

УДК 004.421+378.141.21

DOI: [10.26102/2310-6018/2025.48.1.025](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2025.48.1.025)

Комплекс программ для определения высших приоритетов абитуриентов в конкурсных списках

Н.Ю. Барышникова^{1✉}, А.В. Васин¹, А.В. Галин¹, А.С. Ратманов²

¹*Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация*
²*ООО «АВРО», Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Резюме. В статье рассмотрены вопросы автоматизации функционала приемной кампании образовательной организации высшего образования, в частности, вопросы, связанные с введением приоритетов зачисления. Абитуриент подает заявление о приеме на программы высшего образования. В нем он обозначает отдельные конкурсные группы и приоритеты зачисления по каждой из них. Исходя из представленной информации, образовательная организация высшего образования определяет высшие приоритеты для дальнейшего зачисления абитуриентов. Представленный в данной статье комплекс программ является актуальным инструментом решения задачи автоматического определения высших приоритетов. Разработанный авторами комплекс состоит из двух подпрограмм. Каждая подпрограмма содержит свой собственный реализованный алгоритм. Одним из алгоритмов для решения поставленной задачи является алгоритм на основе использования метода «грубой силы» (метода полного перебора). Данный метод доказал свою простоту в реализации и читаемость кода. Также в комплексе программ реализован алгоритм Гейла-Шепли. Он характеризуется поиском устойчивых паросочетаний между двумя группами участников. В рамках данной статьи подробно представлены основные этапы работы комплекса программ. В завершение авторами проанализированы полученные результаты реализованных алгоритмов. Сделан вывод об эффективности алгоритмов. Полученные в статье результаты в виде комплекса программ предложено использовать сотрудникам приемных комиссий образовательных организаций высшего образования при проведении нового набора в части автоматизации определения высших приоритетов абитуриентов в конкурсных списках.

Ключевые слова: комплекс программ, метод «грубой силы», алгоритм Гейла-Шепли, приемная кампания, приемная комиссия, абитуриент, приоритет, зачисление, устойчивые паросочетания.

Для цитирования: Барышникова Н.Ю., Васин А.В., Галин А.В., Ратманов А.С. Комплекс программ для определения высших приоритетов абитуриентов в конкурсных списках. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2025;13(1). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1814> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.025

Complex of programs for determining the highest priorities of enrollees in the competitive lists

N.Y. Baryshnikova^{1✉}, A.V. Vasin¹, A.V. Galin¹, A.S. Ratmanov²

¹*Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, the Russian Federation*
²*AVRO Ltd, Saint-Petersburg, the Russian Federation*

Abstract. The article discusses the issues of automation of the functionality of the admission campaign of the educational organization of higher education, in particular, issues related to the introduction of enrollment priorities. The enrollee applies for admission to higher education programs. In it, it denotes individual competitive groups and enrollment priorities for each of them. Based on the information provided, the educational organization of higher education determines the highest priorities for the

further enrollment of enrollee. The complex of programs presented in this article is an urgent tool for solving the problem of automatically determining the highest priorities. The complex developed by the authors consists of two subprograms. Each subroutine contains its own implemented algorithm. One of the algorithms for solving the problem is an algorithm based on the use of the «brute force» method (the exhaustive search method). This method has proven its simplicity in implementation and readability of the code. Also, the Gale-Shapley algorithm is implemented in the complex of programs. It is characterized by the search for stable matchings between two groups of participants. Within the framework of this article, the main stages of the complex of programs are presented in detail. Finally, the authors analyzed the results of the implemented algorithms. It is concluded that the algorithms are effective. The results obtained in the article in the form of a complex of programs are proposed to be used by employees of admission commissions of educational institutions of higher education when conducting a new recruitment in terms of automation of determining the highest priorities of applicants in the competitive lists.

Keywords: complex of programs, «brute force» method, Gale-Shapley algorithm, admission campaign, selection committee, enrollee, priorities, enrollment, stable matchings.

