

## МЕТОД УНИФИЦИРОВАННОГО ГРАФИЧЕСКОГО ВОПЛОЩЕНИЯ АКТИВНОСТИ

*Аннотация:* В статье рассматривается вопрос балансировки знаний при подготовке специалистов. Для этого вводится модель учебного плана, а также её графическая визуализация методом унифицированного графического воплощения активности (UGVA). Описывается методологический базис, поведены примеры и области перспективного применения графической нотации по методу UGVA.

*Ключевые слова:* учебная программа, компетенция, визуализация, метод унифицированного графического воплощения активности (УГВА), метод Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA), балансировка.

## UNIFIED GRAPHIC VISUALIZATION OF ACTIVITY METHOD

V.A. Uglev, PhD, docent, uglev-v@uandex.ru  
Siberian Federal University, Zheleznogorsk, Russia

*Abstract:* The article deals with the issue of balancing knowledge in the training of specialists. To do this, a model of the curriculum is introduced, as well as its graphical visualization by the Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) method. The methodological basis is described, examples and areas of application are described.

*Key words:* curriculum, competence, visualization, Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) method, balancing.

### Введение

Подготовка специалистов в любой области человеческой деятельности – это всегда единство между двумя диалектическими крайностями: специализацией и универсальностью. Баланс между ними в *учебной программе* (УП) говорит о том, насколько будущий специалист будет востребован как при стабильном развитии общественно-экономических условий, так в условиях их нестабильности (кризисов). В связи с тем, что кризисные явления в мировой экономике нарастают [1], то и к подготовке специалистов требуется такой подход, который позволял бы разумно планировать учебной деятельности. Но любое планирование базируется как на текущих достижениях, так и

на предпосылках, позволяющих эти достижения актуализировать и развивать. По этой причине возникает три первоочередные задачи:

1. описать процесс сбора и обработки оцениваемой информации, начиная с формализации знаний о процессе подготовки специалистов и заканчивая расчетом оценочных критериев;

3. ввести метод оценки баланса, как интегрального показателя всей УП;

4. предложить унифицированную форму сопоставления (сравнения) двух и более учебных программ в одном направлении подготовки.

Только по результатам успешного решения этих задач можно подойти к следующей – поиску баланса знаний в рамках новой УП. Сразу следует оговориться, что под специалистами в рамках данного исследования мы будем понимать будущих выпускников учебных заведений среднего специального (техникумы) и высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура). При этом не будет делаться различие между отечественными и зарубежными программами подготовки тех же бакалавров и магистров – методически они должны сравниваться в едином пространстве категорий, образов и смыслов.

### Методологический базис

Учебная программа, как объект анализа, должна быть рассмотрена *системно*. Для этих целей ещё не было предложено в науке более универсального подхода, чем *диалектический метод* (по К. Марксу). Поэтому раскроем нашу интерпретацию принципов и законов диалектики [2] по отношению к изучаемому предмету.

Принцип развития и историзма – рассмотрение УП с позиции образования специалиста от исходного уровня знаний, сформированного на предыдущей ступени подготовки, к новой (профессиональной), нередко переходящей сразу к следующей ступени подготовки (по сути, декларация подхода Lifelong Learning).

Принцип всеобщей взаимосвязи – различные компоненты (дисциплины) подготовки влияют комплексно как на конечный результат, так и на изучение параллельно идущих и предстоящих в УП дисциплин, постепенно формируя из декларируемых компетенций реальные компетентности индивида.

Принцип причинности и детерминизма (системности) – система причинно-следственных связей обеспечивает успех подготовки специалиста при последовательном (научно спланированном) переходе от незнания различных аспектов будущей профессиональной деятельности к их знанию (развитости соответствующих компетентностей).

Закон единства борьбы противоположностей – для УП это, как было отмечено выше, соотношение общих/общепрофессиональных знаний и умений со специализированными.

Закон изменения количественных показателей, приводящим к изменению качественных – заключается в необходимости целенаправленной передачи ученику теоретического и практического багажа знаний, качественно преобразующих профессиональные компетентности личности при завершении перехода на очередную ступень образования.

Закон отрицания отрицания – дополнение, расширение и углубление знаний относительно предыдущей ступени подготовки позволяет пересматривать картину мира (как минимум в профессиональной деятельности) через преодоление, сохранение и подъем на новую, более высокую ступень (эффект снятия).

