



## О применении математических методов и моделей к конструированию учебного процесса


### **Полина Андреевна Высоцкая**

старший преподаватель  
Московский государственный областной университет  
Москва, Россия  
vysotskayapa@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000


### **Александр Игоревич Гурниковский**

аспирант  
Южный федеральный университет  
Ростов-на-Дону, Россия  
Finestudent1@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000

### **Рената Юрьевна Гурниковская**

доцент  
Южный федеральный университет  
Ростов-на-Дону, Россия  
prepodavatel.vuza@bk.ru  
 0000-0000-0000-0000


### **Мария Юрьевна Осипова**

лектор  
Московская школа имени Петра Капицы  
Москва, Россия  
Finestudent23@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 21.02.2023

Принята 03.03.2023

Опубликована 15.04.2023

 10.25726/q8944-3290-4194-x

### **Аннотация**

Математические методы и модели успешно применяются в различных областях, включая инженерию, экономику и социальные науки. Применение математических методов и моделей к проектированию образовательного процесса является логическим продолжением этой тенденции. Исследование посвящено использованию блочно-модульного подхода при проектировании учебного процесса. Модули взаимосвязаны и образуют основу целостного образовательного процесса. Такой подход позволяет гибко проектировать образовательные программы, которые можно адаптировать к потребностям разных групп обучающихся. При проектировании учебного процесса применялась математическая теория графов. Учебный процесс ассоциировался с графом, в котором каждый модуль является узлом, а связи между модулями представлены ребрами. Этот подход позволил анализировать образовательный процесс целостно и выявить потенциальные недостатки процесса на этапе проектирования. Предлагаемая модель образовательного процесса, разработанная с использованием блочно-модульного подхода и математической теории графов позволила создать оптимальные образовательные программы, учитывающие уровень развития обучающихся, негативные факторы,

которые могут повлиять на результаты их обучения. Модель может быть использована не только для разработки и анализа рабочих программ, но и для оценки качества образования. Качественные и количественные оценки модели могут быть использованы контролирующими подразделениями высших учебных заведений для обеспечения соответствия образовательных программ необходимым требованиям.

### **Ключевые слова**

теория графов, проектирование и оптимизация образовательного процесса с использованием математических методов.

### **Введение**

Проектирование, конструирование и оптимизация образовательного процесса в высших учебных заведениях являются предметом исследований на протяжении многих лет (Голуб Е.В., 2014, Григорьева Е.Ю., 2022, Исакова Е.В., 2021, Коваленко И.Н., 2013, Петрушин В.Г., 2015, Романов С.Н., 2020, Смолянинова О.В., 2019, Шишов В.В., 2018). Для достижения оптимальной эффективности в проектировании и оценке качества образовательного процесса возможно использовать математические методы и модели. Блочно-модульный подход и теория графов — два инструмента, доказавших свою полезность при моделировании и анализе образовательного процесса.

В основе предлагаемой модели лежит блочно-модульный подход, предполагающий разбиение образовательного процесса на более мелкие единицы или модули, которые могут быть проанализированы и оптимизированы по отдельности, а затем объединены в полную образовательную программу. Использование теории графов в этой модели обеспечивает визуальное представление образовательного процесса, что может помочь в выявлении потенциальных проблем и оптимизации процесса.

Модель не ограничивается разработкой и анализом рабочих программ. Она также может быть использована для отражения хода развития личности с учетом негативных факторов. Это достигается за счет включения в модель модулей, направленных на личное и социальное развитие обучающегося, которые являются важными компонентами целостного образования.

Для обеспечения качества образования предлагаемая модель может быть качественно и количественно оценена на основе теории графов. Это позволяет контролирующим подразделениям образовательного учреждения оценивать эффективность и результативность образовательной программы, вносить необходимые коррективы для повышения качества образования.

Блочно-модульный подход, используемый совместно с предложенной моделью, имеет ряд преимуществ. Это обеспечивает большую гибкость при разработке образовательных программ, которые можно адаптировать к различным контекстам и потребностям студентов. Он также обеспечивает структурированный и организованный подход к разработке образовательных программ, который может снизить риск ошибок и упущений в процессе.

Современные изменения в сфере образования создали потребность в разработке и применении новых педагогических технологий, отвечающих высоким требованиям, предъявляемым к подготовке специалистов различного профиля. Наряду с увеличением объема и сложности учебной информации, в системе образования наблюдались и негативные тенденции, такие как сокращение часов изучения математики и естественных наук, недостаточная и разнородная подготовка абитуриентов, кадровые проблемы. Эти вопросы обусловили необходимость научной организации образовательного процесса, его моделирования и технологичности.