For citation: Baryshnikova N.Y., Vasin A.V., Galin A.V., Ratmanov A.S. Complex of programs for determining the highest priorities of enrollees in the competitive lists. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2025;13(1). (In Russ.). URL: <https://moitvivi.ru/ru/journal/pdf?id=1814> DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.025

Введение

В современных условиях сотрудниками приемной комиссии (далее – ПК) образовательной организации высшего образования (далее – образовательная организация, вуз) обрабатывается большой объем информации, который связан с организацией и проведением приемной кампании на всех ее основных этапах. ПК занимается решением задач, таких как обработка заявлений о приеме, проверка достоверности предоставленной информации поступающими, подготовка статистических, аналитических и списочных отчетных форм, формирование конкурсных списков и многое другое. Особенно сильно возрастает нагрузка в периоды приема документов и зачисления абитуриентов на образовательные программы высшего образования. С введением приоритетов зачисления вузам в соответствии с Приказом Минобрнауки России от 27.11.2024 № 821¹ (далее – Порядок приема) требуется дополнительно решить задачу определения в конкурсных списках лиц, подавших заявление о приеме, высших приоритетов (далее – приоритеты). Важным новшеством будущей приемной кампании 2025 года является введение основного высшего приоритета (далее – ОВП) и высшего проходного приоритета (далее – ВПП). В контексте процедуры приема в вузы данные термины относятся к системе ранжирования предпочтений абитуриентов. Оба понятия играют важную роль в стратегии подачи документов и выборе образовательных траекторий, позволяя поступающим оптимально распределить свои усилия и ресурсы в процессе поступления. Как указано в пункте 96 Порядка приема «основной высший приоритет – наиболее высокий приоритет зачисления, по которому поступающий проходит по конкурсу, определяемый для поступающих, включенных в конкурсный список, вне зависимости от наличия согласия на зачисление». Начиная с 2025 года приема, наличие ранее отмененного согласия на зачисление снова является важнейшим условием поступления абитуриентов в образовательную организацию на бюджетные места. Также данный пункт Порядка

¹ Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27 ноября 2024 г. № 821 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411290031> (дата обращения: 16.12.2024).

приема дает следующее определение второму термину: «высший проходной приоритет – наиболее высокий приоритет зачисления, по которому поступающий проходит по конкурсу, определяемый для поступающих, представивших согласие на зачисление». Однако в отличие от ОВП определение ВПП для абитуриентов осуществляется строго при наличии в вузе согласия на зачисление.

При подаче заявления о приеме на программы высшего образования абитуриент указывает предпочтительные конкурсные группы и расставляет приоритеты зачисления для каждой из них. Согласно пункту 12 Порядка приема под конкурсной группой понимается отдельный конкурс, который проводится по совокупности условий поступления на обучение:

- образовательная организация (филиал);
- форма обучения;
- направленность (профиль) образовательной программы;
- источник финансирования мест;
- вид мест в рамках контрольных цифр приема (далее – КЦП, бюджетные места).

Приоритеты зачисления в заявлении о приеме на программы высшего образования абитуриент задает с помощью порядковых номеров, начиная с единицы. Данные номера отражают степень заинтересованности поступающего. По мере увеличения порядковых номеров снижается приоритетность зачисления. Путем расстановки в заявлении о приеме приоритетов зачисления абитуриент демонстрирует свое намерение поступить на конкретные конкурсные группы в определенной последовательности [1] и продолжать дальнейшее обучение на условиях, предлагаемых образовательной организацией. При выборе конкурсных групп поступающий устанавливает две разные последовательности приоритетов зачисления на места в рамках КЦП и на платные места. На основании данной информации образовательная организация формирует конкурсные списки по каждой отдельной конкурсной группе. В представленных списках находится ранжированный перечень кандидатов на поступление, которые подали заявление о приеме, предоставив все требуемые документы, а также имеют необходимые результаты ЕГЭ и /или вступительных испытаний.

