

УДК 378

*А.М. Головань, Ф.К. Клашанов,
С.Н. Петрова*

**ФОРМИРОВАНИЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА
(на примере профиля АСОИУ
направления 230100)**

Освещены проблемы разработки методологии построения математической модели основной образовательной программы (ООП) бакалавриата, удовлетворяющей требованиям Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). Дана методология перевода вербальных указаний по формированию ООП на абстрактный формализованный язык, в данном случае на язык дискретной математики, который позволяет применить ЭВМ. Содержится описание начального этапа решения задачи по реализации программы ООП. Приведен пример построения математической модели ОСП бакалавриата профиля «Автоматизированные системы обработки информации и управления» направления 230100 «Информатика и вычислительная техника».

Ключевые слова: строительство, математическая модель, граф, основная образовательная программа, дисциплина, раздел, матрица, взаимосвязь.

В настоящей статье рассмотрен начальный этап решения задачи по реализации программы ООП. Последующие действия — это разработка процедуры автоматизации процесса. Другими словами, вербальные указания по формированию ООП переводятся на абстрактный формализованный язык, в данном случае на язык дискретной математики, который позволяет применить ЭВМ.

Для того чтобы подготовить бакалавров требуемого качества необходимо определиться, что понимать под качеством, и иметь четкие показатели качества, которыми должны обладать специалисты профиля «Автоматизированные системы обработки информации и управления» в бакалаврском направлении 230100 «Информатика и вычислительная техника» после окончания высшего учебного заведения по направлению. Показатели качества — это набор требований к бакалавру, в данной статье они представлены в виде множества компетенций $Q = ОК \cap ПК \cap АСОИУ$, где ОК — множество общепрофессиональных компетенций, ПК — множество профессиональных компетенций, АСОИУ — множество профильных компетенций. Знак объединения \cap , равносильный объединительному союзу «и», указывает на то, что выпускник должен одновременно обладать компетенциями и ОК, и ПК,

UDK 378

*A.M. Golovan, F.K. Klashanov,
S.N. Petrova*

**MATHEMATICAL
MODEL FORMING
OF BASIC
EDUCATION
UNDERGRADUATE
(as example profile AIPSiC
of thrust 230100)**

Questions to the methodology develop of the mathematical model constructing of the bachelor basic education, comply with requirements of the Federal national educational standards of higher vocational education (FNES HVE), are illustrated. The interconversion methodology of verbal guidelines for the basic education formation on the abstract formalized language, in this case on the discrete mathematics language, which is allowed to use the data-flow computer, is given. The pioneering stage description of the solution of the problem of the implementation of the basic education program is contained. The example of the mathematical model of the bachelor basic education of the profile “Automated information processing system and control” of the thrust 230100 “Computer science” is displayed.

Key words: construction, mathematical model, graph, basic education, discipline, section, matrix, interrelationship.

и АСОИУ, которые следуют из области и объектов профессиональной деятельности бакалавров. Суть этих понятий согласно ФГОС ВПО состоит в следующем.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает ЭВМ, системы и сети, автоматизированные системы обработки информации и управления. К объектам профессиональной деятельности бакалавров относятся: вычислительные машины, комплексы, системы и сети, автоматизированные системы обработки информации и управления, программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем; математическое, информационное, техническое, лингвистическое, программное, эргономическое и правовое обеспечение перечисленных выше систем.

На основании этой информации вырабатываются требования в виде компетенций, которыми должен обладать востребованный на рынке труда выпускники бакалавриата, а сам бакалавр должен иметь определенную характеристику профессиональной деятельности.

Бакалавр по направлению подготовки 230100 ИВТ по профилю АСОИиУ готовится к следующим видам профессиональной деятельности, определенными вузом, работодателями и обучающимися: научно-исследовательская, научно-педагогическая, монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная деятельность.

Эти понятия должны быть скорректированы после анализа требований рынка труда и затем зафиксированы в нормативной документации, получаемой из Министерства образования и науки РФ. От полноты и достоверности исходных данных будет зависеть качество и востребованность выпускников вуза. Компетентность должна формироваться на достоверной и полной информации от Министерства и исследования рынка труда, иначе будет получено решение некорректно поставленной задачи. Потоки информации, на основании которой будет строиться математическая модель ООП, представлены на рис. 1.

