



УДК 372.853

**MODELING OF THE PROCESS DEVELOPMENT PRACTICE-ORIENTED
ACTIVITY OF STUDENTS DURING PROJECT TRAINING**
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПРИ ПРОЕКТНОМ ОБУЧЕНИИ**

Lvovich I.Ya. / Львович И.Я.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-4236-6863

SPIN: 5881-4289

Preobrazhenskiy A.P. / Преображенский А.П.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-6911-8053

SPIN: 2758-1530

*Voronezh Institute of High Technologies, Voronezh, Lenina 73a, 394043**Воронежский институт высоких технологий, Воронеж, ул.Ленина 73а, 394043***Choporov O.N. / Чопоров О.Н.***d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0002-3176-499X

SPIN: 4294-9831

*Voronezh State Technical University, Voronezh, Moskovsky pr. 14, 394026**Воронежский государственный технический университет,**Воронеж, Московский пр. 14, 394026*

Аннотация. Выделены основные этапы проектной работы. В работе рассматривается возможность моделирования проектной деятельности студентов. Приведено фазовое пространство компетенций специалистов.

Ключевые слова: моделирование, проектное обучение, студент, специалист.

Введение.

В любом проекте можно выделить три группы, которые участвуют в процессе управления и реализации проекта:

1. Руководители проекта – специалисты, отвечающие за постановку целей и задач, укрупненное планирование деятельности организации и оценку выполнения этих планов.

2. Специалисты, ответственные за разработку детальных планов достижения целей проекта, распределение работ по конкретным исполнителям, планирование и использования ресурсов, контроль за выполнением планов и подготовку отчетов по этапам реализации проекта [1].

3. Исполнители, ответственные за выполнение определенных работ в соответствии с графиком, предоставление отчетов о текущем состоянии выполняемых работ, их качестве, эффективности и использовании ресурсов и т.д.

Методика моделирования проектной деятельности.

На рис. 1 представлена модель информационных потоков, в основу которой положено время на обработку и обмен информацией между всеми уровнями и участниками проекта.

Эффективность управленческих решений при осуществлении практико-ориентированной проектной деятельности в случае неизменных времен

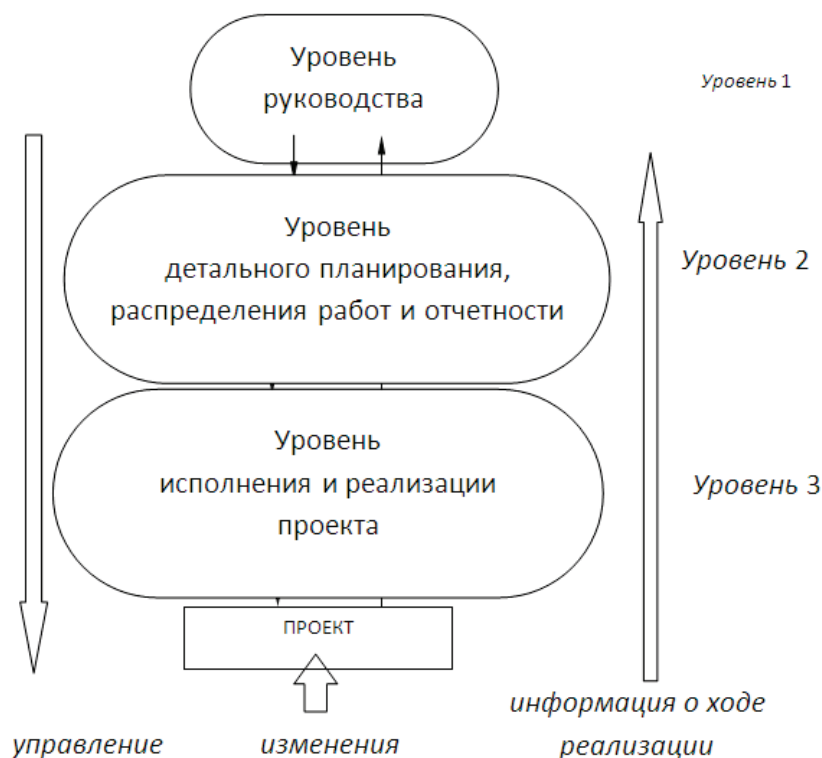


Рис. 1 - Схема обмена информацией при реализации проекта

непосредственных действий над информацией может быть повышена за счет сокращения времени на согласование управленческой информации между работающими на каждом уровне группами.

