

УДК 37.018.43

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.51.4.034](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.51.4.034)

Моделирование генерации и адаптации образовательного плана на основе требований ФГОС и модели студента

А.В. Савкина✉

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск,
Российская Федерация*

Резюме. В статье представлена разработка модели генерации и адаптации индивидуального образовательного плана для дистанционного обучения, основанной на требованиях Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) и модели студента. Используется системный подход с многоагентной структурой, включающей подсистемы инициализации модели студента, планирования учебного процесса и оценки усвоения материала. Модель студента учитывает предпочтения, цели и прогресс, что позволяет адаптировать образовательный план с учетом формируемых компетенций и требований стандарта. Формализованы количественные характеристики учебного процесса, такие как время на обучение, форма итогового контроля, а также коэффициенты схожести и расхождения предпочтений студента и требований ФГОС. Автором применена оптимизационная модель для минимизации времени и максимизации эффективности плана с учетом связности курсов, представленной посредством ориентированного графа. Особое внимание уделено учету конфликтов интересов между индивидуальными предпочтениями студента и обязательными требованиями ФГОС. Результаты проведенного исследования показывают возможность эффективного создания адаптивного образовательного плана, удовлетворяющего нормативным требованиям и индивидуальным особенностям обучающихся, что способствует повышению качества дистанционного образования. В завершение автор делает вывод о критериях эффективного моделирования образовательного плана.

Ключевые слова: компетенции, подсистема, учебный курс, образовательный план, адаптация, стандарты образования, предпочтения студента, требования ФГОС.

Для цитирования: Савкина А.В. Моделирование генерации и адаптации образовательного плана на основе требований ФГОС и модели студента. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2025;13(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2064> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.034

Simulation of generation and adaptation an educational plan based on the requirements of the federal state educational standard and the student model

A.V. Savkina✉

Ogarev Mordovia State University, Saransk, the Russian Federation

Abstract. The article presents the development of a model for generating and adapting an individual educational plan for distance learning based on the requirements of the Federal State Educational Standard (FSES) and the student model. A systematic approach with a multi-agent structure is used, including subsystems for initializing the student's model, planning the educational process, and evaluating the assimilation of material. The student's model takes into account preferences, goals, and progress, which makes it possible to adapt the educational plan based on the competencies being formed and the requirements of the standard. The quantitative characteristics of the educational process are formalized, such as the time to study, the form of final control, as well as the coefficients of similarity

and discrepancy between student preferences and the requirements of the Federal State Educational Standard. The author applied an optimization model to minimize time and maximize the effectiveness of the plan, taking into account the connectivity of courses represented by an oriented graph. Special attention is paid to the consideration of conflicts of interest between the individual preferences of the student and the mandatory requirements of the Federal State Educational Standard. The results of the conducted research show the possibility of effectively creating an adaptive educational plan that meets the regulatory requirements and individual characteristics of students, which contributes to improving the quality of distance education. In conclusion, the author draws a conclusion about the criteria for effective modeling of the educational plan.

Keywords: competencies, subsystem, curriculum, educational plan, adaptation, educational standards, student preferences, FSES requirements.

For citation: Savkina A.V. Simulation of generation and adaptation an educational plan based on the requirements of the federal state educational standard and the student model. *Modeling, optimization, and information technology*. 2025;13(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=2064> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.51.4.034

Введение

Активное развитие информационных технологий, повсеместное распространение сети Интернет открывают новые возможности для повышения доступности образования, в том числе для людей с ограниченными физическими возможностями, а также пользователей, получающих дистанционное обучение [1]. Для удовлетворения требований стандартов и интересов обучающегося необходима адаптация образовательного плана, которая обеспечит наиболее эффективное использование времени, отведенного на обучение [2].