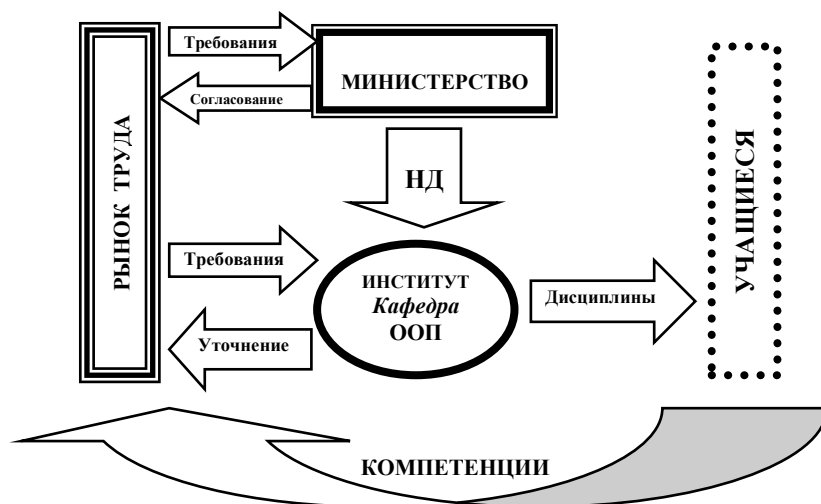


Рис. 1. Схема информационных потоков, для разработки ООП

Бакалавр по направлению подготовки 230100 ИВТ по профилю АСОИиУ должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

в области научно-исследовательской деятельности:

изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;

составление описаний проводимых исследований, подготовка исходных данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и практических разработок;

в области научно-педагогической деятельности: обучение персонала предприятий применению современных программно-методических комплексов исследований;

в области монтажно-наладочной деятельности:

наладка, настройка, регулировка и опытная проверка ЭВМ, периферийного оборудования и программных средств;

сопряжение устройств и узлов вычислительного оборудования, монтаж, наладка испытания и сдача в эксплуатацию вычислительных сетей.

в области сервисно-эксплуатационной деятельности:

инсталляция программ и программных систем, настройка и эксплуатационное обслуживание аппаратно-программных средств;

проверка технического состояния и остаточного ресурса вычислительного оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;

прием и освоение вводимого оборудования;

составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;

составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

Требования ФГОС ВПО по направлению подготовки 2301000062 «Информатика и вычислительная техника». В Федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) (270800 Строительство) [1] и по направлению подготовки 2301000062 «Информатика и вычислительная техника» [2] сформулирована совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ бакалавриата образовательными учреждениями высшего профессионального образования на территории РФ, имеющих государственную аккредитацию. Стандарт предусматривает, что для квалификации (степени) бакалавр нормативный срок освоения основной образовательной программы (ООП) бакалавриата — 4 года для очной формы обучения, а общая трудоемкость освоения ООП — 240 зачетных единицах (з. ед.) (одна з. ед. соответствует 36 академическим часам), распределенных равномерно по годам, т.е. по 60 з. ед. в год. Сроки освоения ООП бакалавриата по очно-заочной (вечерней) и заочной формам обучения, а также в случае сочетания различных форм обучения могут увеличиваться на один год относительно нормативного срока на основании решения ученого совета вуза.

Согласно требованиям образовательных стандартов ООП бакалавриата предусматривается изучение трех учебных циклов (с кодами Б.1, Б.2, Б.3) и трех разделов (Б.4, Б.5, Б.6). Учебные циклы (Б.1, Б.2, Б.3) *поровну* делятся на две части: базовую (обязательную) и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом. Вариативная часть дает возможность расширения и/или углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин (модулей), позволяет бакалавру получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и/или для продолжения профессионального образования в магистратуре.

Трудоемкость циклов Б.1, Б.2, Б.3 и разделов Б.4, Б.5 включает все виды текущей и промежуточной аттестаций. Суммарная трудоемкость базовых составляющих УЦ ООП Б.1, Б.2 и Б.3 должна составлять не более 50 % от общей трудоемкости указанных УЦ ООП.