Одним из появившихся направлений исследований является создание моделей образовательного процесса, позволяющих оптимально конструировать процессы обучения по различным дисциплинам. Эти модели должны учитывать возможности личности разрабатывать и реализовывать решения, связанные с возникающими социальными и производственными отношениями и задачами, делая упор на развитие творческого мышления.

Качество образования остается важнейшим аспектом педагогики, и его оценке посвящено немало работ. Учитывается разработка квалификационных требований и оценка таких характеристик, как эмоциональность, воля, психологическая устойчивость, интеллектуальность, умение работать в команде, мотивация на принятие нестандартных решений, самоорганизация, саморазвитие. Эти факторы привели к введению новых Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), обеспечивающих единство образовательного пространства Российской Федерации, преемственность основных образовательных программ, духовно-нравственное развитие личности и образования.

ФГОС включает требования к структуре образовательных программ и соотношению обязательной части и доли, формируемой непосредственно участниками образовательного процесса. Дополнительно установлены условия реализации образовательной программы, включая кадровые, финансовые и технические требования. Эффективный контракт, который оценивает эффективность деятельности ППС, введен во многих высших учебных заведениях, определяя процедуры, методику, контроль и подведение итогов оценки ППС.

Применение математических методов и моделей для проектирования образовательного процесса становится все более актуальным в современном обществе. Использование блочно-модульного подхода и теории графов может помочь в разработке и анализе рабочих программ, отражающих ход развития личности, включая негативные факторы. Предложенную модель можно качественно и количественно оценить для контролируемых подразделений высших учебных заведений, выделив преимущества использования блочно-модульного подхода при создании образовательных программ.

### **Материалы и методы исследования**

Материалы для данного исследования были получены путем изучения современной литературы, посвященной использованию математических методов в педагогике и в результате применения этих знаний профессорско-преподавательским составом в своей профессиональной области, которой является высшее профессиональное образование.

Основными методами научного исследования, использованными в данной работе, были синтез и анализ, дедукция, моделирование, аналогия и конкретизация. Авторы обобщили и проанализировали информацию из обзора литературы, чтобы определить передовой опыт в соответствующей области. Была использована дедукция, чтобы сделать выводы из данных и моделирования для разработки эффективных рабочих программ, как основы оптимального учебного процесса. Аналогия и конкретизация использовались для предоставления конкретных примеров и сравнений, чтобы помочь понять концепции и методы, связанные с практической реализацией на практике теоретических выводов исследования.

Ключевые термины, используемые в этом исследовании, включают теория графов, вершина графа, ребро графа, алгоритмы на графах.

Применение математических моделей и методов в образовании не является новой концепцией. Она десятилетиями использовалась в различных областях образования, таких как разработка рабочих программ, разработка учебных планов и разработка системы оценивания качества образования и пр. Однако последние достижения в компьютерных технологиях и анализе данных расширили возможности использования математических моделей в образовании. Алгоритмы машинного обучения, например, можно использовать для разработки прогностических моделей, которые могут прогнозировать успеваемость учащихся и выявлять ранние признаки трудностей в обучении.

Применение математических методов и моделей к проектированию образовательного процесса является актуальным и необходимым подходом в современном образовании. Блочно-модульный подход и математическая теория графов являются мощными инструментами, с помощью которых можно создавать оптимальные образовательные программы, отвечающие запросам современного общества. Предложенная модель образовательного процесса позволяет гибко формировать образовательные

программы с учетом индивидуального развития обучающихся и может быть использована для оценки качества образования.

Поэтому возрастает потребность в применении математических методов и моделей к проектированию образовательного процесса для оптимизации его эффективности, результативности и качества. Использование математических моделей позволяет преподавателям моделировать и анализировать различные сценарии, выявлять наиболее перспективные и соответствующим образом корректировать учебный процесс. Более того, математические модели позволяют оценивать эффективность различных методов обучения, материалов и технологий, тем самым обеспечивая прочную основу для принятия решений в сфере образования, основанных на фактических данных.

Одним из важнейших преимуществ математического моделирования при проектировании образовательного процесса является то, что оно позволяет преподавателям учитывать большое количество сложных факторов и их взаимозависимости. К этим факторам относятся исходный уровень знаний учащихся, стили обучения, интересы и мотивация, квалификация учителя и стиль преподавания, наличие учебных материалов и ресурсов и многие другие. С помощью математических моделей педагоги могут оценить влияние этих факторов на результаты обучения и соответствующим образом скорректировать образовательный процесс.

