

## Системный анализ процесса приема абитуриентов в высшие учебные заведения

DOI: 10.35854/1998-1627-2019-10-91-96

УДК 378.1:004

**Иванов Сергей Александрович**

старший преподаватель Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики  
190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., д. 44а

**Удахина Светлана Вячеславовна**

заведующий кафедрой Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики,  
кандидат экономических наук, доцент,  
190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., д. 44а, e-mail: udahina@mail.ru

**Родионова Юлия Исуповна,**

старший преподаватель Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики  
190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., д. 44а

Исследование направлено на анализ процесса приема абитуриентов в высшие учебные заведения, разработку иерархического дерева подпроцессов (целей) приема и теоретико-множественной модели процесса.

**Цель.** Повышение эффективности работы высших учебных заведений за счет автоматизации процесса приема абитуриентов.

**Задачи.** Определить группы (категории) абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения. Разработать теоретико-множественную модель процесса приема абитуриентов. Построить иерархию процессов приема абитуриентов.

**Методология.** Для решения поставленных задач использованы методы системного анализа (структурно-параметрический анализ), методы моделирования (разработка теоретико-множественной модели).

**Результаты.** Проведен анализ различных категорий абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения; указанные категории представлены в виде множеств. Составлена теоретико-множественная модель, концептуально описывающая информационную систему, решающую задачу автоматизации приема абитуриентов. Разработано иерархическое дерево целей.

**Выводы.** Автоматизация приема документов абитуриентов — одна из важных задач современной инфраструктуры высших учебных заведений. Распределение потоков данных, защита персональных данных, сокращение времени, затрачиваемого на формирование личного дела абитуриента, позволяют повысить эффективность приемной кампании вузов. Концептуальное описание всех процессов, разработка их моделей и иерархии дают возможность спроектировать информационную систему, автоматизирующую задачу приема абитуриентов.

**Ключевые слова:** системный анализ, структурно-параметрический анализ, автоматизация процессов, дерево целей, теоретико-множественная модель.

**Для цитирования:** Иванов С. А., Удахина С. В., Родионова Ю. И. Системный анализ процесса приема абитуриентов в высшие учебные заведения // *Экономика и управление*. 2019. № 10 (168). С. 91–96. DOI: 10.35854/1998-1627-2019-10-91-96

## Systems Analysis of Admission to Higher Education Institutions

**Sergey A. Ivanov**

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics  
Lermontovskiy Ave 44/A, St. Petersburg, Russian Federation, 190103

**Svetlana V. Udakhina**

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics  
Lermontovskiy Ave 44/A, St. Petersburg, Russian Federation, 190103, e-mail: udahina@mail.ru

**Yuliya I. Rodionova**

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics  
Lermontovskiy Ave 44/A, St. Petersburg, Russian Federation, 190103

The presented study analyses the process of admission to higher education institutions, develops a hierarchical tree of the sub-processes (objectives) of admission and a set-theoretic model of the process.

**Aim.** The study aims to improve the efficiency of higher education institutions by automating the admission process.

**Tasks.** The authors identify groups (categories) of applicants to higher education institutions, develop a set-theoretic model of the admission process, and build a hierarchy of the admission process.

**Methods.** This study uses the methods of systems analysis (structural parametric analysis) and modeling (development of a set-theoretic model).

**Results.** Different categories of applicants to higher education institutions are analyzed; these categories are presented in the form of sets. A set-theoretic model is developed, which conceptually describes an information system that solves the problem of admission automation. A hierarchical objective tree is developed.

**Conclusions.** Automation of document submission is one of the key objectives of the modern infrastructure of higher education institutions. Distribution of data flows, protection of personal data, reduction in the time spent on the formation of the personal records of the applicants can improve the efficiency of admission campaigns at universities. A conceptual description of all processes along with the development of their models and hierarchy make it possible to design an information system for admission automation.