Таким образом, подход диалектического материализма дает нам основание для организации исследования в условиях динамически меняющейся потребности в специалистах при наличии инерции как нормативно-правовой базы, так и системы образования.

### Параметризация

Соотношение учебного материала в составе УП, как правило, принято рассматривать относительно двух групп *профессиональных умений* (ПУ), за которые отвечает общеобразовательная и общепрофессиональная подготовка (как единый блок, ПУ1); профилирующая подготовка (специализация, ПУ2)<sup>1</sup>. Отметим, что при описании УП в профилирующем блоке зачастую можно выделить две, три и даже четыре компоненты содержания, которые должны иметь сопоставимые по важности для профессии значения. Управление становлением специалиста через балансировку этих составляющих закладывает фундамент (предпосылки) для реализации тех возможностей, которые дает образование как для самого индивида, так и для социума в целом, где он должен успешно самореализоваться.

Конкретизируем круг учебных дисциплин, которые будут объединены в группы, отвечающие за ключевые для специальности подготовки *профессиональные умения*:

ПУ<sub>1</sub>. умения, формируемые на базе следующего дисциплин общеобразовательной/отраслевой подготовки:

- ПУ<sub>1.1</sub>. дисциплины, формирующие методические основы направления подготовки (философские, математические, системные и пр. аспекты профессиональной деятельности);

---

<sup>1</sup> Если сравнивать компетентностный профиль специальности по ФГОС 3++, то напрашивается группировка общекультурных (ОК) и общепрофессиональных (ОПК) компетенций в рамках ПУ<sub>1</sub>, а профессиональных компетенций (ПК) – в рамках ПУ<sub>2</sub>. Такая интерпретация, как правило, не соответствует реальности, т.к. деление компетенций на указанные группы не только является условным, но и зачастую не выдерживает критики специалистов на предмет своей адекватности (не говоря даже о самих формулировках).

- ПУ<sub>1.2.</sub> дисциплины, формирующие прикладные и отраслевые знания и умения области профессиональной деятельности, не относящиеся к специализации (включая отдельные практики и семинары);

- ПУ<sub>1.3.</sub> дисциплины, формирующие общекультурные и общенаучные знания и умения, не относящиеся к профилю подготовки, но включенные в УП по «политическим» или «гуманистическим» соображениям.

ПУ<sub>2,3,...,n</sub> – специальные группы умений, формируемые на базе дисциплин, отвечающих за профилирование, выделяемых по одному из следующих оснований:

- технологической последовательности профессиональных действий (например, программист должен сначала уметь спроектировать информационную систему, затем реализовать, и лишь затем протестировать);

- структурно-логическим компонентом специальности (например, специалист по системному проектированию космических аппаратов должен уметь проектировать, обладать системным мышлением и глубоко понимать объект проектирования – режимы работы, целевые задачи и условия эксплуатации космических аппаратов);

- сложившегося в отрасли деления специалистов в соответствии с принятыми на рынке труда направлениями специализации (например, для профессионального стандарта «Системный администратор» выделяют должности администратора баз данных, администратора структурированной кабельной сети, администратора прикладного программного обеспечения и т.п.).

ПУ<sub>n+1</sub>. специальная (дополнительная) группа умений (СПК), соответствующая конкретному производству или предприятию (региональный компонент, при наличии базовых предприятий-потенциальных работодателей, включая производственную практику и аналогичные мероприятия, организованные работодателем).

Итоговый список ПУ будет иметь длину  $n$  и выглядеть следующим образом:  $PU = \langle PU_{1.1}, PU_{1.2}, PU_{1.3}, PU_{2,...}, PU_n, PU_{n+1} \rangle$ , через  $j$  обозначим порядковый номер ПУ в объединенном списке компонент умений.

Пусть дано  $m$  дисциплин в составе отдельно взятой УП. При этом каждая дисциплина имеет ряд характеристик:

- заглавие ( $t$ );
- семестр реализации в составе УП ( $r$ );
- признак возможности выбора дисциплины ( $h = 0$ ) или отсутствие такового ( $h = 1$ ) при обучении по данному УП;
- объём часов/кредитов/зачетных единиц ( $z$ );
- процент времени, отводимый на аудиторную работу ( $w$ ).