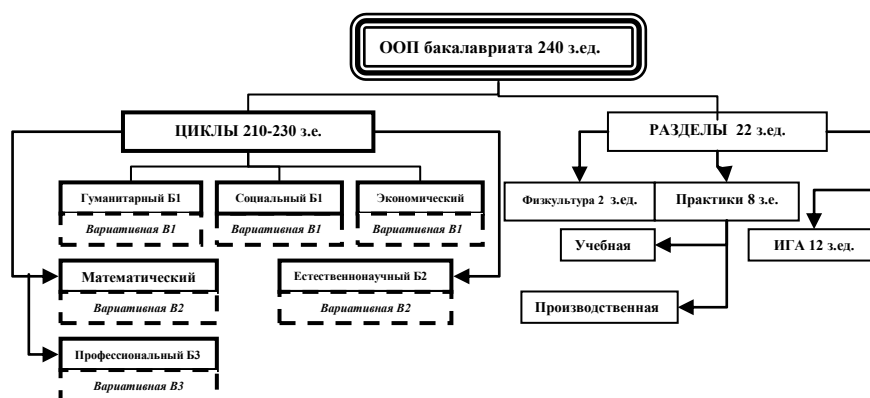


Рис. 2. Структура ООП бакалавриата по направлению 230100 профиля АСОИУ

Общей трудоемкостью учебных циклов составила 210...230 з. ед. или 87,5...95,8 % от общей трудоемкости, из них базовая часть — 105...115 з. ед. Распределение между учебными циклами следующее:

Б.1 — гуманитарный, социальный и экономический циклы — 32...38 з. ед., из них базовые — 16...19 з. ед. и должна предусматривать изучение следующих обязательных дисциплин: «История», «Философия», «Иностранный язык»;

Б.2 — математический, естественнонаучный циклы — 54...58 з. ед., из них базовые — 27...29 з. ед.;

Б.3 — профессиональный цикл — 124...134 з. ед., из них базовые — 62...67 з. ед. и должна предусматривать изучение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Разделы с кодами Б.4, Б.5, Б.6 не делятся на базовую и вариативную части, они состоят только из базовой части с общей трудоемкостью 22 зачетные единицы, что составляет 9,2 % от общей трудоемкости. Распределение между разделами следующее:

Б.4 — физическая культура — 2 з. ед.;

Б.5 — учебная и производственная практики — 8 з. ед.;

Б.6 — итоговая государственная аттестация — 12 з. ед.

Как видно из приведенных данных, в стандарте распределение трудоемкости задано с погрешностью, т.е. среднее значение составляет не 240 з. ед., а 242 з. ед. Трудоемкость циклов Б.1, Б.2, Б.3 и разделов Б.4, Б.5 включает все виды текущей и промежуточной аттестаций.

Оценка качества освоения основных образовательных программ бакалавриата. ФГОС требует: высшее учебное заведение обязано обеспечивать гарантию качества подготовки выпускников, и указывает, что этого можно достичь в т.ч. путем: разработки стратегии по обеспечению качества; мониторинга, периодического рецензирования образовательных программ; разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников др., которые здесь не рассматриваются, потому что основная задача данного исследования — привести в соответствие компетенции, востребованные рынком, с ООП в части учебного плана и содержания дисциплин (модулей).

Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата. В результате проведения учебного процесса выпускник должен обладать следующими компетенциями, которые делятся на блоки: общекультурные компетенции (ОК) и профессиональные компетенции (ПК). ПК в свою очередь классифицируются на *общепрофессиональные* и в зависимости от направления, а также профиля, и в соответствии с видами професси-

ональной деятельности могут быть: *проектно-конструкторская, проектно-технологическая, научно-исследовательская, научно-педагогическая, монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная.*

Общепрофессиональные компетенции сводятся к тому, чтобы бакалавр умел использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. Выпускник должен обладать способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат, а также понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.

К общепрофессиональной компетенции бакалавра также относятся способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях; знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; владение математическим моделированием на базе стандартных пакетов автоматизации проектирования и исследований, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам.

Содержательная часть каждой из этих компетенций, указанных на рис. 3 приводится ниже.

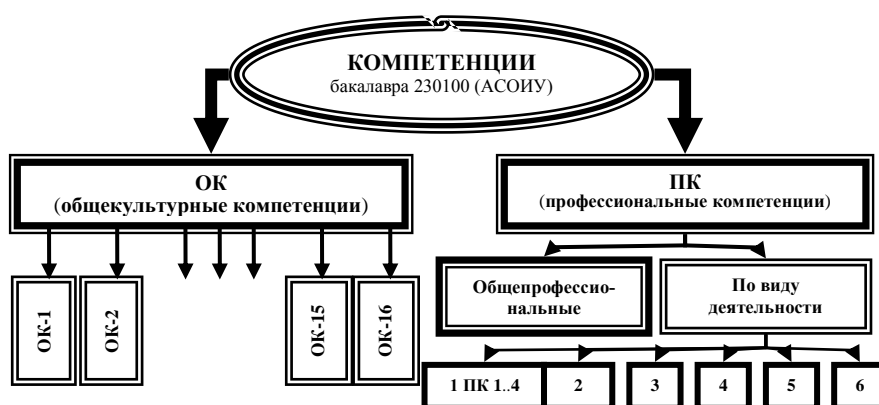


Рис. 3. Структура компетенций бакалавра по направлению 230100 профиля АСОИУ

Общекультурные компетенции:

ОК-1 — владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

ОК-2 — умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;

ОК-3 — готов к кооперации с коллегами, работе в коллективе;

ОК-4 — способен находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность;

ОК-5 — умеет использовать нормативные правовые документы в своей деятельности;

ОК-6 — стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;

ОК-7 — умеет критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков;

ОК-8 — осознает социальную значимость своей будущей профессии, обладает высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;

ОК-9 — способен анализировать социально-значимые проблемы и процессы;

ОК-10 — использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОК-11 — осознает сущность и значение информации в развитии современного общества; владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации;

ОК-12 — имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией;

ОК-13 — способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;

ОК-14 — владеет одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного;

ОК-15 — владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;

ОК-16 — владеет средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

Профессиональные компетенции по виду деятельности (ПК)

1. Проектно-конструкторская деятельность:

ПК-1 — разрабатывать бизнес-планы и технические задания на оснащение отделов, лабораторий, офисов компьютерным и сетевым оборудованием;

ПК-2 — осваивать методики использования программных средств для решения практических задач;

ПК-3 — разрабатывать интерфейсы «человек — электронно-вычислительная машина».

ПК-4 — разрабатывать модели компонентов информационных систем, включая модели баз данных.

2. Проектно-технологическая деятельность:

ПК-5 — разрабатывать компоненты программных комплексов и баз данных, использовать современные инструментальные средства и технологии программирования;

3. Научно-исследовательская деятельность:

ПК-6 — обосновать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

ПК-7 — готовить презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, оформлять результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях.

4. Научно-педагогическая деятельность:

ПК-8 — готовить конспекты и проводить занятия по обучению сотрудников применению программно-методических комплексов, используемых на предприятии.

5. Монтажно-наладочная деятельность:

ПК-9 — участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов;

ПК-10 — сопрягать программные и аппаратные средства в составе информационных и автоматизированных систем.

6. Сервисно-эксплуатационная деятельность

ПК-11 — устанавливать программные и аппаратные обеспечения для информационных и автоматизированных систем.

Выпускник должен обладать профессиональными компетенциями профиля «Автоматизированные системы обработки информации и управления» АСОИУ в строительстве, которых на данный момент 27 (АСОИУ-1, ..., АСОИУ-27).

Таким образом, компетенции бакалавра, как показатели его профессиональной подготовленности, можно разбить на два блока: общекультурных, состоящих из 16 показателей, и профессиональных, состоящих из общепрофессиональных и профильных, которые в свою очередь делятся на более мелкие. Необходимо отметить, что эти показатели динамические и изменяются в зависимости от требований рынка, их необходимо ежегодно корректировать в связи с актуализацией программы.

После того как сформулированы требования к качеству бакалавра в виде компетенций, т.е. то, что будет востребовано на рынке труда, необходимо разработать технологию процесса обучения. Технологический процесс подготовки бакалавров включает в себя ООП и контрольные мероприятия по реализации ООП. Вторую часть этого процесса здесь не рассматриваем, будем ее учитывать, когда будем решать вторую задачу, связанную с автоматизацией.

Теперь переходим к разработке математической модели оптимальной общеобразовательной программы. Под оптимальной понимается такая программа, которая обладает полнотой и реализуемостью. Полнота ООП — это обеспечение наличия в учебном плане всех дисциплин с требуемым содержанием для удовлетворения всех показателей качества. Реализуемость ООП будет обеспечена установлением выполнения связей между дисциплинами и компетентностью или выражаясь на языке алгебраических структур, построение алгебраической структуры вида $A = \langle \{D, K\}, S \rangle$, где $\{D, K\}$ — сигнатура алгебраической структуры A , состоящая из множества предметов $D = \{d_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}\}$, предусмотренных учебным планом (n — число предметов), а $K = \{k_j, j \in \{1, 2, \dots, m\}\}$ — множество определенных компетенций (m — число компетенций). Такая алгебраическая структура является хорошо изученным графом. Множество связей дисциплин и компетенций является подмножеством декартова произведения D и K $S \subseteq D \times K$. Взаимосвязи D и K , т.е. S , благодаря такому определению аналитически представляется матрицей инцидентности размерности $n \times m$, которая элементарно вводится в ЭВМ.

Аналогично данной методике формирования ООП представляется любая дисциплина, состоящая из разделов, и устанавливается связь между дисциплинами учебного плана. В качестве примера взята дисциплина «Дискретная математика», состоящая из восьми разделов (не считая «Введения»). Дисциплина является основообразующей и связана непосредственно с девятью предметами, изучаемыми по профилю АСОИУ (см. матрицу взаимосвязи дисциплин рабочей программы).