**Keywords:** *systems analysis, structural parametric analysis, process automation, objective tree, set-theoretic model.*

**For citation:** Ivanov S. A., Udakhina S. V., Rodionova Yu. I. Systems Analysis of Admission to Higher Education Institutions. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2019;(10):91–96. (In Russ.). DOI: 10.35854/1998-1627-2019-10-91-96

## Введение

Сегодня в России, учитывая возможность подачи документов удаленно в пять высших учебных заведений на три направления подготовки, перед вузами постоянно стоит вопрос максимальной автоматизации приема и обработки документов абитуриентов. В связи с этим можно выделить ряд категорий абитуриентов, каждая из которых будет иметь свою траекторию поступления.

Автоматизированная подсистема приемной комиссии (ПК) обеспечивает организацию и сопровождение ее деятельности на всех этапах, от плана набора абитуриентов до формирования контингента студентов первого курса, а также взаимодействует с подсистемами учебного отдела, отдела кадров и бухгалтерией с целью исключения дублирования работ между отделами. К приоритетным задачам этой подсистемы [1] можно отнести следующие: формирование плана набора абитуриентов на новый учебный год; прием и оформление документов абитуриента по специальностям; формирование различных отчетов о ходе работы ПК; подготовка документов для рекомендаций, подтверждения и зачисления абитуриентов по специальностям; формирование контингента студентов первого курса; управление пользователями; сверка данных операторов и данных системы.

Для формирования единой интегрированной информационной среды вуза модуль приемной комиссии является одним из главных во всей системе — именно из него вуз первоначально получает большой объем информации о поступившем студенте. Для проектирования информационной системы, решающей задачу

автоматизации, необходимо составить ее концептуальное описание.

## Анализ групп (категорий) абитуриентов

В первую очередь важно определить группы (категории) абитуриентов, информация о которых будет вноситься в модуль информационной системы «Абитуриент».

1. Абитуриенты, граждане Российской Федерации (РФ), поступающие в вуз после школы на основании ЕГЭ. Обозначим его как некоторое множество:

$$A_r = \langle I_r, V_r, P_r, D_r \rangle, \quad (1)$$

где  $I_r$  — информация об абитуриенте;  $V_r$  — результаты его вступительных испытаний;  $P_r$  — правила приема для этой категории абитуриентов;  $D_r$  — документы, представленные в приемную комиссию.

2. Абитуриенты, граждане РФ, имеющие право на поступление без представления результатов ЕГЭ, на основании внутренних вступительных испытаний, проводимых вузами самостоятельно. Представим эту категорию как следующее множество:

$$A_k = \langle I_k, V_k, P_k, D_k \rangle, \quad (2)$$

где  $I_k$  — информация об абитуриенте;  $V_k$  — результаты его вступительных испытаний;  $P_k$  — правила приема для этой категории абитуриентов;  $D_k$  — документы, представленные в приемную комиссию.

3. Абитуриенты, граждане РФ, имеющие определенные льготы при поступлении. Эту категорию можно представить как следующее множество:

$$A_l = \langle I_l, V_l, P_l, D_l \rangle, \quad (3)$$

где  $I_l$  — информация об абитуриенте;  $V_l$  — результаты его вступительных испытаний;  $P_l$  — правила приема для этой категории абитуриентов;  $D_l$  — документы, представленные в приемную комиссию.

4. Абитуриенты — иностранные граждане. Данная категория представима в виде множества:

$$A_i = \langle I_i, V_i, P_i, D_i \rangle, \quad (4)$$

где  $I_i$  — информация об абитуриенте;  $V_i$  — результаты его вступительных испытаний;  $P_i$  — правила приема для этой категории абитуриентов;  $D_i$  — документы, представленные в приемную комиссию.