Использование математических методов и моделей при проектировании образовательного процесса становится все более актуальным в связи со сложностью и разнообразием современных образовательных систем. Математические модели и методы позволяют более комплексно анализировать образовательный процесс с учетом различных его аспектов, таких как структура материала, взаимосвязь между различными модулями, критерии оценивания. Кроме того, математические модели позволяют оптимизировать и совершенствовать образовательный процесс с учетом различных ограничений, таких как время, ресурсы и уровень подготовки студентов.

В целом применение математических методов и моделей при проектировании образовательного процесса является важной и актуальной темой современной педагогики, обеспечивает системный подход к проектированию, планированию и управлению образовательным процессом, что позволяет проводить более всесторонний анализ и оптимизацию процесса. По мере того как образовательные системы продолжают развиваться и усложняться, использование математических методов и моделей будет приобретать все большее значение для обеспечения эффективности и результативности образовательного процесса. Математическое моделирование является мощным инструментом, который может помочь оптимизировать и улучшить образовательный процесс. Это позволяет преподавателям моделировать различные сценарии и проверять их эффективность, прежде чем применять их в реальных жизненных ситуациях.

Одним из примеров применения математического моделирования в образовании является использование методов оптимизации для разработки учебного плана. Целью этого подхода является определение оптимальной последовательности курсов, которая приведет к желаемым результатам обучения с наименьшим количеством ресурсов (например, времени, денег и т. д.).

Этого можно достичь, сформулировав математическую модель, учитывающую различные факторы, такие как предварительные зависимости между курсами, наличие учителей и ресурсов, количество студентов и желаемые результаты обучения. Полученная модель затем может быть решена с использованием методов математической оптимизации, чтобы найти оптимальное решение.

Другим примером является использование имитационных моделей для оценки эффективности различных стратегий обучения. Имитационные модели позволяют преподавателям тестировать различные сценарии и наблюдать за их влиянием на результаты обучения учащихся. Это может быть особенно полезно в тех случаях, когда проведение реальных экспериментов нецелесообразно или невозможно из-за этических или логистических ограничений. Используя имитационные модели, преподаватели могут получить представление об основных механизмах образовательного процесса и определить пути его улучшения.

В целом, использование математических методов и моделей при разработке образовательного процесса может революционизировать то, как мы преподаем и учимся. Это может помочь

преподавателям оптимизировать учебную программу, оценить эффективность различных стратегий обучения и определить пути улучшения учебного процесса. Таким образом, это область исследований, которая заслуживает большего внимания и инвестиций в ближайшие годы.

### **Результаты и обсуждение**

Применение математических методов и моделей для проектирования образовательного процесса представляет большой интерес для исследований в области образования. Одним из таких методов является использование теории графов для моделирования структуры образовательного процесса. Этот подход основан на представлении образовательного процесса в виде ориентированного графа, где вершины представляют собой различные этапы процесса обучения, а дуги — переходы между этими этапами.

Для введения количественной характеристики графа длину маршрута или его части были определены как расстояние между вершинами, измеряемое в учебных часах. Это позволяет сравнивать и оптимизировать различные образовательные программы, а также вводить качественные и количественные оценки процесса обучения.

Графы были использованы для моделирования учебного процесса в границах одной группы и потока студентов, а также в рамках всей дисциплины в целом. Кроме того, блочно-модульный подход может быть использован для создания образовательных программ, где в графе выделены подграфы, соответствующие определенным темам и дисциплинам. Такой подход позволил обеспечить прозрачную и оптимизированную структуру процесса обучения, а также легкую корректировку в случае изменения его содержания или требований.

Одним из преимуществ такого подхода является его наглядность, позволяющая четко понять структурно-логическую конструкцию учебного процесса. Еще одним преимуществом является ее достоверность, которая обеспечивается детальным анализом рабочих программ по различным дисциплинам для студентов различных специальностей, направлений подготовки и различных форм обучения. Кроме того, модель позволяет преподавателю выполнять поставленные перед ним цели и задачи, обеспечивает прозрачность учебного процесса для контролирующих подразделений высших учебных заведений.

Для сравнения количественных характеристик структурной сложности образовательного процесса и дальнейшей оптимизации образовательных программ была использована степень графа, которая определяется как отношение удвоенного числа дуг к числу всех вершин графа.

Еще одним важным применением математических методов и моделей в образовании является разработка методов оценивания. Математические модели были использованы для разработки более точных и надежных оценок результатов обучения студентов, что помогло преподавателям выявить слабые места и разработать целенаправленные меры для улучшения успеваемости обучающихся. Например, прогностические модели были использованы для выявления обучающихся, которым угрожает неуспеваемость или отсев, что позволило преподавателям вмешиваться на раннем этапе и оказывать дополнительную поддержку.