Согласно пункту 92 Порядка приема зачисление абитуриентов производится на основании информации, содержащейся в конкурсных списках с учетом указанных в заявлениях о приеме приоритетов зачисления. Зачисление осуществляется до полного заполнения имеющихся бюджетных мест. В случае наличия свободных мест после окончания процесса зачисления образовательная организация проводит дополнительный прием. На основании пункта 96 Порядка приема вуз для зачисления определяет приоритеты поступающего: ОВП и ВПП. Иными словами, образовательная организация определяет конкурсную группу, на которую при условии прохождения и наличия согласия на зачисление абитуриент может быть зачислен автоматически.

На основании пункта 76 Порядка приема абитуриент имеет право вносить любые изменения в поданное заявление о приеме. Допустимо изменять конкурсные группы (дополнять или исключать), а также менять ранее указанные приоритеты зачисления. На ЕПГУ изменение приоритетов зачисления возможно осуществлять не чаще одного раза в два часа. Установлен и предельно допустимый срок внесения изменений – не позднее дня завершения приема заявлений и документов, т.к. изменения приводят к перераспределению приоритетов среди всех участников конкурса. Таким образом, приоритеты представляют собой динамическую величину и вызывают дополнительные сложности в работе сотрудников ПК.

Одним из самых результативных способов решения вопросов, связанных со снижением рабочей нагрузки, возлагаемой на сотрудников ПК, и сокращением количества возможных ошибок, в том числе в вопросах определения приоритетов абитуриентов в конкурсных списках, служит применение специализированных инструментов и технологий сбора, обработки, хранения, преобразования и предоставления массивов информации [2]. В свою очередь, современные научно-технические инновации в сфере информационных технологий проявляются в создании и развитии комплексов программ, которые в полной мере позволяют автоматизировать функционал приемной кампании [3, 4]. Авторами статьи, учитывая вышеизложенное, была определена цель работы – разработка комплекса программ для ПК. Комплекс позволит автоматизировать процесс определения приоритетов поступающего на каждом этапе зачисления, принимая во внимание ранее расставленные в заявлении о приеме приоритеты зачисления. Для достижения поставленной цели предлагается разработать алгоритм, который способен решить данную задачу за приемлемое время и предоставить результаты работы в форме конкурсных списков с указанием приоритетов. Алгоритм должен быстро и точно определять любой из приоритетов поступающих.

Постановка задачи

Разработать комплекс программ с целью дальнейшего зачисления абитуриентов на программы высшего образования. Комплекс должен включать в себя алгоритм определения приоритетов поступающих в конкурсных списках. Комплекс программ разрабатывается для проведения приемной кампании в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» (далее – ГУМРФ) на основе имеющейся в вузе собственной автоматизированной системы управления «Университет» (далее – АСУ «Университет») [5]. Для реализации алгоритма, содержащегося в комплексе программ, авторами статьи предлагается использовать метод «грубой силы» (метод полного перебора) и алгоритм Гейла-Шепли. Таким образом, в рамках комплекса программ предлагается реализовать две подпрограммы, содержащие упомянутые алгоритмы. Следует учитывать, что в случае изменения абитуриентов для всех участников конкурса происходит полное перераспределение приоритетов, поэтому требуется предусмотреть возможность повторного вызова алгоритма. В завершении следует провести анализ полученных результатов и сделать вывод об эффективности работы алгоритмов.

Материалы и методы

Рассмотрим математическую постановку задачи автоматизации определения приоритетов поступающих в конкурсных списках. Пусть даны два конечных непересекающихся множества:

– $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – множество кандидатов, подавших заявление о приеме на программы высшего образования с указанием приоритетов зачисления;

– $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ – множество конкурсных групп, которые предлагает образовательная организация для приема абитуриентов [6].