Для определения динамического показателя уровня развития специалиста в результате проектно-ориентированного обучения сформируем матрицу наблюдений X , элементами которой (x_{tr}) являются значения признака r в момент времени t (здесь: $r = 1, 2, \dots, n$; $t = 1, 2, \dots, t$ – время наблюдения; n – число признаков показателя уровня развития). Определим также критерии x_{0r} эталона развития P_0 . Число критериев, очевидно, соответствует числу признаков. Критериями эталона служат оптимальные значения признаков, определяемые, например, на основе минимума требований Госстандарта образования конкретной специальности [2].

Очевидно, что признаки могут оказывать как положительное (прогресс), так и отрицательное (регресс) влияние на уровень развития специалиста. Если обозначить через L множество прогрессивных признаков, то критерии эталона развития могут быть определены как:

$$x_{0r} = \max_t x_{tr}, \text{ если } r \in L; \quad x_{0r} = \min_t x_{tr}, \text{ если } r \notin L. \quad (1)$$

Для исключения влияния размерности показателей на результат следует стандартизовать матрицу наблюдений и эталон развития, приведя их значения к масштабу (0, 1). Однако такая стандартизация приводит к тому, что каждый признак оказывает в среднем одинаковое влияние на отклонение уровня развития от эталона. Избежать этого можно введением весовых коэффициентов (λ_r), классифицирующих признаки по степени их важности. При этом они должны удовлетворять условию нормировки:



$$\sum_{r=1}^n \lambda_r = 1. \quad (2)$$

Рассмотрим матрицу отклонений признаков от эталона развития во времени, такую, что:

$$C = \|c_{tr}\|, \quad t = 1, 2, \dots, t; \quad r = 1, 2, \dots, n; \quad (3)$$

$$c_{tr} = \sqrt{\sum_{k=1}^t (z_{kr} - z_{0r})^2}.$$

Здесь: z_{kr} – стандартизованное значение признака r в момент времени k , z_{0r} – стандартизованное эталонное значение признака r .

Определим критическое отклонение признаков от эталона во времени как наибольшее:

$$k = \max_r \min_t c_{tr}.$$

Для каждого r -го признака найдем и просуммируем все отклонения, не превышающие критического:

$$\omega_r = \sum_{c_{tr} < k} c_{tr}$$

и выберем признак, для которого сумма отклонений во времени является наибольшей:

$$\omega_M = \max_r \omega_r.$$

Тогда весовые коэффициенты могут быть определены как:

$$\lambda_r = \frac{\omega_r}{\omega_M}. \quad (4)$$

Полученное выражение отражает наиболее сильные связи признаков с эталонными значениями, поскольку при определении весов выбраны все отклонения, не превышающие критического.

Рассмотрим отклонения признаков для всех временных интервалов ($t = 1, 2, \dots, t$) от эталонного значения:

$$c_{t0} = \left[\sum_{r=1}^n (z_{tr} - z_{0r})^2 \right]^{1/2}, \quad (5)$$

где n – число признаков, характеризующих уровень развития специалиста.

Найдем среднее отклонение от значений признаков эталона:

$$\bar{c}_0 = \frac{1}{t} \sum_{t=1}^t c_{t0};$$

стандартное отклонение:

$$r_0 = \left[\frac{1}{t-1} \sum_{t=1}^t (c_{t0} - \bar{c}_0)^2 \right]^{1/2}$$

и максимально возможное отклонение от значений эталона:

$$c_0 = \bar{c}_0 + 2r_0.$$



Очевидно, что объединенный показатель развития специалиста может быть определен как величина, приближенная к эталону, и в нормированных значениях может соответствовать выражению:

$$L_t = 1 - \frac{c_{t0}}{c_0}. \quad (6)$$

Объединенный показатель развития характеризует все совокупные изменения в значениях признаков, влияющих на развитие специалиста. Однако данный показатель не позволяет оценить влияние на уровень развития специалиста изменений, происходящих с отдельными признаками [3].

Определим индивидуальный показатель уровня развития для r -го признака. Обозначим через c_{t0}^r отклонения r -го признака в момент времени t от его индивидуального эталона P_r :

$$c_{t0}^r = |z_{tr} - z_{0r}|, \quad t = 1, 2, \dots, t; \quad r = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

Рассмотрим отклонение от эталона для всех временных интервалов ($t = 1, 2, \dots, t$). Найдем квадрат этого отклонения:

$$(c_{t0})^2 = \sum_{r=1}^n (z_{tr} - z_{0r})^2 = \sum_{r=1}^n |z_{tr} - z_{0r}|^2 = \sum_{r=1}^n (c_{t0}^r)^2.$$

Следовательно:

$$(c_{t0})^2 = \sum_{r=1}^n (c_{t0}^r)^2. \quad (8)$$

Видно, что квадрат отклонения от эталона для всех временных интервалов равен сумме квадратов отклонений n признаков от их индивидуальных эталонов.

