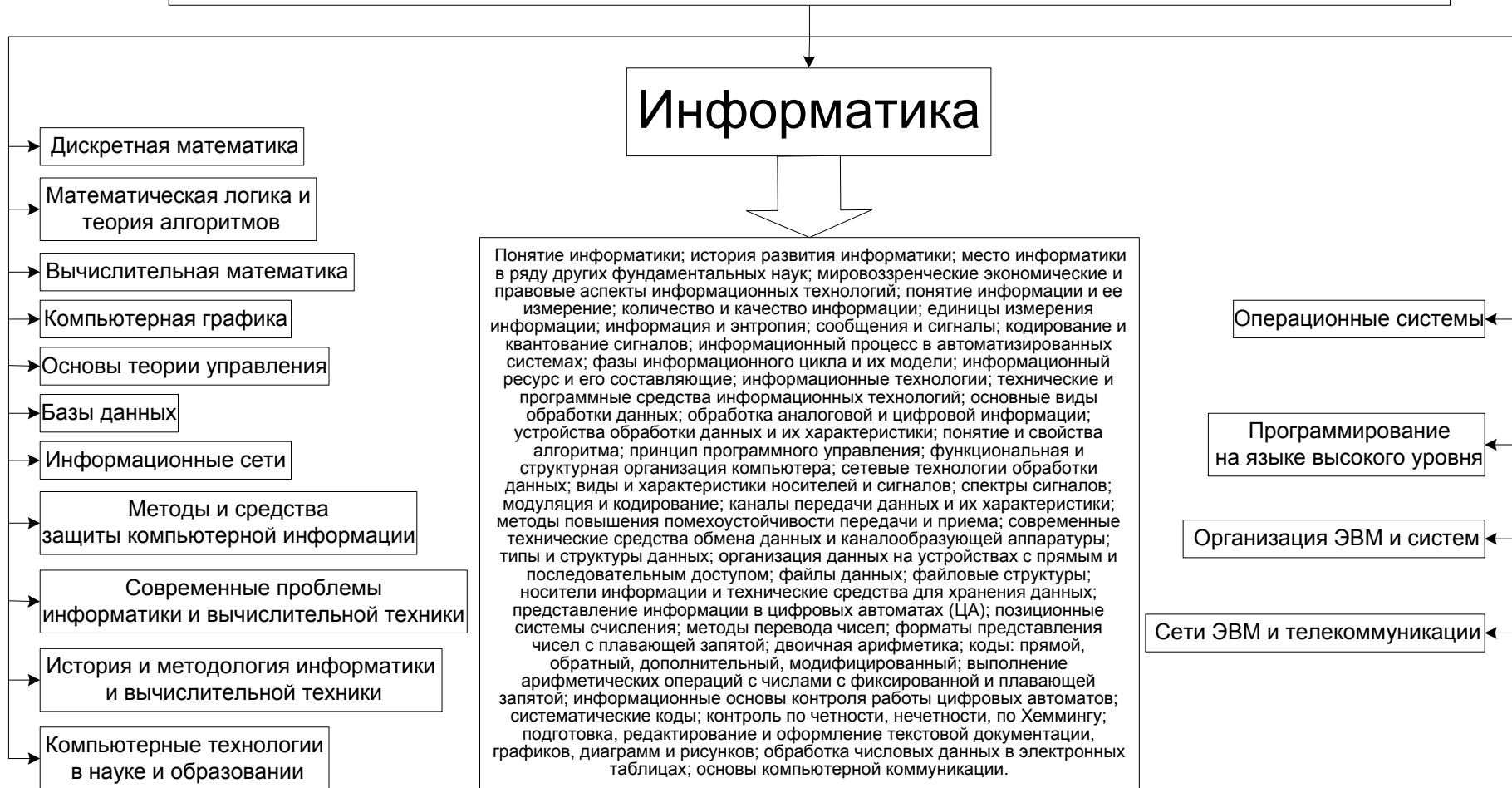


Рис. 13. Набор обязательных дисциплин учебного плана подготовки по направлению 552800 Информатика и вычислительная техника