Материалы и методы

В исследовании использовался системный подход к моделированию и оптимизации образовательного процесса, основанный на многоагентной системе обучения, включающей подсистемы инициализации модели студента, планирования образовательного процесса и оценки усвоения материала. В качестве материалов исследования выступали структурированные данные образовательного процесса, включая характеристики учебных курсов, временные параметры (в часах и зачетных единицах), набор формируемых компетенций и результаты контроля знаний. Модель студента представляла собой профиль с параметрами предпочтений, учебных целей и прогресса, что позволяло учитывать индивидуальные особенности и адаптировать образовательный план. Методы исследования включали формализацию ограничений и целевых функций, построение оптимизационной модели генерации образовательного плана с учетом требований ФГОС, связанных образовательных курсов и предпочтений студентов. Для решения задачи применялись методы анализа ориентированных графов для учета связности курсов и математические модели оценки вклада курсов в формирование компетенций, а также учет конфликтов интересов между предпочтениями студентов и нормативными требованиями. Анализ и валидация модели проводились на основе сравнения с эталонными критериями эффективности образовательного процесса.

Результаты

На основе анализа требований и системного подхода, структуры многоагентной системы обучения [3], описывающей входные и выходные параметры, поведение составляющих частей на всем процессе обучения, выделим несколько подсистем:

- подсистема инициализации модели студента;

– подсистема планирования образовательного процесса в соответствии с требованиями ФГОС;

– подсистема оценки усвоения материала.

Модель студента определим как профиль пользователя с его предпочтениями, целями, стилем обучения, уровнем и количеством компетенций, имеющихся и приобретенных знаниях, на основе которых можно делать вывод об уровне освоения материала, имеющихся трудностях и вариантах адаптации. Анализ моделей нескольких пользователей позволяет делать выводы об общих тенденциях и сложности предлагаемого учебного материала, обеспечивая обратную связь для системы и преподавателя [4, 5].

Выделим и формализуем ряд характеристик образовательного процесса, которые должна учитывать модель адаптации в соответствии с требованиями ФГОС, такие как:

T_N – общее время в часах, отведенное на обучение в текущем семестре [6];

T_Z – общее время в зачетных единицах (ЗЕТ), отведенное на обучение в текущем семестре;

T_{KN} – общее время в часах, отведенное на изучение конкретного курса;

T_{KZ} – общее время в зачетных единицах, отведенное на изучение конкретного курса;

$T_{KCN} = (Lec_{KN}, Pr_{KN}, Lab_{KN}, Sem_{KN})$ – количество часов, отведенное для занятий по конкретному курсу, где Lec_{KN} – количество часов, отведенное для лекционных занятий, Pr_{KN} – количество часов, отведенное для практических занятий, Lab_{KN} – количество часов, отведенное для лабораторных занятий, Sem_{KN} – количество часов, отведенное для семинарских занятий;

V_Z – общее количество зачетов в текущем семестре;

V_E – общее количество экзаменов в текущем семестре;

$C = \{C_1, C_2, ..., C_m\}$ – набор компетенций, формируемых у студента по результатам обучения в текущем семестре;

$C_K = \{C_{KF1}, C_{KF2}, ..., C_{KFj}\}$ – набор компетенций, формируемых у студента по результатами освоения конкретного курса в текущем семестре;

$C_{KF_i} \in [C_{ПК}, C_{ОПК}, C_{ОК}], i=[1, p]$, где $C_{ПК}$ – профессиональные компетенции, $C_{ОПК}$ – общепрофессиональные компетенции, $C_{ОК}$ – общекультурные компетенции.

$K_j = \{K_1, K_2, ..., K_n\}, j=[1, n]$, – набор учебных курсов, доступных для генерации образовательного плана в текущем семестре;

$FC_K = \{Z, E\}$ – форма итогового контроля (зачет, экзамен) по конкретному курсу в текущем семестре;

Тогда любой курс K_j можно представить, как следующее множество:

$$K_j = \{T_{KN}, T_{KZ}, T_{KCN}, FC_K, C_K\}.$$

Из описанных выше характеристик образовательного процесса можно выделить ряд ограничительных требований, таких как:

1) общее количество экзаменов и общее количество зачетов по всем курсам в образовательном плане не должно превышать заданных требований ФГОС, то есть V_Z, V_E, T_Z, T_N ;

2) курсы в образовательном плане должны обеспечивать формирование у студента всех требуемых согласно ФГОС компетенций C .