Соотнесем отклонения с объединенным показателем развития. Из выражения (6) следует, что общее отклонение от эталона может быть выражено через общее максимально возможное отклонение в следующем виде:

$$c_{t0} = c_0 (1 - L_t). \quad (9)$$

Применим алгоритм нахождения объединенного показателя развития к операции нахождения индивидуального показателя для признака r . Обозначим: среднее индивидуальное отклонение для признака r через \bar{c}_0^r , стандартное отклонение индивидуального признака через r_0^r , а максимально возможное индивидуальное отклонение для r -го признака через c_0^r . Тогда, по аналогии:



$$\bar{c}_0^r = \frac{1}{t} \sum_{t=1}^t c_{t0}^r,$$

$$r_0^r = \left[\frac{1}{t-1} \sum_{t=1}^t (c_{t0}^r - \bar{c}_0^r)^2 \right]^{1/2},$$

$$c_0^r = \bar{c}_0^r + 2r_0^r.$$

Можно показать, что индивидуальный показатель развития для r -го признака определяется выражением, аналогичным (6):

$$L_t^r = 1 - \frac{c_{t0}^r}{c_0^r}. \quad (10)$$

Отсюда следует, что:

$$c_{t0}^r = c_0^r (1 - L_t^r). \quad (11)$$

Рассмотрим выражение (8). Подставим в это выражение соотношения (10) и (11). После несложных преобразований получим:

$$(1 - L_t)^2 = \sum_{r=1}^n \frac{(c_0^r)^2}{(c_0)^2} \cdot (1 - L_t^r)^2. \quad (12)$$

Обозначим через $(1 - L_t) = \lambda_t$ – эффективный показатель уровня развития специалиста, а через $(1 - L_t^r) = \lambda_t^r$ – эффективный индивидуальный уровень развития r -го признака. Обозначим также как $\omega_r = c_0^r / c_0$ – нормирующие множители отклонений признаков.

Тогда окончательно получим:

$$(\lambda_t)^2 = \sum_{r=1}^n (\omega_r \cdot \lambda_t^r)^2. \quad (13)$$

Это – аналитическая зависимость сводного динамического показателя уровня развития специалиста от показателей уровня развития отдельных признаков. Она позволяет оценить совокупное влияние уровней развития отдельных признаков на общую величину показателя развития.

Очевидно, что подобные рассуждения можно провести и с показателями уровня развития обозначенных выше способностей: формализации задачи, конструирования решения и исполнения сконструированных решений.

Следовательно, можно ввести в отдельное рассмотрение уровни развития специалиста в области технологий формализации проблем (λ_t^A), технологий конструирования решений (λ_t^B) и технологий исполнения сконструированных решений (λ_t^C). Это и есть уровни развития А-, В- и С-способностей. Причем, такие уровни могут быть определены выражениями, подобными (13):



$$\left(\lambda_t^A\right)^2 = \sum_{r=1}^{m_A} \left(\omega_r^A \cdot \lambda_t^{rA}\right)^2; \left(\lambda_t^B\right)^2 = \sum_{r=1}^{m_B} \left(\omega_r^B \cdot \lambda_t^{rB}\right)^2; \left(\lambda_t^C\right)^2 = \sum_{r=1}^{m_C} \left(\omega_r^C \cdot \lambda_t^{rC}\right)^2;$$

$$m_A + m_B + m_C = n. \quad (14)$$

Здесь λ_t^{rA} , λ_t^{rB} , λ_t^{rC} – соответственно, показатели уровней развития А-, В- и С-способностей, а ω_r^A , ω_r^B , ω_r^C – соответственно, нормирующие множители отклонений r -ных признаков уровней развития А-, В- и С-способностей от эталона; m_A , m_B и m_C – соответствующие количества признаков, определяющих показатели уровней развития А-, В- и С-способности; n – общее количество признаков, определяющих эффективный показатель общего уровня развития специалиста.

Введем в рассмотрение фазовое пространство компетенций специалиста, представляемое в декартовых координатах как совокупность всех отмеченных признаков (ось ординат) и времени (ось абсцисс). Каждая точка этого пространства, определяемая радиус-вектором $\vec{R}(r_1, r_2, \dots, r_n, t)$, соответствует определенному уровню развития компетенции специалиста (рис. 2).