Каждый абитуриент a_i имеет собственные предпочтения, обозначенные в заявлении о приеме в виде приоритетов зачисления на множестве конкурсных групп B . Данные предпочтения допустимо представить в виде упорядоченного списка $P(a_i)$ элементов множества $B \supset \{a_i\}$. Например, $P(a_4) = b_3 b_2 a_4 b_5 \dots b_1$ означает, что абитуриент a_4 предпочитает быть зачисленным в конкурсную группу b_3 . Далее по убыванию приоритетов в конкурсную группу b_2 и т. д., а конкурсная группа b_1 наименее предпочтительна для

поступления, но рассматривается абитуриентом как одно из возможных мест дальнейшего обучения. Аналогично можно представить ситуацию с точки зрения предпочтений конкурсной группы b_j – упорядоченный список $P(b_j)$ элементов множества $A \supset \{b_j\}$, где упорядочивание произведено в соответствии с правилами ранжирования. Для решения задачи следует учесть, что конкурсная группа имеет ограниченное количество бюджетных мест $b_j \geq 1$. При строгом задании параметров также учитывается возможность создания множества пар (a_i, b_j) , соответствующих количеству бюджетных мест. Зададим множество бюджетных мест конкурсных групп $L = \{l_1, l_2, \dots, l_k\}$. Предпочтения для каждого места в конкурсе совпадают с ранее определенным предпочтением конкурса $P(b_j)$. Запишем результаты попарных сравнений, основываясь на предпочтениях, как $a_i > b_j$. Следует отметить, что все предпочтения однозначно заданы.

Пусть P будет обозначать совокупность предпочтений всех элементов множеств $P = \{P(a_1), P(a_2), \dots, P(a_n), P(b_1), P(b_2), \dots, P(b_m)\}$. Абитуриенты имеют отличающиеся друг от друга предпочтения на множестве конкурсных групп, аналогично складывается ситуация и для конкурсных групп. Таким образом, модель попарного распределения абитуриентов и бюджетных мест конкурсных групп определяется двумя множествами элементов A и L , а также набором предпочтений P .

Распределение по парам μ является взаимно однозначным отображением множества $A \supset L$ само на себя. Данное распределение обладает рядом свойств:

- $\mu(a_i) \in L \supset \{a_i\}$; $\mu(l_m) \in A \supset \{l_m\}$ – каждый абитуриент или каждое бюджетное место в конкурсной группе либо связаны, либо остаются свободными;
- если $\mu(a_i) = l_m$, то $\mu(l_m) = a_i$ – если абитуриент a_i связан с местом в конкурсной группе l_m , то данное место l_m также однозначно связано с данным абитуриентом a_i .

Распределение по парам считается нестабильным, если имеется блокирующее соединение или элемент, а именно, если выполняются следующие условия:

- существуют абитуриент a_i и бюджетное место l_m , такие, что выполняется $a_i > b_j \mu(a_i)$ и $l_m > a_i \mu(a_i)$, т. е. они предпочитают быть в паре друг с другом больше, чем возможность остаться в соответствии в распределении μ ;
- существует абитуриент a_i , для которого $a_i > a_i \mu(a_i)$, т. е. абитуриент в одностороннем порядке изъявляет желание разорвать связь, установленную в распределении μ ;
- существует бюджетное место в конкурсе l_m , для которого $l_m > l_m \mu(l_m)$, т. е. бюджетное место из конкурсной группы в одностороннем порядке изъявляет желание разорвать связь, установленную в распределении μ .

Стоит отметить, что оба реализуемых в комплексе программ алгоритма предотвращают возникновение нестабильного распределения. В свою очередь, распределение по парам считается стабильным, если отсутствуют блокирующие элементы или соединения.