Составляющие информатики как предмета обучения для направления подготовки дипломированного специалиста 654600 - Информатика и вычислительная техника

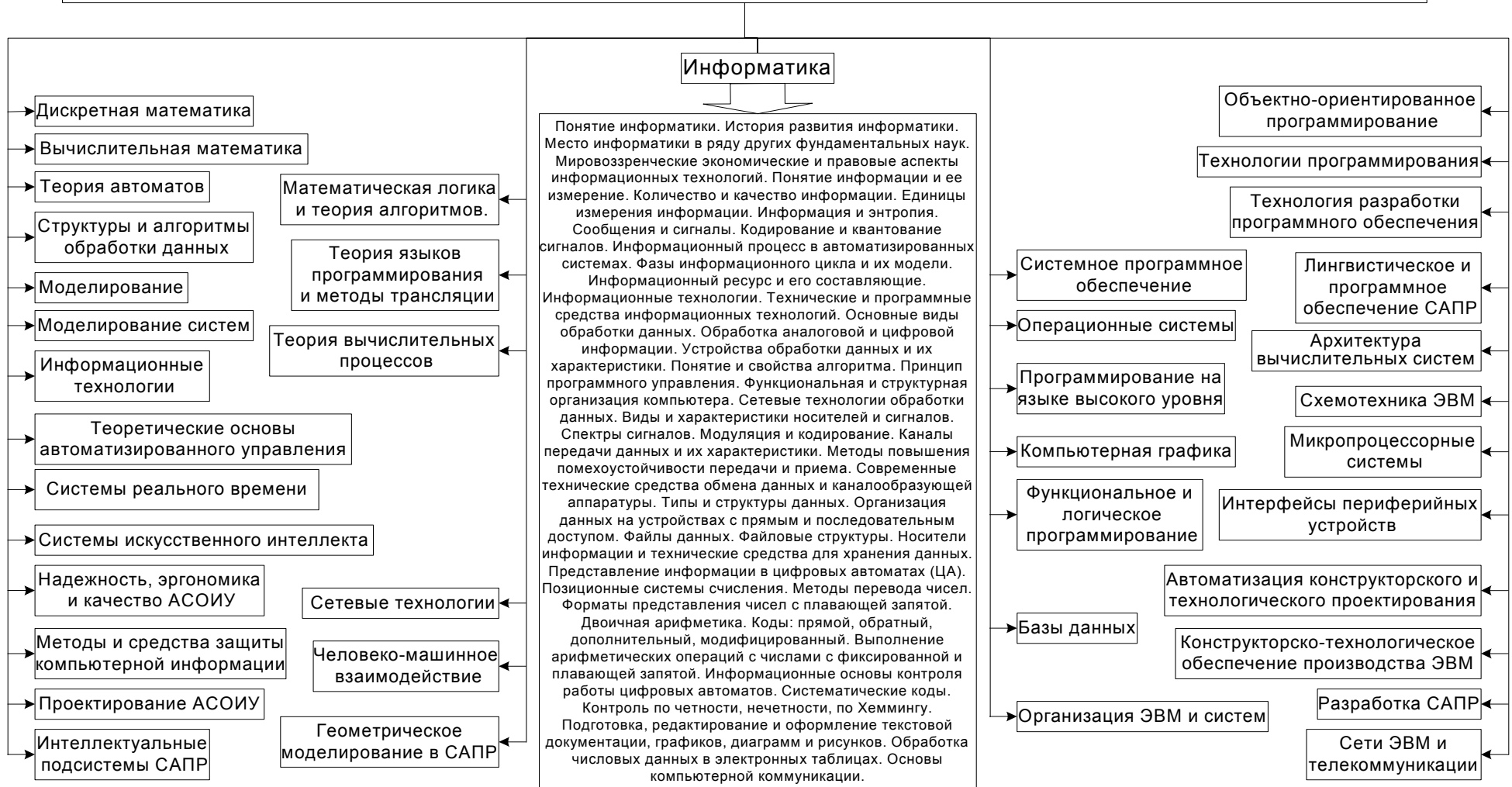


Рис. 14. Набор обязательных дисциплин учебного плана направления подготовки дипломированного специалиста 654600 - Информатика и вычислительная техника (специальности 220100 Вычислительные машины, комплексы, системы и сети, 220200- Автоматизированные системы обработки информации и управления, 220300- Системы автоматизированного проектирования, 220400- Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем)