Для указанных категорий будет своя траектория подачи документов и предоставления результатов вступительных испытаний. Таким образом, можно выделить некоторое множество  $A$  — комплексная информация об абитуриенте, где  $A_i \subset A, A_l \subset A, A_k \subset A, A_r \subset A$ . Помимо информации об абитуриенте, система должна иметь набор правил обработки информации  $Q$ , некоторый набор исключений  $R$  (к ним относятся, например, минимальные баллы по результатам вступительных испытаний для подачи документов), правила информационной безопасности при работе с персональными данными абитуриентов  $B$ , набор данных по идентификации пользователя в системе  $Y$  (технический секретарь, ответственный секретарь и др.). В целом для разрабатываемой модели целесообразно представить набор правил  $Q$  и набор правил  $B$  как некоторое объединенное множество правил  $(B \cup Q) \subset W$ .

### Разработка дерева целей и теоретико-множественной модели

Для описания разрабатываемой системы предлагается использовать теоретико-множественное описание, которое представляет собой универсальную модель. Она может быть применена к широкому классу систем. В моделях данного класса при описании объекта моделирования как системы находят отражение множества и заданные на этих множествах отношения. При моделировании в целом и при построении теоретико-множественных моделей в частности отношениям отводится важнейшее место, поскольку всякое отношение можно рассматривать как описание состояний объектов и их взаимодействие [2].

Теоретико-множественный анализ способствует проведению анализа структуры системы. В зависимости от поставленных целей и изучаемой системы в ходе теоретико-множественного анализа выделяются элементы си-

стемы, существующее взаимодействие между ними, что приводит к выявлению структуры системы [3].

Ввиду того, что понятие «отношение» используется при моделировании как базовое, то определяющими будут являться такие атрибуты, как:

- 1) размерность, т. е. мера данного свойства, определяющая соответствующую единицу измерения;
- 2) обязательное свойство, по которому и определяется отношение рассматриваемых элементов;
- 3) вся область значений, которая представляет собой базовое множество данного свойства;
- 4) имя того отношения, которое будет являться символическим ярлыком его сущности;
- 5) время, к которому относится отношение (будущее, настоящее или прошедшее);
- 6) формула, представляющая собой конструкцию из символов языка, отражающую сущность отношения.

При этом главными будут следующие свойства отношений:

1. Местность: по количеству своих аргументов отношение может быть одноместным, двуместным, трехместным и т. д. —  $n$ -местным.
2. Сущность, которая является концентрированным выражением совокупности основных логических свойств отношения: рефлексивности и антирефлексивности, симметричности и антисимметричности, транзитивности.
3. Предметность, устанавливающая связь отношения с конкретными свойствами конкретных элементов.
4. Истинность — важная характеристика реальности отношения в определенных условиях.

Исходя из приведенного анализа и разработанных кортежей множеств по разным категориям абитуриентов, правилам и процедурам, можно составить теоретико-множественную модель:

$$U = \langle A, W, R, Y \rangle, \quad (5)$$

где  $A$  — комплексная информация об абитуриенте;  $W$  — объединенное множество правил;  $R$  — набор исключений;  $Y$  — набор данных по идентификации пользователя в системе.

Среди всех выделенных компонентов интегрированной информационной системы — модуля «Абитуриент» — особое место занимают цели, поскольку ради их достижения и выстраиваются все процессы внутри системы. Определение этих целей является важнейшей задачей при проектировании любой системы управления. В основе теоретико-множественного описания системы как сложного объекта лежит описание, состоящее из структуры



Рис. 1. Иерархия процессов

целей, их отношений и связей. В качестве наиболее удобного и многократно апробированного на практике инструмента предлагается использовать построение целевой модели в виде древовидного графа — дерева целей, т. е. структурированной, построенной по иерархическому принципу (ранжированная и распределенная по уровням) совокупности целей разрабатываемой интегрированной информационной системы.

Метод иерархического дерева целей ориентирован на получение устойчивой и полной структуры целей, направлений, проблем, которая на протяжении определенного периода будет мало изменяться при неизбежных переменных, происходящих во внешней среде. Для построения такого дерева используются, как правило, две операции: структуризация (выделение связей между компонентами) и декомпозиция (выделение компонентов). Под декомпозицией понимается поэтапное разбиение целей, т. е. переход от более укрупненного, общего представления к более частному, или, иными словами, дифференцированному. Количество уровней декомпозиции зависит от сложностей поставленных целей и масштабов системы, рассматриваемой как объекта.