Исходя из этих ограничений можно представить задачу генерации образовательного плана как задачу оптимизации целевых функций [7] минимизации времени и максимизации эффективности образовательного процесса Q .

Образовательный план:

$$EP = \{K_1, K_2, ..., K_r\}.$$

Целевые функции:

$$\sum_{i=1}^r T_{Kni} \rightarrow \min,$$

$$Q \rightarrow \max.$$

Таким образом, получим следующие ограничения:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall K_j \text{ EP} \cap_{i=1}^r C_{Ki} = C, \\ \sum_{i=1}^r T_{Kni} \leq T_N, \\ \sum_{i=1}^r T_{Kzi} \leq T_Z, \\ \sum_{i=1}^r E_i \leq V_E, \\ \sum_{i=1}^r Z_i \leq V_Z. \end{array} \right.$$

Полученная модель генерации образовательного плана полностью удовлетворяет изложенным выше требованиям образовательного процесса. Необходимо, однако, добавить, что важной особенностью образовательного процесса является связанность различных образовательных курсов между собой. В связи с этим, при генерации образовательного плана, помимо основного курса, должны быть включены и смежные курсы. Для учета этого факта можно использовать подход, основанный на представлении предшествования смежных курсов в виде ориентированного графа G_K , при этом различные курсы будут вершинами, а связь между смежными курсами – дугами данного графа. Матрица смежности будет иметь вид $S = \{s_{ij}\}_{N \times N}$, где N – количество смежных курсов, $a_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{если } j \text{ раньше } i \\ 1 & \text{если } i \text{ раньше } j \end{cases}$.

Отметим ключевые свойства графа смежных курсов G_K :

1. Началу и окончанию учебного процесса соответствуют начальная и конечная вершины графа.
2. Граф G_K не содержит контуров (является ациклическим), что обусловлено невозможностью возврата к уже пройденному курсу K после изучения всей исходящей из него последовательности.
3. Граф допускает представление в иерархическом виде посредством разложения на уровни.

Следовательно, этапы обучения можно определить в виде соответствующих им уровням разложения графа G_K [8]. При этом результат можно достичь различными способами, учитывая конечную вершину K_n и начальную вершину K_1 . При этом необходимо выбрать наиболее оптимальный путь, подходящий для конкретного студента и учитывать то, что он мог ранее изучить некоторые курсы. Список пройденных курсов $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ будем хранить в модели студента (Рисунок 1).

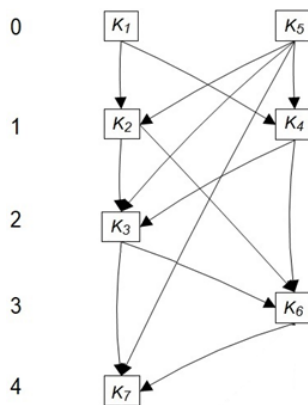


Рисунок 1 – Иерархия графа смежных курсов
Figure 1 – Hierarchy of the graph of related courses