Объединим их в общее множество параметров дисциплины  $P_i = \langle t_i, r_i, h_i, z_i, w_i \rangle$ , где  $i$  – порядковый номер дисциплины ( $i \in 1, 2, \dots, m$ ). Тогда можно будет выделить вектор частных характеристик подготовки студента  $X_i$ , включающий в себя значения экспертных оценок  $x_{i,j}^1$  (далее для всех обо-

значений будем упускать признак текущего уровня подготовки и записывать просто  $x_{i,j}$ ) участия (вклада) в развитии каждой компоненты из выделенных ПУ для подлежащих сравнению УП текущего уровня подготовки. Значения экспертных оценок будем задавать в диапазоне от 0 (дисциплиной не развивается для  $j$ -го ПУ) до 1 (дисциплина посвящена преимущественно развитию этого ПУ). Аналогичным образом можно сформировать  $P_i^0$  и  $x_{i,j}^0$  для УП предыдущего уровня подготовки (при наличии соответствующих данных), сформированных относительно ВУЗа или индивида. Отметим, что перечень групп ПУ предыдущего уровня подготовки ( $PU_0$ ), как правило, не совпадает с перечнем текущего уровня ( $PU$ ), и поэтому формируется заново (относительно текущего ПУ или получаемой профессии в соответствии с задачами исследования). В результате дисциплина  $d_i$  из текущего УП будет задана кортежем  $d_i = \langle X_i | P_i \rangle$ , а их совокупность  $D$  сформирует набор первичных данных (таблицы данных) для проведения сравнительного анализа различных УП.

Несмотря на то, что все оценки  $x_{i,j}^0$  и  $x_{i,j}$  вклада в развитие того или иного ПУ конкретной дисциплины должны быть заданы количественно (например, в интервале от 0 до 1), необходимо констатировать, что их значения будут иметь высокий вклад субъективности оценки эксперта. Причиной этому будут являться личный опыт эксперта (сформировавшееся понимание содержания предмета), скудность знаний о дисциплине (порой доступны лишь названия предметов или их аннотации), формальное отражение данных о содержании дисциплины ведущим преподавателем (имеющаяся специфика работы педагога не отражена в рабочей программе дисциплины), качество работы педагога/кафедры может не соответствовать заявленному в документах уровню. По этой причине любые оценки и результаты сравнения будут иметь лишь предварительный характер.

### Методика оценки баланса знаний в отдельной УП

Рассмотрим *этапы методики оценки баланса знаний* в составе УП относительно выбранных  $PU$ :

1. Находим сумму оценок по каждому столбцу  $S_j = S_j^1 + \alpha * S_j^0$ , где  $S_j^0 = \sum_{i,h=0} x_{i,j}$  и  $S_j^1 = \sum_{i,h=1} x_{i,j}$ , уменьшая вклад дисциплин «вариативной» части (факультативы и дисциплины по выбору) за счет масштабирующего коэффициента  $\alpha$  (например, его можно взять равным 0,5).

2. Пересчитываем значения  $S_j$  относительно их процентного вклада по формуле  $S_j^* = \frac{S_j * 100}{\sum_j S_j}$ .

3. Выделим  $k$  оценок частей УП, которые позволяют соотнести ключевые компоненты подготовки, и сгруппируем соответствующие оценки  $S_j^*$ . Значение  $k$  не должно превышать  $n$ . Как правило, первая оценка – это все три компоненты из ПУ<sub>1</sub>, т.е.  $k_1 = S_1^* + S_2^* + S_3^*$ . Остальные оценки могут соответствовать  $S_4^* - S_n^*$ , но не обязательно (например, последний компонента  $S_n^*$  для  $n+1$  может не включаться в дальнейший расчет баланса). Например, при подготовке того же программиста важны и проектные, и программистские и тестируемые навыки, но добиваться их балансировки (равного вклада в УП) не рационально, а вот сравнивать второй навык с суммой первого и третьего – вполне разумно.

4. Оцениваем отклонение от баланса компонент. Для этого можно использовать, например, формулу  $\delta = \frac{\sum_{p=1}^k \left| \frac{100}{k} - K_p \right|}{k}$ , где значение  $100/k$  – это равновесное соотношение (баланс) между умениями будущего специалиста.

По аналогии, можно рассчитать оценки частей УП для предыдущей ступени подготовки  $k^0$ , но они не будут участвовать в непосредственных оценках текущего УП, поэтому и  $\delta^0$  вычислять не потребуется.