Для разработки методологии оптимального варианта математической модели ООП бакалавриата профиля АСОИУ необходимо решить две задачи.

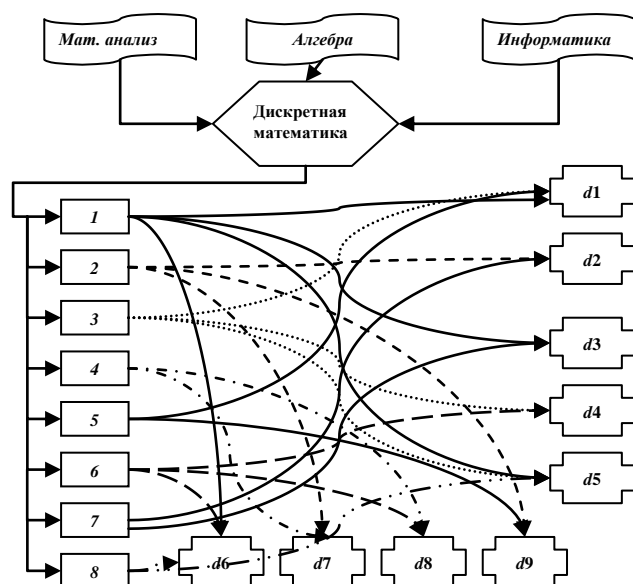


Рис. 4. Граф взаимосвязи раздела «Дискретная математика» и предметов учебного плана

Первая задача заключается в построении математической модели ООП, а вторая — автоматизация процесса поиска оптимальной структуры по разработанной математической модели ООП.

Ниже рассматривается методология решения первой задачи с учетом вышеизложенных требований ФГОС.

Применим хорошо разработанные методы дискретной математики, в частности элементы теории графов [3], предварительно проведя анализ структуры ООП, а затем проведем формализацию требований федеральных законов по реализации ООП. Объектами ООП являются дисциплины (модули), которые на языке теории графов будем называть вершинами V и, учитывая, что лучше один раз увидеть, чем ..., помимо аналитического представления будем использовать и графическое.

Элементы множества X (в данном случае X конечно, т.е. граф конечный) изображаются точками плоскости, а пары точек x и y из X , для которых $(x, y) \in G$, соединяются непрерывной линией со стрелками, направленными от x к y . Каждый элемент множества X изображается точкой или вершиной графа, а пару (x, y) — дугой графа (x — начало, y — конец дуги). Путем в графе $\langle X, G \rangle$ является такая последовательность дуг, что конец предыдущей дуги совпадает с началом следующей, а длина пути s есть число $l(s)$ дуг последовательности s . Граф для своего описания можно выразить через бинарные отношения. Бинарное отношение R на множестве X введем следующим образом: xRy , если предмет y используется в предмете x . Связь любого предмета с другим изобразится в виде пути графа $\langle X, G \rangle$. Среди огромного числа задач теории графов отметим следующие три задачи, относящиеся к задачам о кратчайшем пути и имеющие важное прикладное значение. Можно найти в графе $\langle X, G \rangle$ путь, ведущий от предмета a к предмету b . Также можно найти путь наименьшей длины, ведущий от a к b и такой, что его полная длина будет наименьшей.

Графически вершины (дисциплины или их разделы) V изображаются точками, а связи между вершинами — отрезками E , которые будем называть ребрами. Такие взаимосвязанные точки и линии и образуют граф исследуемой тематики, который аналитически выглядит как совокупность