Постановка задачи, рассматриваемой в рамках статьи, аналогична постановке задачи, известной как задача о поиске стабильных распределений (устойчивых паросочетаний) [7–10]. Согласно алгоритму Гейла-Шепли, множество стабильных распределений по парам не пустое и может быть достигнуто реализацией данного итеративного алгоритма. Также стабильное распределение может быть достигнуто методом полного перебора. Для реализации предложенного авторами статьи комплекса программ предлагается использовать оба подхода.

1. Метод «грубой силы» (метод полного перебора) является одним из самых первых методов решения практических математических задач. Суть данного метода заключается в рассмотрении (исчерпывающем переборе) [11] всех возможных вариантов для нахождения оптимального результата. Поиск устойчивых паросочетаний методом перебора прост в реализации. Следует отметить, что затраты на выполнение данного поиска соотносятся с числом потенциальных решений, которое имеет тенденцию быстро увеличиваться при возрастании объема входных данных [12, 13]. Таким образом, метод перебора применяется преимущественно в ситуациях, когда размер задачи ограничен. Возможно, существует ряд эвристик, специфичных для данной задачи, которые могут помочь сократить множество возможных решений до разумного объема. Метод применяется в случаях, когда простота реализации важнее, чем скорость обработки информации. Таким образом, алгоритм «грубой силы» для задачи определения приоритетов абитуриентов в конкурсных списках будет рассматривать все потенциальные паросочетания и проверять их на устойчивость до полного заполнения установленного количества бюджетных мест в конкурсных группах.

2. Алгоритм Гейла-Шепли – единственный из существующих на сегодняшний день алгоритмов, который эффективно определяют устойчивые паросочетания. Он был разработан американскими учеными Дэвидом Гейлом и Ллойдом Шепли в 1962 году [8]. Основная идея заключается в следующем: одна сторона последовательно выдвигает предложения, основываясь на имеющихся предпочтениях, тогда как другая сторона либо принимает их, либо отклоняет, руководствуясь своим собственными предпочтениями. В результате получается достоверный механизм с точки зрения участников предложения, которые получают наиболее предпочтительную пару. Ранее алгоритм зарекомендовал себя в различных областях, связанных с распределением ресурсов, например, при распределении работников по фирмам, донорских органов по реципиентам и, в том числе, алгоритм зарекомендовал себя в процессе приема абитуриентов в образовательные организации [10, 14]. Алгоритм гарантирует стабильное распределение по парам «абитуриент – конкурсная группа». В дальнейшем за решение такого рода задач Ллойд Шепли и Элвин Рот получили Нобелевскую премию по экономике 2012 года [9]. Алгоритм Гейла-Шепли для задачи определения приоритетов абитуриентов в конкурсных списках будет работать до тех пор, пока либо не закончатся свободные бюджетные места, либо не попробует поступить последний абитуриент.

Таким образом, для решения задачи, рассматриваемой в рамках статьи, при разработке комплекса программ авторами предложены варианты реализации алгоритмов методом «грубой силы» и алгоритма Гейла-Шепли.

Результаты

В ГУМРФ на протяжении последних лет для оптимизации ключевых процессов деятельности образовательной организации применяется собственная АСУ «Университет» [5]. Основой для разработки данной системы служит программный продукт «1С:Предприятие 8». Программный продукт пользуется высокой популярностью для разработки комплексных автоматизированных информационных систем в образовательных организациях. АСУ «Университет» включает в свой состав отдельные функциональные модули, например, бухгалтерия, распределение нагрузки профессорско-преподавательского состава, учет оказания платных образовательных услуг, которые совместно образуют единую систему,

АСУ «Университет» посредством подсистемы «Приемная кампания» организует все основные процессы приемной кампании и предоставляет полное сопровождение всех этапов, начиная от приема документов абитуриентов и заканчивая формированием

контингента обучающихся первого курса. Данная подсистема тесно взаимодействует с другими подсистемами. Она обеспечивает решение следующих задач:

- прием и оформление заявлений о приеме абитуриентов на выбранные конкурсные группы с учетом расставленных приоритетов;
- обеспечение обмена данными с ФИС ГИА и приема;
- обеспечение обмена данными с суперсервисом «Поступление в вуз онлайн»;
- формирование конкурсных списков;
- определение ОВП и ВПП абитуриентов в конкурсных списках;
- подготовка приказов для зачисления абитуриентов на образовательные программы высшего образования;
- формирование контингента обучающихся первого курса;
- формирование статистической отчетности по деятельности ПК и т. д.