### Методика сравнения УП

С целью сравнения различных УП введем дополнительные инвариантные параметры  $Z$  (метаданные), позволяющие их идентифицировать. Помимо  $D_g$ , где  $g$  порядковый номер (идентификатор) программы в таблице данных, для каждой УП зафиксируем шифр программы подготовки по классификатору министерства образования ( $z_1$ , для зарубежных выбирается ближайший из классификатора), наименование программы ( $z_2$ ), уровень подготовки ( $z_3$ , где 0 – средне-специальное, 1 – высшее-бакалавриат, 2 – высшее-специалитет, 3 – магистратура), страна ( $z_4$ ), наименование учебного заведения ВУЗ ( $z_5$ ), характер подготовки ( $z_6$ , где 0 – без спецификации, 1 – прикладная, 2 – академическая). Таким образом УП ( $UP$ ), будет описываться кортежем  $UP_g = \langle D_g | Z \rangle$  и, при наличии преемственности программ подготовки и специфики постановки задачи сравнения, могут привлекаться данные из  $UP_g^0$ .

Обобщенно, *методику сравнения учебных программ* можно представить в виде следующих этапов:

1. Осуществляется сбор данных о каждой сравниваемой учебной программе  $UP_g$  и, при необходимости, её предшественнике ( $UP_g^0$ );
2. Данные всех критериев  $PU$  по каждой программе агрегируют до аспектов  $S_j^*$  в соответствии с предложенным выше подходом;

3. Совокупность аспектов и дополнительных критериев, представляющие описание учебной программы в гиперпространстве факторов, сводят в общую для сравниваемых объектов таблицу ( $UP_g$ );

4. Каждая строка в таблице представляется в виде графического образа, позволяющего сравнить её относительно других, основываясь на принципах когнитивной компьютерной графики [3];

5. На основании полученных результатах сравнения делается вывод, отвечающий целям исследования.

Приложенная методика требует раскрытия четвертого этапа, т.к. он является ключевым и не столь очевиден. Его реализацию можно базировать на методах интеллектуального анализа данных (например, развитые методы кластеризации и картирования, что может стать отдельной темой для исследования). Но это слишком большой масштаб обобщения, который не столь интересно анализировать, когда важно производить точечные сравнения между учебными программами. По этой причине введем *принципы формирования визуального образа*, сужающие возможные варианты осуществления четвертого этапа и отвечающие приведенным выше законам и принципам диалектического материализма:

- объективности – минимизации субъективных оценок при обобщении, оперируя лишь преобразованием количественных показателей;

- сравнимости – однообразия формы и правил отображения, допускающего автоматический синтез образа;

- сбалансированности (симметричности) – стремление ввести в оценку гармонию соотношения аспектов, т.е. стремление к симметрии образа;

- преемственности – выявлению причинно-следственных связей в динамике (прошлое-настоящее-будущее);

- выразительности образа – выбора в качестве базового графического объекта такого архетипического образа, который бы наиболее естественно ассоциировался с объектом отображения и его профессиональными чертами;

- локализации – эффективной узнаваемости образа в привязке к региону, стране и/или ВУЗу;

- простоты – изображения объекта при минимальной степени детализации, которая позволила бы осуществить синопсис (свертку) многообразия характеристик образовательной программы без введение излишнего числа деталей.

Базируясь на этих принципах выберем метод визуализации (создания образа). Наиболее релевантным нам представляется комбинирующий подход Г. Чернова (лица Чернова) [4] и Д. Джоунса (фейкодер) [5], которые в статье [6] был обобщен В.А. Филимоновым до полноценной фигуры человека (бодикодер и его расширения). Преимуществом указанных методов является возможность их применения для точечного многофакторного сравнения объ-

ектов без перехода к предельному уровню абстракции (облака точек в гиперпространстве факторов).