$$G = \langle V, E \rangle, E = \{v_i, v_j\}.$$

Каждый год бакалавр в процессе обучения изучает p_i дисциплин, образующих множество дисциплин $P (p_i \in P, (i \in \{1, 2, \dots, n\}))$, где n — число изучаемых предметов, которые распределены по курсам $P_i (i — номер курса)$ и соответственно по семестрам осеннему PA и весеннему PS . На каждом курсе изучается P_i предметов, где $i = 1, 2, 3, 4$, поскольку бакалавр обучается 4 года, т.е. индекс i соответствует году обучения бакалавра. Всего за период обучения бакалавр должен аттестоваться по $P = \bigcup_{i=1}^4 P_i$ предметам. Причем каждое P_i есть объединение $P_i = PA_i \cup PS_i$, где PA_i и PS_i — множество предметов, изучаемых соответственно в осеннем и весеннем семестрах i -го года, а элементы этих множеств обозначим через $(pa_i)_j$ соответственно $(ps_i)_j$, где $j = 1, 2, \dots, n_i$, при чем $(pa_i)_j \in PA_i$, а $(ps_i)_j \in PS_i$. Количество предметов равно мощности соответствующих множеств, которые обозначаются как $|PA_i|$. Разделы $(ra_i)_j$ или $(rs_i)_j$ предмета $(pa_i)_j / (ps_i)_j$, т.е. $PA_i = \bigcup (ra_i)_j$. Если предметы представить вершинами графа и установить между ними связи в виде дуг с определенным весом, то получим весовой оргграф, который математически можно записать $G = \langle P, \langle p_i, p_j \rangle \rangle$. Дуга, символизирующая связь между предметами, имеет вес, равный $g = i - 1$ и изменяется от 0 до 3. Вес дуги должен быть как можно меньше, так как он показывает, через какое время данный предмет будет востребован, и поэтому, чем больше будет вес, тем позже бакалавру потребуется изученный материал и эффективность его изучения резко снижается. Граф можно представить графически (рис. 5), что удобно для иллюстрации, и аналитически, что применяется для ввода информации о графе в компьютер.

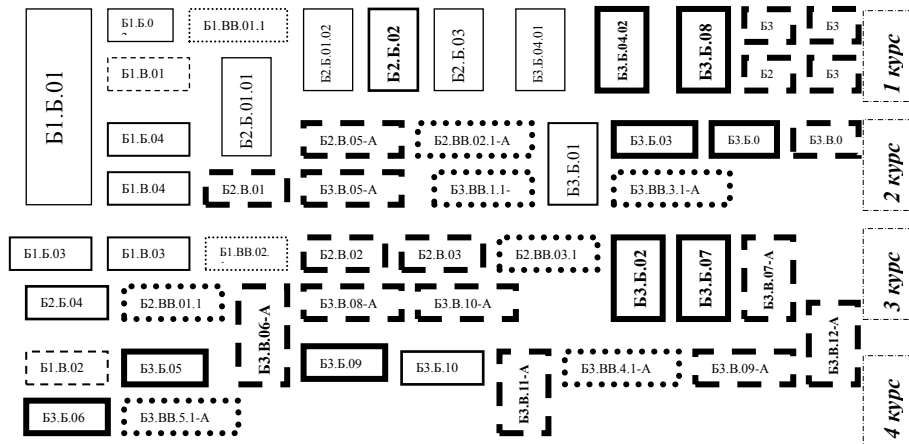


Рис. 5. Ноль-граф изучаемых дисциплин по ООП направления 2301000062. Линии означают: самые тонкие — предметы читаемые другими кафедрами; средней толщины — предметы читаются на всех профилях кафедры преподавателями кафедры; толстые — предметы читаемые преподавателями направления АСОИУ; сплошная — базовый предмет; штриховая — вариативный предмет; линия в виде точек — предмет по выбору студента; вертикально расположенные прямоугольники — данная дисциплина читается не в одном семестре; четыре горизонтальных уровня — четыре курса

Таким образом, построен ноль-граф изучаемых предметов без указания взаимосвязи между ними. Дисциплины имеют код соответствующий учебному плану, например: Б1.Б.03 — дисциплина блока 1, базовая часть, порядковый номер 3, т.е. «Философия»; Б3.ВВ.04.1-А — блок 3, вариативная

часть по выбору учащегося, порядковый номер дисциплины 4, вариант для учащегося 1, А — по профилю АСОИУ, т.е. «Системы реального времени».

Построение оптимального ноль-графа будет заключаться в нахождении биекции построения изоморфного графа. На рис. 4 не показаны дуги взаимосвязей дисциплин, поскольку это вызвало бы нечитаемость графа, так как таких связей много. Рассматривая каждую дисциплину как вершину можно ввести связи между дисциплинами. Эти связи будут представлять собой дуги, направленные отрезки или кортежи $\langle d_i, d_j \rangle$ между дисциплинами d_i и d_j . Степень вершин графа будет означать число дисциплин, с которыми связана данная дисциплина. Для этого графа целесообразно ввести весовую матрицу T , где за вес дуги будет принято разность семестров взаимосвязанных дисциплин, что позволит распределить дисциплины по семестрам по степени их востребованности, а это в свою очередь повысит эффективность усвоения изучаемой дисциплины.

$$\begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{22} & t_{21} & \dots & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{pmatrix}$$

Необходимо отметить, что граф изучаемых предметов связан, в противном случае это означало бы, что предмет, представленный изолированной вершиной, не востребован и изучение его — пустая трата времени и сил, т.е. его необходимо исключить из учебного плана. Это замечание относится и к разделам, составляющих предмет.