Составляющие информатики как предмета обучения для направления подготовки дипломированного специалиста 654700 - Информационные системы



Рис. 15. Набор обязательных дисциплин учебного плана направления подготовки дипломированного специалиста 654700 — Информационные системы (специальность 071900 — Информационные системы и технологии)

**Аннотированные магистерские программы по направлению 552800
Информатика и вычислительная техника**

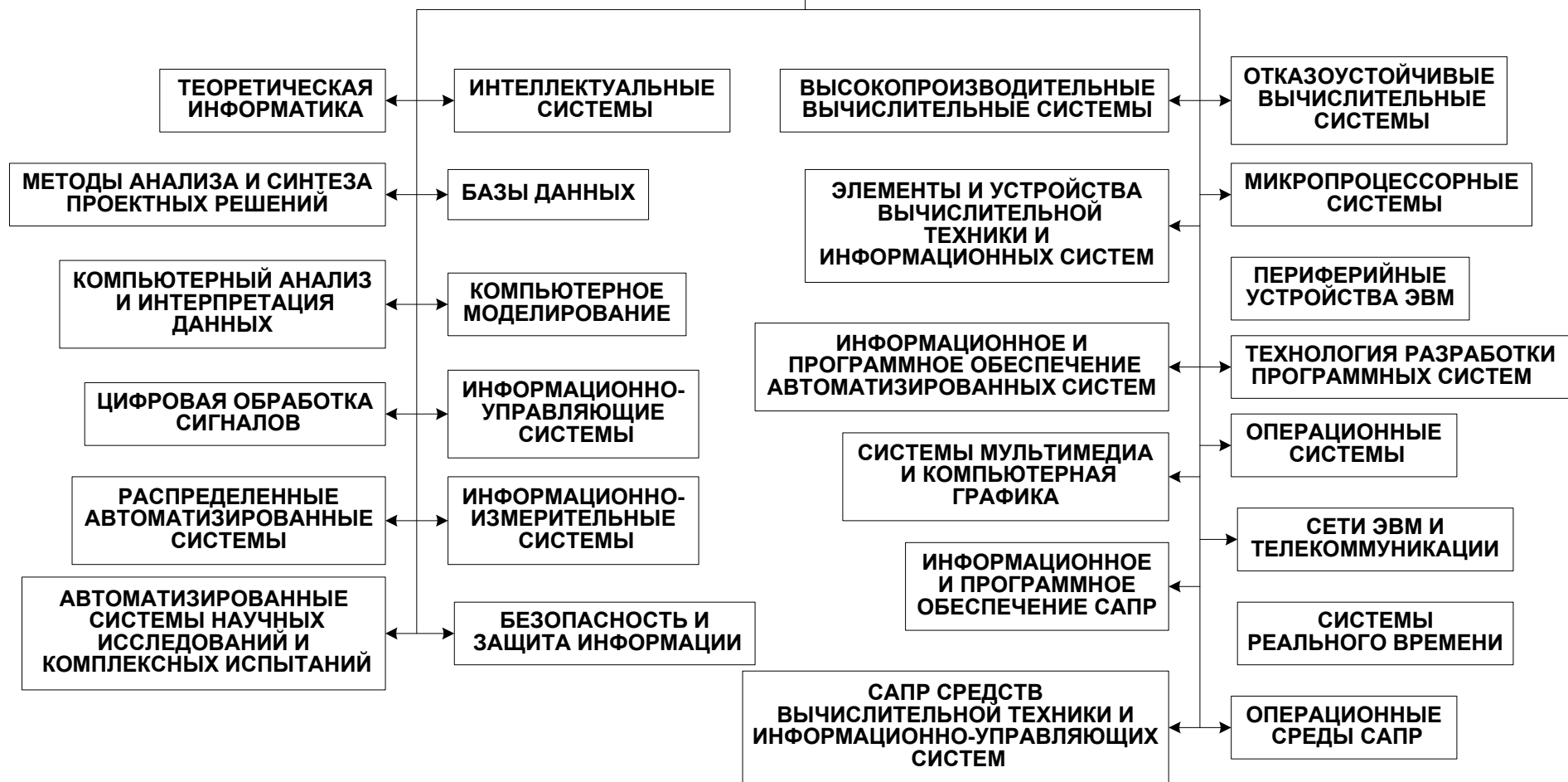


Рис.16. Аннотированные магистерские программы по направлению 552800 Информатика и вычислительная техника