Таким образом, для визуального представления процессов приема рекомендуется использовать иерархическое дерево целей [4; 5]. Декомпозицию процессов при оформлении личного дела абитуриента можно представить в виде рисунка 1.

### Экономическая эффективность проекта

В дальнейшем для разработки информационной системы (ИС) — модуля «Абитуриент» единой интегрированной ИС вуза — целесообразно применять одну из методик по оценке экономической эффективности внедрения новых информационных технологий в ИТ-инфраструктуру предприятия. Среди наиболее актуальных методов оценки экономической эффективности можно выделить [6] следующие:

1. Методику Internal Rate of Return (IRR), по которой рассчитывается чистая приведенная стоимость на основании анализа потока платежей, дисконтированных к дате выполнения расчета.
2. Методику Return of Investment (ROI), базирующуюся на финансовом коэффициенте, учитывающем уровень доходности и убыточности бизнеса, получаемый при анализе суммы сделанных в этот проект инвестиций.
3. Методику Total Economic Impact (TEI) — методику оценки совокупности экономического эффекта, включающую в себя не только анализ затрат и снижения себестоимости, но и оценку значимости технологии в контексте повышения эффективности общих бизнес-процессов.

Часто используется и методика оценки совокупной ценности информационных технологий для бизнеса (Total Value of Opportunity, TVO). С ее применением возможно оценить, как инвестиции в ту или иную технологию отразятся

в целом на успешности бизнеса. Оценка в данном случае производится по пяти направлениям. В их числе — стратегическое согласование, показателем эффективности которого будет балльная оценка ИТ-сервисов; воздействие на бизнес-процессы, показатель — балльная оценка КРІ бизнес-процессов; архитектура, показатель — балльная оценка удаленности архитектуры; прямая окупаемость, эффективность которой оценивается денежными потоками; экспертно определенный балл рисков.

При оценке прямой окупаемости внедрения интегрированной информационной системы (модуля «Абитуриент») в соответствии с методикой TVO совокупная стоимость владения рассчитывается от трех до пяти лет вперед. Общим критерием эффективности в числовом значении весового балла считается совокупность оценки перечисленных направлений, которые выражаются как прямыми расчетами на базе данных о предприятии, разработке и внедрении в архитектуру информационной системы, так и экспертной оценки (например, рисков). Для анализа рисков желательно применять систему сбалансированных показателей с разделением на опережающие и запаздывающие показатели, что связано с особенностью категорий затрат в каждом образовательном учреждении. Для оценки затрат на внедрение данной системы в Санкт-Петербургском университете технологий управления и экономики следует представить их по категориям.

Во-первых, учитываются затраты на программное обеспечение и его интеграцию. Рассмотрим особенности затрат на frontend. Интеграция в вузе будет составлять самую большую статью затрат, поскольку список используемых приложений для автоматизации бизнес-процессов подразделений вуза объемный для такого типа организации и разнообразный. В процессе решения этих задач задействованы приемная комиссия, студенческий отдел кадров, бухгалтерия, деканат.

Каждое из подразделений имеет собственное программное обеспечение. Все приложения нуждаются в интеграции, а это дополнительные трудозатраты на разработку, приобретение программного обеспечения, на обучение пользователей.

Во-вторых, существуют затраты на backend, связанные с особенностью большого количества платформ, на которых должно работать приложение, и, как следствие, увеличение трудозатрат. В-третьих, находят отражение и затраты на внедрение, связанные с затраченным временем на планирование, тестирование, обучение, тестирование после внедрения. В-четвертых, большую роль при привлечении разработчика со стороны играют затраты на консультирование. Оно может понадобиться не только сотрудникам, принимающим участие в развертывании разработанного программного обучения, но и конечным пользователям, которые будут работать с системой. В-пятых, нельзя не учитывать затраты на конвертацию имеющихся данных прошлых лет, что иногда представляет собой самую большую проблему при несоблюдении условия структурированности информации в используемых базах данных в учебном заведении.