### Метод унифицированного графического воплощения активности

Рассматривая профессиональную деятельность как потенциальную активность индивида (нашего учащегося) в обществе, остановимся на фигуре (образе) человека, воплощающей совокупность его структурно-функциональных характеристик. Образ, особенно когда мы говорим о гармонизации и симметрировании, должен иметь соответствующие уровни (страты). Выделим три вертикальных (В1-В3) и несколько (более 2-х) горизонтальных (Г) уровня. *Вертикальная стратификация* ориентирована на отражение причинно-следственных зависимостей, имеющих привязку ко времени и определенному образу:

В0 – это прошлое, т.е. предпосылки, позволяющие как эффективно реализовать настоящее, так и накладывающие ограничения на будущее (формируется в виде движущей части тела – нижних конечностей или их аналоги);

В1 – это настоящее, т.е. имеющийся расклад знаний, обеспечивающий подготовку специалиста (формируется в виде туловища и верхних конечностей, базирующихся на общей методической основе ПУ<sub>1</sub>);

В2 – это будущее, т.е. интегральная характеристика комплексности обучения будущего специалиста с позиции гармонизации ключевых компонент подготовки (формируется в виде головы и лица, условно отображающего эмоциональную оценку гармоничности знаний, реализуемых в УП).

*Горизонтальная стратификация* отражает соотношение знаний в УП, отвечающих за группы умений ПУ<sub>1</sub>-ПУ<sub>*n*</sub>), исключая региональную. ПУ<sub>1</sub> группируется в центральной зоне и делит «корпус» фигуры на несколько сегментов (от 1 до 4, где последний фрагмент может принадлежать одному из ПУ<sub>2</sub>-ПУ<sub>*n*</sub>, когда *n*'=4). Тогда логика формирования горизонтальной симметрии («руки») выводится относительно разных ПУ (сравниваем их между собой) или относительно разделения на обязательные/по выбору компоненты (каждая рука включает в себя сегмент всех ПУ<sub>2</sub>-ПУ<sub>*n*</sub>). Не исключено, что при значении *n*'>4 будут варианты отрисовки более двух верхних конечностей, что не желательно как с позиции восприятия, так и с позиции ухода от цельного образа человеческой фигуры.

На основании этого деления предложим **метод «Унифицированного графического воплощения активности»** (Unified Graphic Visualization of Activity). UGVA (УГВА) – это метод визуального представления профессионального профиля подготовки, выраженного в виде антропоморфного образа, с целью показать особенности его содержания и быстро сравнивать такие профили между собой. Например, для двух горизонтальных групп профилирующих компетенций получим 7 зон отрисовки (рис. 1), позволяющих кодировать отдельные аспекты модели учебной программы в виде элементов син-



тезируемого изображения. Следует обратить внимание, что метод не регламентирует как число зон профилирования (одна и более), так и необходимость использования только «человекоподобных» элементов. Варьироваться может форма (привязка параметров модели к длине, ширине или диаметру) отдельных элементов синтезируемого изображения, а также их цвет. Допускается появление на изображении отдельных артефактов (на рис. 1 это зоны A1 и A2), символизирующих ярко выраженную глубину проработки соответствующих умений в УП. «Руки», для случая, когда  $n > 2$ , могут быть поделены на два сегмента – ближе к «телу» (вклад обязательно изучаемых дисциплин) и дальше (вклад дисциплин по выбору). Исполнение каждой зоны, как и вариации артефактов, может расширяться дополнительными элементами (параметрами) и должно отвечать задачам проводимого сравнения.