Обратимся к описанию режимов работы и структуры комплекса программ. Комплекс представляет собой внешнюю обработку и состоит из двух подпрограмм:

1. Подпрограмма 1 – определение приоритетов абитуриентов в конкурсных списках на основе метода «грубой силы» (полного перебора).

2. Подпрограмма 2 – определение приоритетов абитуриентов в конкурсных списках на основе алгоритма Гейла-Шепли.

Обе подпрограммы созданы средствами программного продукта «1С:Предприятие 8», на котором полностью реализована АСУ «Университет». Каждая из них содержит собственный алгоритм решения поставленной задачи. Соответственно подпрограммы не зависят друг от друга, а значит могут выполняться параллельно.

На этапе проектирования комплекса программ авторами статьи был поставлен вопрос об оценке эффективности (оптимальности) применения выбранных алгоритмов для решения обозначенной задачи. Классическая задача определения устойчивых паросочетаний на основе алгоритма Гейла-Шепли имеет временную сложность $O(n^2)$. Время выполнения линейно пропорционально объему входных данных. Полный перебор всех возможных вариантов размещений упорядоченных наборов в рамках установленного количества бюджетных мест в конкурсных группах из множества абитуриентов с использованием метода «грубой силы» имеет значительно большую временную сложность – не менее числа возможных размещений. В практическом плане решение задачи связано с ограничениями КЦП. Присутствует также следующее дополнительное ограничение: исходные данные представляют собой заранее отсортированные массивы данных (ранжированные списки поступающих). Таким образом, работа по перебору с верхних позиций рейтинга абитуриентов значительно снижает количество рассматриваемых размещений. При выборе алгоритма Гейла-Шепли работа по определению устойчивых паросочетаний осуществляется с классической задачей [15]. Дополнительно для оценки эффективности применения каждого отдельно взятого алгоритма комплекса программ при его работе выводится количество произведенных перестановок и осуществляется замер времени выполнения.

Структурная схема функционирования комплекса программ представлена на Рисунке 1.

Подпрограммы и соответствующие им алгоритмы для дальнейшей работы получают на вход данные, заранее внесенные в АСУ «Университет». На начальной стадии сотрудники ПК вводят основную информацию о предстоящей приемной кампании. Она отражает следующие основные характеристики:

- сроки проведения приемной кампании;
- предлагаемые конкурсные группы;
- количество бюджетных мест;

- количество платных мест;
- вступительные испытания и т. д.