## Заключение

Итак, по итогам исследования нами определены группы (категории) абитуриентов, поступающих в высшие учебные заведения, обоснован теоретико-множественный подход к концептуальному описанию системы и разработана теоретико-множественная модель процесса приема абитуриентов, построена иерархия процессов приема абитуриента. На базе предложенной теоретико-множественной модели и иерархии процессов в дальнейшем целесообразно, на наш взгляд, разработать алгоритмы модуля информационной системы вуза «Абитуриент», спроектировать, сформировать информационную систему.

## Литература

1. Габеева Д. А., Немчинова Т. В. Информационная система автоматизации деятельности приемной комиссии «Абитуриент» // *Инновационные технологии в науке и образовании: сб. тр. 4-й междунар. науч.-практ. конф. Улан-Удэ, 2015. С. 190–195.*
2. Пицык В. В., Гамаюнов Е. Г., Жданов Д. Ю. Теоретико-множественная модель информационного обеспечения в системах управления // *Метрология. 2008. № 7. С. 3–9.*
3. Ильина Е. А., Чеканова Е. Д. Теоретико-множественная модель взаимодействия компонентов системы [Электронный ресурс] // *Apriori. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 6. С. 19. URL: <http://www.apriori-journal.ru/journal-estesvennie-nauki/id/1020> (дата обращения: 17.09.2019).*
4. Шегал Б. Р., Молодкин Е. К. Выбор «дерева целей» по критерию информационной полезности // *Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. Новосибирск, 2010. № 4 (62). С. 141–148.*
5. Удахина С. В., Костин Г. А. Использование метода анализа иерархий при решении задачи выбора образовательной организации // *Ученые записки Санкт-Петербургского университета управления и экономики. 2015. № 4 (52). С. 21–30.*

6. Иванов С. А., Квятковская И. Ю. Использование методики оценки совокупности ценности (ТВО) для определения эффективности системы поддержки принятия решений при выборе комплектующих автоматизированной системы закрытого грунта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2019. № 1 (45). С. 110–117. DOI: 10.21672/2074-1707.2019.45.1.110-117

### References

1. Gabeeva D. A., Nemchinova T. V. Information system for the automation of the activities of the admission committee “Abiturient”. Innovative technologies in science and education. Proc. 4<sup>th</sup> Int. sci.-pract. conf. Ulan-Ude: Buryat State University; 2015:190-195. (In Russ.).
2. Pitsyk V. V., Gamayunov E. G., Zhdanov D. Yu. Set-theoretical model of dataware in control systems. *Metrologiya*. 2008;(7):3-9. (In Russ.).
3. Il'ina E. A., Chekanova E. D. Set-theoretic model of the interaction between the system components. *Apriori. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*. 2015;(6):19. URL: <http://www.apriori-journal.ru/journal-estesvennye-nauki/id/1020> (accessed on 17.09.2019). (In Russ.).
4. Shegal B. R., Molodkin E. K. The choice of the “target tree” by the criterion of informational usefulness. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Transaction of Scientific Papers of the Novosibirsk State Technical University*. 2010;(4):141-148. (In Russ.).
5. Udakhina S. V., Kostin G. A. Using the method of hierarchy analysis in solving the problem of choosing an educational organization. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo universiteta upravleniya i ekonomiki*. 2015;(4):21-30. (In Russ.).
6. Ivanov S. A., Kvyatkovskaya I. Yu. Using the methodology for assessing the total value of opportunity (ТВО) to determine the effectiveness of the decision support system when choosing components of an automated indoor soil system. *Prikaspiiskii zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii = Caspian Journal: Management and High Technologies*. 2019;(1):110-117. (In Russ.). DOI: 10.21672/2074-1707.2019.45.1.110-117