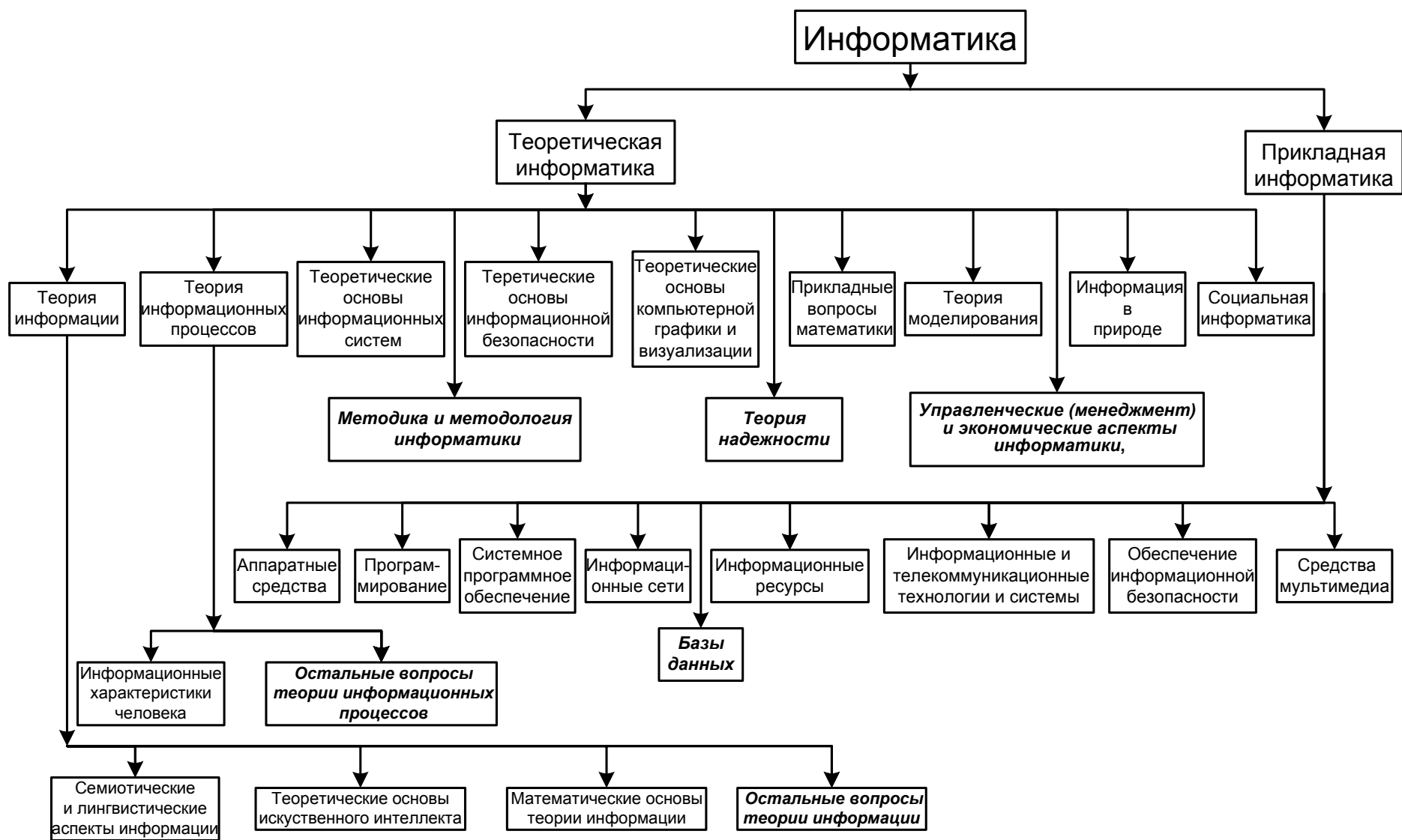


Рис.17. Иерархическая модель информатики как предмета обучения

Литература

- [1] Леднев В. С. Содержание образования. М.: Высшая школа, 1989. 360 с.
- [2] Лаптев В. В., Швецкий М. В. Методическая система фундаментальной подготовки в области информатики: теория и практика многоуровневого педагогического университетского образования. — СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2000. 508 с.
- [3] Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++, Пер. с англ. 2-е изд. М.: Бином, СПб.: Невский диалект, 2000. 560 с.
- [4] Кузнецов Н. А., Полонников Р. И., Юсупов Р. М. Состояние, перспективы и проблемы развития информатики. // Теоретические основы и прикладные задачи интеллектуальных информационных технологий. / Под ред. д.т.н. проф., Р. М. Юсупова. СПб.: СПИИРАН, 1998. С. 23–31.
- [5] Образование и XX век: Информационные и коммуникационные технологии. М.: Наука, 1999. (Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения).
- [6] Информатика: Учебник / Под ред. проф. Н. В. Макаровой.— М.: Финансы и статистика, 1977. 768 с.
- [7] Информатика: Базовый курс / С.В. Симонович и др.— СПб.: Питер, 2002. 640 с.
- [8] Юсупов Р. М., Заболотский В. П. Научно-методологические основы информатизации. СПб.: Наука, 2000. 455 с.
- [9] Рекомендации по преподаванию информатики в университетах: Пер. с англ. СПб., 2002. 372 с.
- [10] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 030100 — Информатика. Квалификация учитель информатики. М.: 2000.
- [11] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 030500.06 — Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии). Квалификация — педагог профессионального обучения М.: 2000.
- [12] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования в области культуры и искусства. Специальность: 052700 — Библиотечно-информационная деятельность. Квалификации: библиотекарь-библиограф, преподаватель; технолог автоматизированных информационных ресурсов; референт-аналитик информационных ресурсов; менеджер информационных ресурсов. М.: 2002.
- [13] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность: 075200 — Компьютерная безопасность. Квалификация: математик. М.: 2000.
- [14] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 075300 — Организация и технология защиты информации. Квалификация — специалист по защите информации. М.: 2000.
- [15] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность 075400 — Комплексная защита объектов информатизации. Квалификация — специалист по защите информации. М.: 2000.
- [16] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность: 075500 — Комплексное обеспечение информационной безопасности автоматизированных систем. Квалификация: специалист по защите информации. М.: 2000.
- [17] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Специальность: 075600 — Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Квалификация: специалист по защите информации. М.: 2000.
- [18] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 510200 — Прикладная математика и информатика. Степень — бакалавр прикладной математики и информатики. М.: 2000.
- [19] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 552800 — Информатика и вычислительная техника. Степень (квалификация) — бакалавр техники и технологии. М.: 2000.
- [20] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 552800 — Информатика и вычислительная техника. Степень (квалификация) — магистр техники и технологии. М.: 2000.
- [21] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста 654600 — Информатика и вычислительная техника. Квалификация — инженер. М.: 2000.
- [22] Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки дипломированного специалиста 654700 — Информационные системы. Квалификация — инженер. М.: 2000.