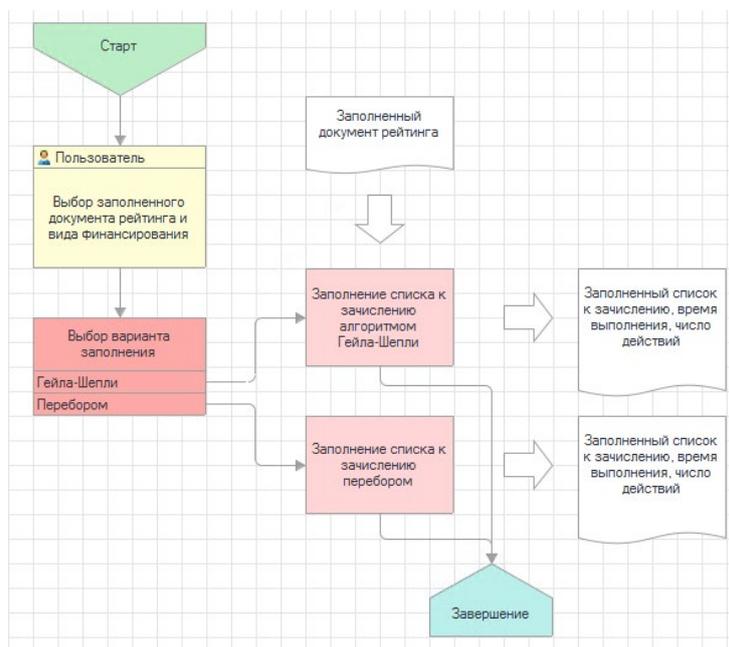


Рисунок 1 – Структурная схема функционирования комплекса программ
Figure 1 – Structural diagram of the functioning of the complex of programs

Старт приемной кампании дает начало второму этапу. Сотрудники ПК получают от абитуриентов заявления о приеме, в которых по каждой конкурсной группе указаны приоритеты зачисления. Далее в АСУ «Университет» с использованием документа «Заявления на прием» [6] вносятся соответствующие данные (Рисунок 2). При заполнении документа стоит учитывать высокую вероятность возникновения ошибок со стороны сотрудников ПК. В связи с этим данные факторы были учтены при разработке комплекса программ и дополнительно внедрены алгоритмы проверки исходных данных. Получение сотрудниками ПК заявлений о приеме также осуществляется из внешних сервисов, таких как ЕПГУ, с помощью отдельно разработанной автоматизированной программной обработки.

Рисунок 2 – Документ «Заявления на прием»
Figure 2 – Document «Application for admission»

На основании внесенной сотрудниками ПК из заявлений о приеме информации в АСУ «Университет» для каждой конкурсной группы в документе «Текущий рейтинг по конкурсным группам» (Рисунок 3) формируется отдельный список поступающих [6].

содержит перечень абитуриентов, которые имеют права на зачисление в образовательную организацию. Происходит ее инициализация.

3. С помощью оператора цикла «Пока ...» запускается циклическое повторение конструкций, находящихся внутри тела цикла. В теле цикла описаны вложенные циклы «Для Каждого ...», благодаря которым осуществляется перебор всех подавших заявление о приеме. На каждой отдельной итерации алгоритма работа происходит с конкретным абитуриентом. В первую очередь осуществляется проверка возможности его поступления по конкурсу в пределах установленных КЦП. Также обязательно реализуется проверка наличия свободных бюджетных мест в рамках отдельно взятой конкурсной группы. Дополнительно производится анализ других конкурсных групп, которые были указаны абитуриентом в заявлении о приеме. В результате работы алгоритма определяется конкурсная группа с наиболее высоким приоритетом зачисления, по которому поступающий проходит по конкурсу. С учетом данного решения на последующих итерациях продолжается дальнейшая работа. Алгоритм продолжает свою работу до полного заполнения установленного количества бюджетных мест и отсутствия перестановок в последней итерации.