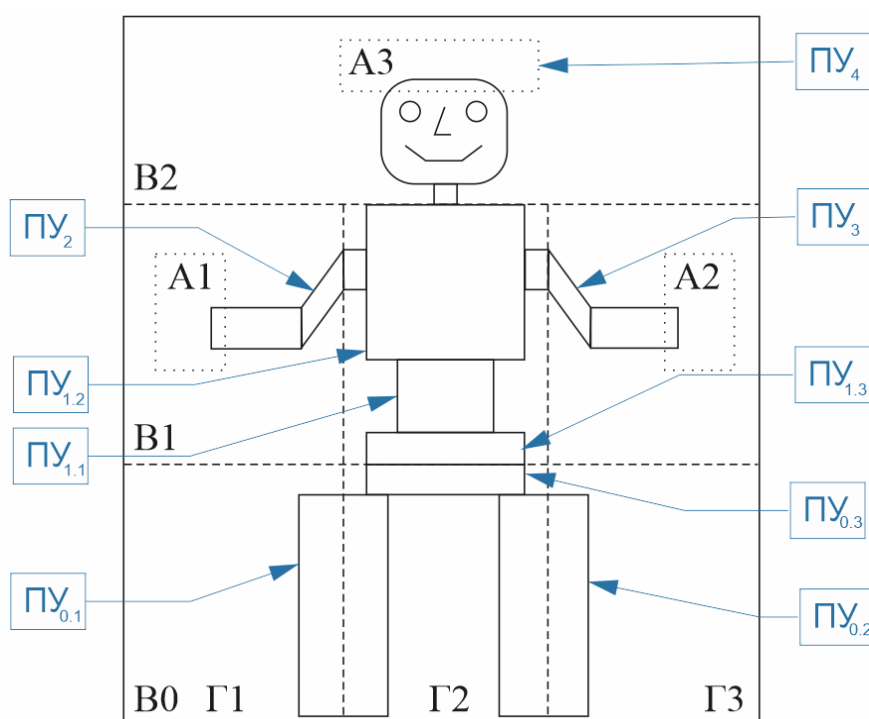


Рис. 1. Области стратификации синтезируемого изображения

Оценка балансировки ПУ в учебной программе («голова» из зоны B2) отражает эмоцию, соответствующую степени приближения к гармоничному сочетанию аспектов подготовки ИЗ: если показатель  $\delta$  стремится к 0, то отрисовывается улыбка, а по мере увеличения шибки на лице изображается нейтральная эмоция, потом грусть, а затем и ужас. При необходимости, отдельные элементы лица могут кодировать различные оценочные суждения по поводу перспектив подготовки, т.е. расширять пространство отображаемых факторов при сравнении (элементы классического образа, использованного Черновым). В дополнение к этому на голову «надевается» головной убор (область A3), габариты которого показывают степень интеграции УП с предполагаемыми/имеющимися отраслевыми потребностями работодателя  $ПУ_{n+1}$

(при наличии такового) через показатель  $ПУ_{n+1}$ . Упустим, для краткости, описание прочих деталей формирования образа.

Проиллюстрируем работу метода UGVA на визуальном сравнении двух УП подготовки магистров направления информатика и вычислительная техника с [7], за предыдущую ступень подготовки взяв аналогичное направление бакалавриата (здесь число групп умений в таблице данных  $n = 7$ ). Как видно из рис. 2, обе УП (шифр 09.04.01.03 и 09.04.01.04 соответственно) имеют существенные различия, несмотря на то, что обучают специалистов одного профиля, в одном ВУЗе, опираются на общий бакалавриат и единый набор базовых дисциплин.

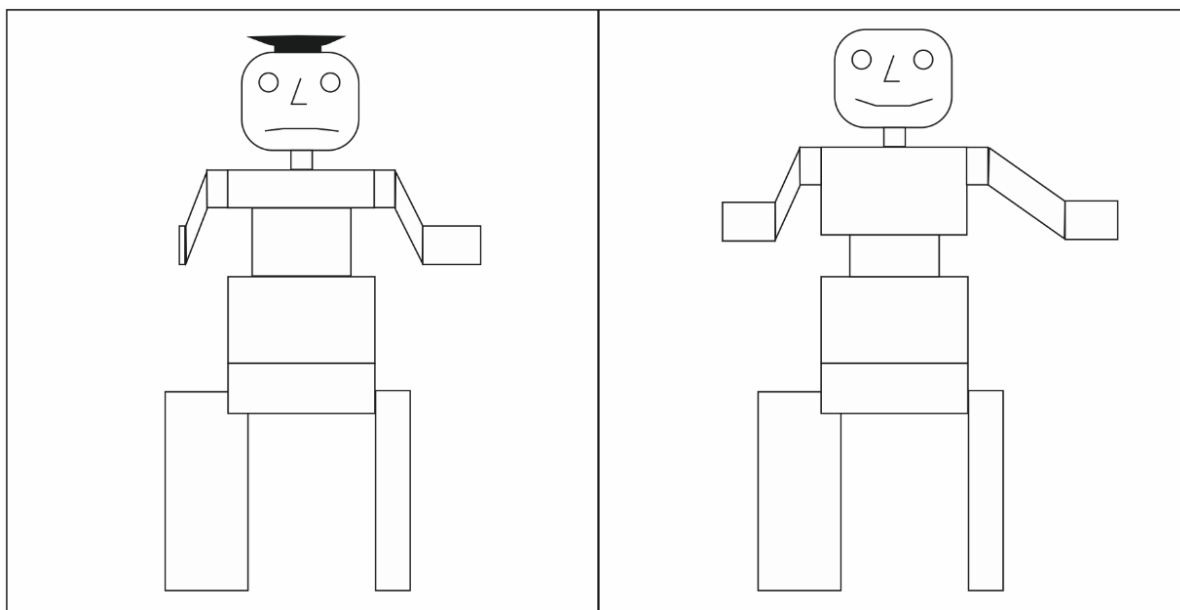


Рис. 2. Результат визуализации методом UGVA двух учебных планов по [7]