При добавлении курса K_j из набора курсов $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ в образовательный план необходимо определить, насколько он покрывает набор заданных компетенций $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$, соответствующим ему набором компетенций $C_{Kj} = \{C_{KFi1}, C_{KFi2}, \dots, C_{KFiP}\}$. Если компетенция $C_i \in C_{Kj}$, то будем говорить, что курс K_j формирует компетенцию C_i . Обозначим $Ind(K_j) = \{j_1, j_2, \dots, j_m\}$ как множество индексов компетенций, формируемых курсом K_j ; $Ind(C_i) = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ определим как множество индексов курсов, формирующих компетенцию C_i . Тогда коэффициент формирования компетенции C_i будет иметь вид:

$$\alpha_i = \frac{n_i}{n} (i \in ind(C_i)).$$

Вклад курса K_j в формирование компетенции C_i имеет вид:

$$\gamma_j^i = \frac{1}{n_j} (j \in ind(K_j)).$$

Суммарный вклад курса K_j в формирование всех компетенций из набора $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ будет иметь вид:

$$Y_j = \sum_{i \in ind(K_j)} \gamma_j^i.$$

Чем больше значение Y_j , тем предпочтительнее курс K_j для образовательного плана.

Если время на изучение курса K_j равно T_{Kj} , то эффективность курса будет иметь вид:

$$Q_j = \frac{Y_j}{T_{Kj}} (i \in [1, n]).$$

Тогда общая эффективность учебного плана, состоящего из курсов $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$:

$$Q = \sum_{j=1}^n Q_j.$$

Обозначим число компетенций, формируемых курсом K_j как m_j , тогда вес курса K_j в формировании набора компетенций C можно представить в виде:

$$\delta_j = m_j / m.$$

Чем больше значение δ_j , тем важнее курс K_j для формирования требуемых у студента знаний.

С другой стороны, у каждого студента есть свои предпочтения касательно изучения того или иного курса. Поставим студенту в соответствие вектор предпочтений $(s_1, s_2, \dots, s_n)$, где s_j – оценка предпочтительности j -го курса. Следует отметить, что $s_j \in (0, 1]$ и $\sum_{j=1}^n s_j = 1$.

При формировании вектора предпочтений курсов можно использовать известный метод парных сравнений, позволяющий при оценке предпочтительности курсов учитывать противоречащие друг другу факторы.

Необходимо учитывать, что возможен конфликт интересов студента и требований ФГОС. Для определения степени расхождения предлагается использовать оценки специального вида Руссмана И.Б. [9].

Коэффициент схожести предпочтений студента и требований ФГОС при $s_j \geq \delta_j$ для j -го курса будет иметь вид:

$$P_j^+ = 1 - \frac{s_j(1-\delta_j)}{\delta_j(1-s_j)} \in [0, 1].$$

Коэффициент расхождения предпочтений студента и требований ФГОС при

$s_j < \delta_j$ для j -го курса будет иметь вид:

$$P_j^- = \frac{\delta_j(1-s_j)}{s_j(1-\delta_j)} \in [0,1].$$

Для случаев, когда $s_j \geq \delta_j$, определим $P_j^- = 1$, когда $s_j < \delta_j$, определим $P_j^+ = 0$.

Для перехода от множеств коэффициентов расхождения и схожести предпочтений студента и требований ФГОС к комплексной оценке расхождения и схожести для всего набора курсов K , целесообразно будет использовать конъюнктивное агрегирование оценок. В этом случае комплексная оценка предпочтений студента будет иметь вид: $s = 1 - \prod_{j=1}^n s_j$; комплексная оценка требований ФГОС: $\delta = \prod_{j=1}^n \delta_j$.

Комплексный коэффициент схожести предпочтений студента и требований ФГОС при $s \geq \delta$ для всего набора курсов K будет иметь вид:

$$P^+ = 1 - \frac{s(1-\delta)}{\delta(1-s)}.$$

Комплексный коэффициент расхождения предпочтений студента и требований ФГОС при $s < \delta$ для всего набора курсов K будет иметь вид:

$$P^- = \frac{\delta(1-s)}{s(1-\delta)}.$$

Для построения полной модели необходимо ввести систему ограничений, учитывающую интересы студента, а также технологические и стратегические аспекты.

1. Ограничения, отражающие интересы студента.