Аналитическое представление графа. Для ввода информации о графе в компьютер удобно применить матричный метод и фактор-множества описания графа, в то время как графический удобен для иллюстрации.

Граф $G = \langle V, E \rangle$ с n вершинами можно представить в виде матрицы смежности — квадратной матрицы размерностью n .

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{22} & a_{21} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Элементами этой матрицы являются нули или единицы, а также некоторое число m , и образуются они по следующему правилу: элемент a_{ij} равен единице, если имеется ребро, идущее из вершины v_i в вершину v_j и равно нулю в противном случае. Элемент a_{ij} равен некоторому числу m , если число ребер графа, идущих из вершины v_i в вершину v_j и равно числу m .

Ориентированный граф $G = \langle V, E \rangle$ с n вершинами можно однозначно задать матрицей инцидентности размером $(n \times m)$, где m — число ребер $e_i \in E, i \in \{1, 2, \dots, m\}$ или это мощность множества E , т.е. $|E| = m$. Элементами матрицы инцидентности являются

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } e_j \text{ исходит из } v_i; \\ -1, & \text{если } e_j \text{ заходит в } v_i; \\ 0, & \text{если } e_j \text{ не инцидентна } v_i. \end{cases}$$

Еще один способ аналитического представления графа это задание его в виде фактор-множества. В этом случае граф представляется в виде двух строк, в первой из которых указаны вершины графа, а во второй под каждым элементом указывается окрестность единичного радиуса этого элемента.

$$\left[\begin{array}{cccc} v_1 & v_2 & \dots & v_n \\ \{v_i v_j\} & \{v_k v_l\} & \dots & \{v_p v_i\} \end{array} \right]$$

Все три способа задания взаимозаменяемы, если граф $G = \langle V, E \rangle$ задан одним из указанных способов, всегда можно перейти к любому из этих способов задания, но каждый из них дает информацию, которая нечетко прослеживается в другом. Так, при первом способе задания сумма единиц указывает на значимость дисциплины.

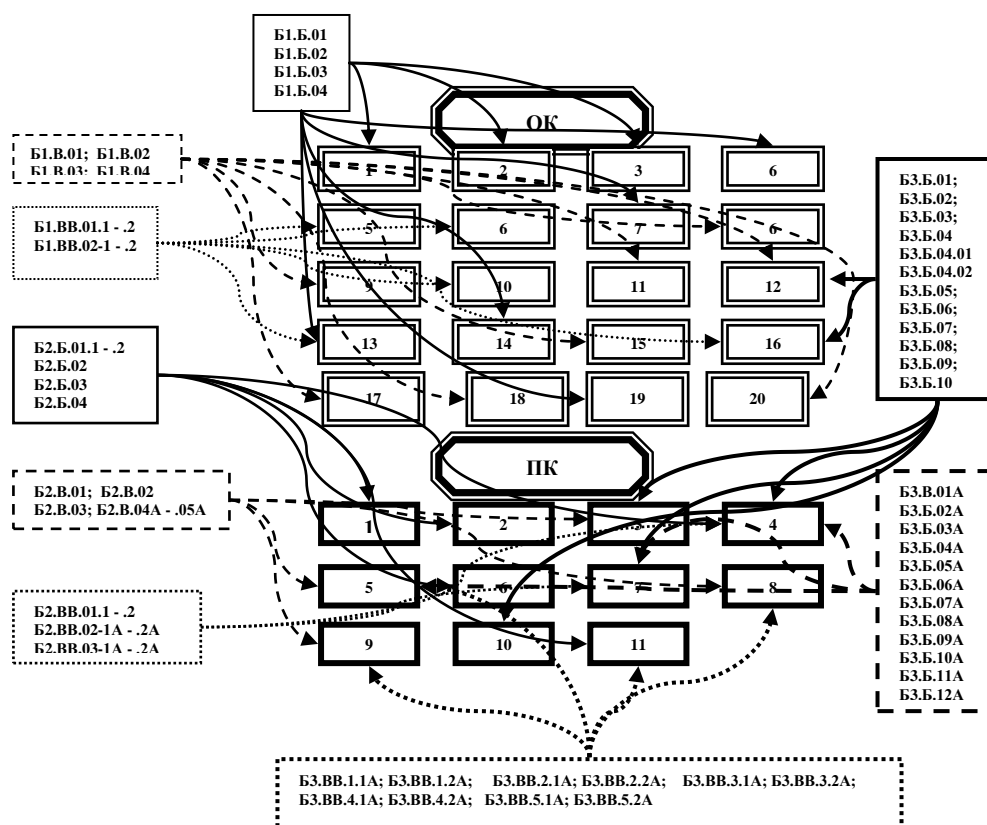


Рис. 6. Граф взаимосвязи компетенций и изучаемых дисциплин по ООП направления 2301000062

При решении второй задачи нужно учесть ограничения, вытекающие из требований ФГОС. Прежде всего, вуз самостоятельно разрабатывает и утверждает ООП бакалавриата. ООП включает в себя учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей), а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

1. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в учебном процессе должен составлять не менее 20 % аудиторных занятий.