Кроме того, математические модели были использованы для анализа влияния различных методов обучения и мероприятий на результаты обучения студентов. Это помогло преподавателям определить наиболее эффективные методы обучения и вмешательства, а также со временем уточнить и улучшить свои образовательные программы.

При этом блочно-модульный подход к созданию образовательных программ по специальностям и направлениям подготовки или по отдельному предмету вместе с использованием модели предлагаемого типа дает ряд преимуществ перед традиционными подходами. Например, он обеспечивает большую наглядность структурно-логического построения учебного процесса, что помогает обучающимся лучше усвоить материал и повысить свою успеваемость. Кроме того, модель позволяет вводить качественные и количественные оценки процесса обучения, которые могут помочь учителям оценить прогресс учащихся и определить области для улучшения.

Еще одним преимуществом данного подхода является то, что он позволяет технически несложно корректировать процесс в случаях изменения его содержания, которые могут быть вызваны самыми разными причинами, начиная от квалификации действующих педагогов, изменения количества учебных часов и самообучение, внедрение определенных форм обучения, под изменившиеся требования и потребности региона или государства. Это особенно важно в современном быстро меняющемся образовательном ландшафте, где постоянно появляются новые технологии и педагогические подходы.

Кроме того, использование математических моделей может помочь обеспечить достоверность и надежность результатов работы. Например, подробный анализ рабочих программ по различным дисциплинам (в эксперименте- «Математический анализ», «Линейная алгебра») для студентов разных специальностей и разных форм обучения может дать ценную информацию об эффективности педагогических технологий. Точно так же комплексная методология исследования и анализ изучаемой проблемы, основанный на положениях и выводах известных ученых в данной области исследования, могут способствовать тому, чтобы результаты были точными и достоверными.

Наконец, использование математических моделей в эксперименте способствовало прозрачности процесса обучения, что необходимо для обеспечения подотчетности образовательной системы перед заинтересованными сторонами. Предоставляя четкое и структурированное представление об учебном процессе, модель помогала контролирующим подразделениям высших учебных заведений, таким как кафедры, деканаты и учебные отделы, контролировать и оценивать эффективность образовательной системы. Это, в свою очередь, привело к повышению качества и эффективности образования, а также к повышению качества подотчетного материала и прозрачности системы образования в целом.

Применение математических методов и моделей к проектированию образовательного процесса имеет большое педагогическое значение.

Во-первых, он позволяет четко и прозрачно представить структуру и логическое построение процесса обучения, что имеет решающее значение для обеспечения выполнения целей и задач, поставленных перед обучающимися. Эта прозрачность также обеспечивает легкость понимания учебного процесса для контролирующих и организующих органов, таких как кафедры, деканаты, учебные отделы, которые могут контролировать и оценивать эффективность учебного процесса.

Во-вторых, использование математических моделей позволяет оптимизировать структуру учебного процесса, делая его более эффективным и результативным. Разбивая процесс обучения на более мелкие блоки или модули, становится возможным определить области, в которых можно добиться улучшений, и ввести качественные и количественные оценки процесса обучения. Такой подход также позволяет легко корректировать процесс обучения в ответ на изменение содержания, количества часов аудиторных и самостоятельных занятий или введение определенных форм обучения.

В-третьих, блочно-модульный подход к построению образовательной программы позволяет внедрять межпредметные связи и учитывать определенные требования смежных кафедр, обеспечивая целостное и всестороннее обучение студентов. Такой подход также обеспечивает адаптацию образовательной программы к изменяющимся требованиям и потребностям региона или государства.

Отметим, что применение математических методов и моделей при разработке образовательного процесса дает многочисленные педагогические преимущества. Обеспечивая четкое и прозрачное представление процесса обучения, оптимизируя его структуру и позволяя внедрять междисциплинарные связи, он гарантирует, что студенты получат качественное и всестороннее образование, готовящее их к успеху в выбранной области. Таким образом, это мощный инструмент для педагогов и учебных заведений, стремящихся повысить эффективность и результативность своих образовательных программ.

### **Заключение**

В заключение, применение математических методов и моделей для проектирования образовательного процесса является важной областью исследований, которая может изменить качество и эффективность образования. Это позволяет преподавателям моделировать и анализировать различные сценарии, оптимизировать учебный процесс и оценивать влияние различных факторов на

результаты обучения. Таким образом, это область, которая требует дальнейших исследований и разработок для повышения качества образования и удовлетворения растущих потребностей общества в качественном и доступном высшем образовании.