Очевидно, что существует и точка такого фазового пространства, соответствующая на момент времени t_i значениям эталона. Обозначим ее радиус-вектором $\vec{P}(p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{nj}, t)$. Можно считать этот радиус-вектор как вектор целей. Совокупность достигнутых показателей уровня развития специалиста [4] также будет отражена соответствующей точкой фазового пространства, представленной радиус-вектором $\vec{S}(s_{1j}, s_{2j}, \dots, s_{nj}, t)$. Будем считать его вектором достижений.

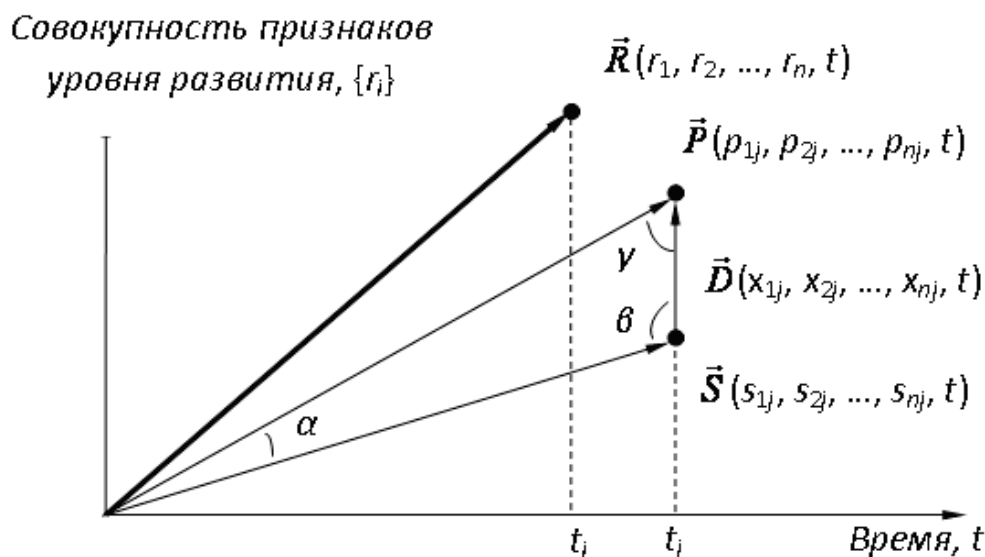


Рис. 2 – Фазовое пространство компетенций специалиста

Следовательно, мерой приближения достижений к целям в обозначенный момент времени t_j можно считать разность векторов \vec{P} и \vec{S} , т.е. вектор $\vec{D}(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}, t)$. Назовем его вектор направлений развития. При этом очевидными условиями обеспечения такой меры являются:



$$\alpha \rightarrow \min \text{ и } |\vec{D}| \rightarrow \min; \quad (15)$$

$$\beta \geq \pi/2 \text{ и } \gamma < \pi/2.$$

Здесь α , β и γ – параметры, определяющие направления векторов \vec{P} , \vec{S} и \vec{D} . $|\vec{D}|$ определяет величину расхождения вектора достижений с вектором целей.

Заключение и выводы.

В работе была рассмотрена методика моделирования проектной деятельности студентов. Эту методику можно применять для различных направлений и специальностей.

Литература:

1. Свиридов В.И. Технологии, применяемые при подготовке современных инженеров // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 151-152.
2. Павлова М.Ю. Об использовании научной составляющей при формировании профессиональных качеств инженера // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 144-145.
3. Павлова М.Ю. Вопросы адаптации выпускников вузов // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2013. № 10. С. 234-237.
4. Самойлова У.А. О некоторых характеристиках управления предприятием // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 176-179.

***Abstract.** The main stages of project work are highlighted. The paper considers the possibility of modeling the project activities of students. The phase space of specialists' competences is given.*

***Key words:** simulation, project-based learning, student specialist.*

References:

1. Sviridov V. I. Technologies for the training of modern engineers // Vestnik of Voronezh Institute of high technologies. 2012. No. 9. Pp. 151-152.
2. Pavlov M. Y. On the use of the scientific component in the formation of professional qualities of an engineer // Vestnik of Voronezh Institute of high technologies. 2012. No. 9. Pp. 144-145.
3. Pavlov M. Yu., Issues of adaptation of graduates of universities // Vestnik of Voronezh Institute of high technologies. 2013. No. 10. Pp. 234-237.
4. Samoylova, W. A. On some characteristics of enterprise management // Vestnik of Voronezh Institute of high technologies. 2014. No. 12. Pp. 176-179.

Статья отправлена: 11.04.2018 г.

© Львович И.Я., Преображенский А.П., Чопоров О.Н.