Предположим, что для каждого курса K_j заданы коэффициент соответствия интересам P_j^+ , коэффициент расхождения P_j^- , а также их пороговые значения φ_j^+ и φ_j^- . Тогда должны выполняться следующие условия для всех $j = [1, n]$:

$$\begin{cases} P_j^+ \geq \varphi_j^+, \\ P_j^- < \varphi_j^-. \end{cases}$$

Комплексный коэффициент соответствия образовательного плана P^+ , рассчитанный с помощью порядковых операторов взвешенного агрегирования, должен превышать комплексный коэффициент расхождения P^- , то есть $P^+ \geq P^-$. Для обеспечения согласованности плана с интересами студента вводится пороговое значение ω , такое, что $P^+ \geq \omega$. Количество курсов в плане, соответствующих интересам студента $L^+ = \{j: P_j^+ > 0\}$, должно быть больше количества курсов, им не соответствующих $L^- = \{j: P_j^+ > 0\}: |L^+| > |L^-|$.

2. Технологические ограничения. Курсы в учебном плане должны быть упорядочены в соответствии с отношением предшествования. Кроме того, каждая компетенция C_i должна формироваться как минимум одним курсом, то есть

$$\sum_{j=1}^n b_j a_{ij} > 0 \quad (i = [1, m]).$$

Каждый курс должен формировать хотя бы одну компетенцию из набора компетенций C , то есть

$$\sum_{i=1}^m b_i a_{ij} > 0 \quad (j = [1, m]).$$

В этом случае пусть t_j – время освоения курса K_j , T – общее время обучения согласно требованиям ФГОС, тогда

$$\sum_{j=1}^n t_j b_j = T.$$

Пусть z_j – количество з.е. курса K_j , Z – общее количество з. е. согласно требованиям

ФГОС, тогда

$$\sum_{j=1}^n z_j b_j = Z.$$

С учетом стратегических ограничений для получения эффективного образовательного плана зададим некоторый порог эффективности Q и потребуем, чтобы $\sum_{j=1}^n Q_j b_j \geq Q$.

Для решения задачи оптимизации образовательного плана необходимо достижение следующих целевых показателей:

- максимальный вес курсов в образовательном плане:

$$\sum_{j=1}^n \delta_j b_j \rightarrow \max;$$

- максимизация комплексного коэффициента соответствия:

$$P^+ \rightarrow \max;$$

- минимизация комплексного коэффициента рассогласования:

$$P^- \rightarrow \min;$$

- максимизация эффективности образовательного плана:

$$\sum_{j=1}^n Q_j b_j \rightarrow \max.$$

Таким образом, разработанная оптимизационная модель для генерации индивидуальных учебных планов, удовлетворяющих требованиям образовательных стандартов и личным интересам студентов, допускает различные конфигурации компонентов. Модель представляет собой задачу комбинаторной оптимизации, причем в многокритериальной постановке требует анализа взаимовлияния целевых функций.

Обсуждение

С учетом ограничений, в зависимости от критериев эффективности образовательного плана: максимизации весов курсов, комплексного коэффициента схожести, а также минимизации комплексного расхождения, получим генерацию образовательного плана.

Заключение

Проведенный анализ демонстрирует, что внедрение современных образовательных методик, таких как дистанционные технологии, дает возможность собирать ценные данные и осуществлять целенаправленное управление учебным процессом. Это, в свою очередь, повышает эффективность как адаптации курсов, так и поддержки систем электронного обучения [10, 11]. Для этого необходимо учитывать конструктивную модель этих данных, модель генерации данных и модель прогресса в обучении, в которой применяются коэффициенты согласованности и рассогласованности, оценивающие важность компетенций с позиций как студента, так и образовательного стандарта ФГОС. Указанные критерии служат основой для разработки учебных планов, направленных на подготовку востребованных кадров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Савкина А.В., Савкина А.В., Федосин С.А. Виртуальные лаборатории в дистанционном обучении. *Образовательные технологии и общество*. 2014;17(4):507–517.