Предлагаемая модель применима не только к разработке учебных планов и программ, но и к планированию и управлению образовательным процессом. Это позволяет системно подходить к проектированию образовательного процесса, разбивая его на отдельные модули, каждый со своими целями, задачами и критериями оценки. Кроме того, он дает четкое представление о логических связях между разными модулями, что позволяет лучше понять структуру образовательного процесса в целом.

### Список литературы


1. Голуб Е.В. Математические методы в управлении образованием // Проектирование и технология электронных средств обучения. 2014. № 3 (39). С. 23–32.
2. Григорьева Е.Ю. Математические методы и модели в управлении образовательной организацией // Научный журнал «Инновационная экономика и управление». 2022. Т. 1. № 3. С. 12–16.
3. Исакова Е.В., Жуковский Е.С. Математические методы в организации учебного процесса // Проблемы современной науки и образования. 2021. № 1. С. 19–21.
4. Коваленко И.Н., Борисова Т.В. Математические модели и методы в управлении качеством образовательных услуг // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. № 1-1. С. 186–192.
5. Лапыко Т.П., Тонких А.П., Данилова Т.В. Управленческие аспекты образовательной деятельности преподавателя вуза // Управление образованием: теория и практика. 2020. № 3(39). С. 57–65.
6. Петрушин В.Г. Моделирование учебного процесса в техническом вузе // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 4. С. 150–156.
7. Романов С.Н. Моделирование и оптимизация учебного процесса на основе математических методов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2020. № 5. С. 120–123.
8. Смолянинова О.В. Применение математических методов в процессе обучения вычислительной математике // Информатика и образование. 2019. Т. 23. № 3. С. 83–87.
9. Шишов В.В. Применение математических методов и моделей в обучении дискретной математике // Информатика и образование. 2018. Т. 22. № 3. С. 110–116.

### On the application of mathematical methods and models to the development of the educational process


#### **Polina A. Vysotskaya**

Senior Lecturer  
Moscow State Regional University  
Moscow, Russia  
vysotskayapa@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000


#### **Aleksandr I. Gurnikovskiy**

Post graduate student  
Southern Federal University  
Rostov-on-Don, Russia  
Finestudent1@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000

**Renata Yu. Gurnikovskaya**

associate professor  
Southern Federal University  
Rostov-on-Don, Russia  
prepodavatel.vuza@bk.ru  
 0000-0000-0000-0000


**Maria Yu. Osipova**

Lecturer  
Moscow school named in honour of Nobel Prize winner Petr Kapitza  
Moscow, Russia  
Finestudent23@yandex.ru  
 0000-0000-0000-0000

Received 21.02.2023

Accepted 03.03.2023

Published 15.04.2023

 10.25726/q8944-3290-4194-x

**Abstract**

Mathematical methods and models are successfully applied in various fields, including engineering, economics and social sciences. The application of mathematical methods and models to the design of the educational process is a logical continuation of this trend. The study is devoted to the use of a block-modular approach in the design of the educational process. The modules are interconnected and form the basis of a holistic educational process. This approach allows flexible design of educational programs that can be adapted to the needs of different groups of students. When designing the educational process, the mathematical theory of graphs was used. The learning process was associated with a graph in which each module is a node, and links between modules are represented by edges. This approach made it possible to analyze the educational process holistically and identify potential shortcomings of the process at the design stage. The proposed model of the educational process, developed using a block-modular approach and mathematical graph theory, made it possible to create optimal educational programs that take into account the level of development of students, negative factors that may affect their learning outcomes. The model can be used not only to develop and analyze work programs, but also to assess the quality of education. Qualitative and quantitative assessments of the model can be used by the supervisory departments of higher education institutions to ensure that educational programs meet the necessary requirements.

**Keywords**

graph theory, design and optimization of the educational process using mathematical methods.

**References**

1. Golub E.V. Matematicheskie metody v upravlenii obrazovaniem // Proektirovanie i tehnologija jelektronnyh sredstv obuchenija. 2014. № 3 (39). S. 23–32.
2. Grigor'eva E.Ju. Matematicheskie metody i modeli v upravlenii obrazovatel'noj organizaciej // Nauchnyj zhurnal «Innovacionnaja jekonomika i upravlenie». 2022. T. 1. № 3. S. 12–16.
3. Isakova E.V., Zhukovskij E.S. Matematicheskie metody v organizacii uchebnogo processa // Problemy sovremennoj nauki i obrazovanija. 2021. № 1. S. 19–21.
4. Kovalenko I.N., Borisova T.V. Matematicheskie modeli i metody v upravlenii kachestvom obrazovatel'nyh uslug // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. 2013. № 1-1. S. 186–192.