2. Занятия лекционного типа не могут составлять более 40 % аудиторных занятий.

3. Общая трудоемкость дисциплины не может быть менее двух зачетных единиц (за исключением дисциплин по выбору обучающихся). По дисциплинам, трудоемкость которых составляет более трех зачетных единиц, должна выставляться оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

4. Дисциплины по выбору обучающихся должны быть в объеме не менее одной трети вариативной части суммарно по циклам Б.1, Б.2 и Б.3.

5. Максимальный объем учебных занятий обучающихся не может составлять более 54 академических часов в неделю, включая все виды ауди-

торной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы по освоению основной образовательной программы и факультативных дисциплин, устанавливаемых вузом дополнительно к ООП и являющихся необязательными для изучения обучающимися.

6. Объем факультативных дисциплин не должен превышать 10 з. ед. за весь период обучения.

7. Максимальный объем аудиторных учебных занятий в неделю при освоении основной образовательной программы в очной форме обучения составляет не более 27 академических часов. В указанный объем не входят обязательные аудиторные занятия по физической культуре.

8. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7...10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период.

9. Раздел «Физическая культура» трудоемкостью две зачетные единицы реализуется при очной форме обучения, как правило, в объеме 400 ч, при этом объем практической, в том числе игровых видов, подготовки должен составлять не менее 360 ч.

Разработанная математическая модель позволит провести автоматизацию на базе ЭВМ и существующих программных средств, построение оптимальной общеобразовательной программы с уточнением структуры во времени (по курсам) дисциплин, а также привести в соответствие содержание дисциплин и требуемой компетентности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 270800 «Строительство» (квалификация (степень) «бакалавр»). Утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.01.2010 № 54.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника» (квалификация (степень) «бакалавр»). Утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.11.2009 № 553.

3. Харари Ф. Теория графов. М. : КомКнига, 2006. 296 с.

REFERENCES

1. *Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart bysshego professionalnogo obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 270800 "Stroitelstvo" (kvalifikatsiya (stepen) "bakalavr")*. Utv. Prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii ot 18.01.2010 № 54 [Federal state educational standard of higher vocational education in the direction of the thrust preparation 270800 "Construction" ("bachelor" qualification (degree)). Approved by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 18.01.2010 № 54].

2. *Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart bysshego professionalnogo obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 230100 "Informatika i vychislitel'naya tekhnika" (kvalifikatsiya (stepen) "bakalavr")*. Utv. Prikazom Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii ot 09.11.2009 № 553 [Federal state educational standard of higher vocational education in the direction of the thrust preparation 230100 "Computer science" ("bachelor" qualification (degree)). Approved by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 09.11.2009 № 553].

3. Harari F. *Teoriya grafov* [Graph theory]. Moscow, 2006, p. 296.

Поступила в редакцию в мае 2011 г.

Об авторах:

Головань Анатолий Маркович, доцент кафедры информационных систем и технологий управления в строительстве, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, корп. 20, к. 310, istus@mgsu.ru

Клашанов Федор Константинович, кандидат технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий управления в строительстве, МГСУ, 129337, г. Москва, Яро-

About the authors:

Golovan Anatoli Markovich, Assistant Professor of data system and management engineering in construction department, MSUCE, Moscow State University of Civil Engineering, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, istus@mgsu.ru

Klashanov Fedor Konstantinovich, Candidate of Technical Science, Professor of data system and management engineering in construction department, MSUCE, Moscow State University of Civil

славское шоссе, д. 26, корп. 20, к. 310,
klashanov@mgsu.ru

Петрова Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент, зам. заведующего и профессор кафедры информационных систем и технологий управления в строительстве, МГСУ, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, корп. 20, к. 310, istus@mgsu.ru

Engineering, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337,
Moscow, Russia, istus@mgsu.ru

Petrova Svetlana Nikolayevna, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Assistant Manager, Professor of data system and management engineering in construction department, MSUCE, Moscow State University of Civil Engineering, 26 Yaroslavskoye Freeway, 129337, Moscow, Russia, istus@mgsu.ru