2. Банников С.А. Проблемы и перспективы развития системы управления качеством высшего образования в Российской Федерации. *Вестник Челябинского государственного университета*. 2016;(2):190–196.
Bannikov S.A. Problems and Prospects of Quality Management System of Higher Education in the Russian Federation. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2016;(2):190–196. (In Russ.).
3. Шарамазанов Р.М., Савкина А.В., Нуштаева А.В. Архитектура многоагентной системы (МАС) обучения на базе LMS MOODLE. *Национальная ассоциация ученых*. 2015;(7–2):78–82.
Sharamazanov R., Savkina A., Nushtaeva A. A Multi-Agent System Architecture for E-Learning Systems Using a MOODLE LMS. *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh*. 2015;(7–2):78–82. (In Russ.).
4. Волянская Т.А. Вопросы реализации адаптивного генерирования электронных учебных курсов в интеллектуальных обучающих системах. *Системная информатика*. 2025;(26). <https://doi.org/10.31144/si.2307-6410.2025.n26.p1-40>
Volyanskaya T.A. Adaptive Courseware Generation Issues in Intelligent Tutoring Systems. *System Informatics*. 2025;(26). (In Russ.). <https://doi.org/10.31144/si.2307-6410.2025.n26.p1-40>
5. Pham Q.D., Florea A.M. Adaptation to Learners' Learning Styles in a Multi-Agent E-Learning System. *Internet Learning*. 2013;2(1):11–20.
6. Баринова Н.А., Карунас Е.В. Проектирование индивидуальной программы обучения как условия реализации ФГОС. *Казанский педагогический журнал*. 2015;(3):70–75.
Barinova N.A., Karunas E.V. Design Individual Training Programs as a Condition of Implementation of the GEF. *Kazan Pedagogical Journal*. 2015;(3):70–75. (In Russ.).
7. Нинул А.С. *Оптимизация целевых функций: Аналитика. Численные методы. Планирование эксперимента*. Москва: Издательство Физико-математической литературы; 2009. 336 с.
8. Евстигнеев В.А., Касьянов В.Н. *Теория графов: Алгоритмы обработки бесконтактных графов*. Новосибирск: Наука; 1998. 385 с.
9. Гайдай А.А., Руссман И.Б. Непрерывный контроль процесса достижения цели. *Управление большими системами*. 2004;(7):106–113.
10. Абанина К.А., Круковская О.А., Николаева В.В., Пузырева Е.Ю., Рябинина М.В. Современные проблемы, условия и факторы, учитываемые при моделировании процесса активизации познавательной деятельности обучающихся. *Социальные отношения*. 2016;(4):8–17.
Abanina K.A., Krukovskaya O.A., Nikolaeva V.V., Puzyreva E.Ju., Ryabinina M.V. The Modern Problems, Conditions and Factors Considered When Modeling the Process of the Activization of Students' Cognitive Activity. *Sotsial'nye otnosheniya*. 2016;(4):8–17. (In Russ.).
11. Чернякова Н.В. Особенности проектирования и реализации предметной подготовки в вузе на основе системного подхода. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2013;1(1). URL: https://moit.vvt.ru/wp-content/uploads/2013/04/chernyakova_1_13_1.pdf
Chernyakova N.V. Features of the Design and Implementation of Substantive Training in College Based on System Approach. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2013;1(1). (In Russ.). URL: https://moit.vvt.ru/wp-content/uploads/2013/04/chernyakova_1_13_1.pdf

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Савкина Анастасия Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Российская Федерация.
e-mail: av-savkina@yandex.ru

Anastasia V. Savkina, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor, Ogarev Mordovian State University, Saransk, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 03.09.2025; одобрена после рецензирования 22.10.2025; принята к публикации 07.11.2025.

The article was submitted 03.09.2025; approved after reviewing 22.10.2025; accepted for publication 07.11.2025.