### Задачи оценки и сравнения для метода UGVA

Потенциально, метод UGVA может применяться для более широкого круга задач, чем это было заявлено в первой части статьи. Базируясь на полученных по методу оценках и их визуализации, могут быть обоснованы решения следующих задач:

- сравнение учебных программ внутри ВУЗа, на предмет выявления их перспектив, балансировки их содержания и выделения новых направлений развития;
- сравнение учебных программ между ВУЗами, на предмет выявления их конкурентных преимуществ и обоснования открытия новых программ подготовки;
- сравнивать профиль подготовки отдельных учащихся как на этапе обучения (сочетая с индивидуальными показателями успеваемости), так и на

этапе профотбора при поступлении или рекомендации выпускников потенциальным работодателям);

- сравнивать специфику реализации подготовки при специализации в рамках конкретной УП ВУЗа, имеющего возможность обеспечить различный профиль за счет вариативности дисциплин;

- сформировать профиль образовательной подготовки индивида (индивидуальный профессиональный портрет), являющегося частью его портфолио (или личного дела работника/соискателя), дополняя его набором визуализируемых элементов, отражающих индивидуальные достижения (например, оценивая уровень развития компетентностей по методу [8]);

- сформировать профиль проектной команды её участников, выявляя компетентности профиль всей группы исполнителей и, возможно, сравнив его с профилем конкурирующего проекта;

- выявлять тренды и новые направления профессий, отвечающие задачам углубления разделения труда в ходе фактического или потенциального (желательного) изменения конъюнктуры рынка труда.

Таким образом, отрисовка в нотации метода унифицированного графического воплощения активности (UGVA) может быть применена на различных стадиях подготовки специалистов: от поступления в учебное заведение и до присутствия на рабочем месте. При этом один и тот же УП оценивается по-разному, если оценки дисциплин даны с позиции различных аспектов, т.е. отвечают ситуационным задачам исследования и потребностям/профилю организации.

## Заключение

Многопараметрическое сравнение – это всегда сложная задача, если её решать для объектов реального мира. Если же такому сравнению подлежать люди или процессы, с ними связанные, то задача усложняется многократно. Поэтому поиск баланса между специализацией и универсальностью при подготовке специалистов с помощью графических методов. Предложенный метод *унифицированного графического воплощения активности* (UGVA) может быть полезен не только в рамках учебных заведений, но и при дальнейшей работе с образовательным профилем человека. Это дает основание для его дальнейшего развития и практического внедрения, включая реализацию автоматического построения образа в составе механизмов систем поддержки принятия решений различного класса.

## Список литературы

1. Хазин М.Л. Воспоминания о будущем. Идеи современной экономики. – М.: РИПОЛ классик, Сфера, 2019. – 463 с.

2. Маркс К., Энгельс Ф., Ленин В. И. О диалектическом и историческом материализме / Сост. А. П. Шептулин. – М.: Политиздат, 1984. — 636 с.
3. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика / под ред. Поспелова Д.А. – М: Наука, 1991. – С. 192.
4. Chernoff H. The use of faces to represent points in K-dimensional space graphically // Journal of the American Statistical Association. 1973. V. 68. N 342. P. 361–368. doi: 10.1080/01621459.1973.10482434.
5. Джоунс Д. Изобретения Дедала. – М.: Мир, 1985. – 233 с.
6. Филимонов В.А. Применение простого конструктора «4 уровня» для обеспечения научной новизны публикаций, 2019. – DOI: 10.13140/RG.2.2.24636.90240.
7. Учебные планы подготовки студентов с официального сайта СФУ [Электронный ресурс]: режим доступа - <http://edu.sfu-kras.ru/programs>.
8. Углев В.А., Добронев Б.С. Методика автоматизированного измерения и оценки уровня развития компетентностей // Информатика и образование, № 2, 2017. - С. 61-65.