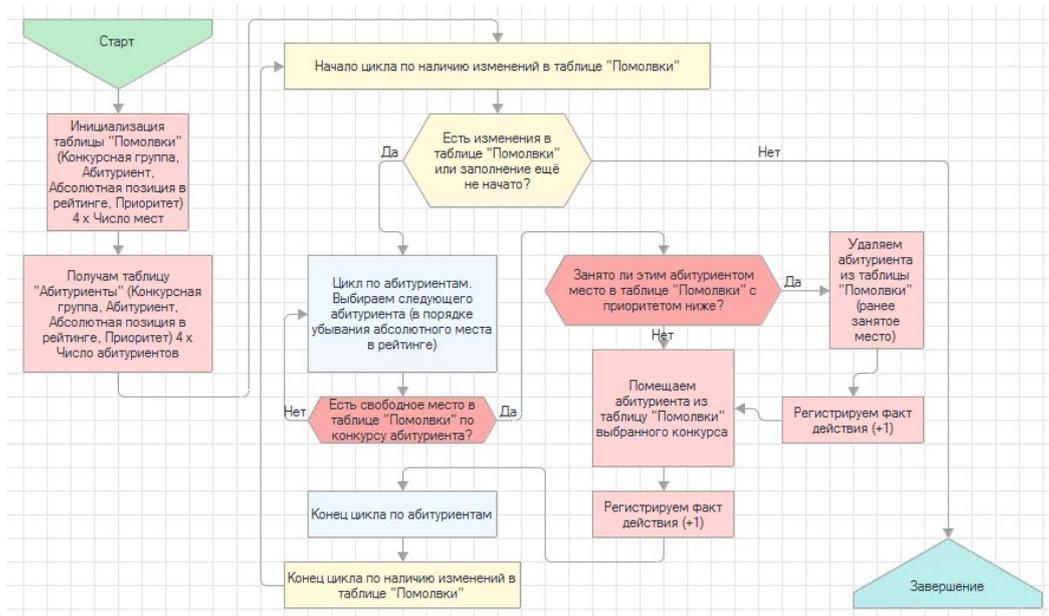


Рисунок 5 – Блок-схема работы подпрограммы комплекса на основе метода «грубой силы»
 Figure 5 – Block diagram of the operation of the subroutine of the complex of programs based on the «brute force» method

4. Результатом работы алгоритма является отдельный конкурсный список по каждой конкурсной группе. На Рисунке 6 в графе «Приоритет зачисления» представлены приоритеты зачисления, которые были указаны абитуриентом в заявлении о приеме. В графе «Основной высший приоритет» указаны поступающие, которые на данный момент времени подлежат к зачислению без учета наличия согласия на зачисление – определен ОВП. ВПП, в соответствии с которым осуществляется зачисление поступающих в рамках КЦП, определяется для поступающих, которые предоставили согласие на зачисление в образовательную организацию и отмечен в графе «Высший проходной приоритет». Таким образом, осуществляется полная обработка всех конкурсных групп с целью расстановки приоритетов абитуриентов. В любой момент времени доступно произвести повторный вызов алгоритма и осуществить перераспределение приоритетов у всех лиц, участвующих в конкурсе.

Определение приоритетов абитуриентов в конкурсных списках на основе алгоритма Гейла-Шепли

Блок-схема работы реализованного алгоритма представлена на Рисунке 7.



ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»
Конкурсный список

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Образовательная программа: Математическое и компьютерное моделирование интеллектуальных транспортных систем
Уровень образования: Бакалавриат
Форма обучения: Очная
Финансирование: за счёт бюджетных ассигнований

Количество бюджетных мест: 16 Подано заявлений: 351 *указывается больший балл из двух дисциплин

□ - баллы за вступительные испытания
□ - результат ЕГЭ из ФИС ГИА и Приема

№	Уникальный код	Сумма конкурсных баллов	Сумма баллов за вступительные испытания	Количество баллов за каждое вступительное испытание			Количество баллов за общие инд. достижения	Наличие в ГУМРФ согласия на зачисление/о тметки на ЕПГУ	Приоритет зачисления	Основной высший приоритет	Высший проходной приоритет	Наличие преимущественного права зачисления
				Математика	Физика/ Информатика*	Русский язык						
Конкурс на основные места в рамках контрольных цифр												
1	35097	279	269	95	88	86	10		1	Да		
2	46324	271	266	92	85	89	5		3			
3	99808	271	261	84	88	89	10		1	Да		
4	98822	261	251	74	83	94	10		4			
5	08002	260	251	82	83	86	9		1	Да		
6	27864	259	249	80	75	94	10		5			
7	91013	259	249	77	92	80	10	Да	4			
8	61411	258	258	84	88	86			2			
9	04913	258	253	82	88	83	5		5			
10	81081	257	248	84	78	86	9		1	Да		
11	19338	248	238	84	68	86	10	Да	3			
12	44211	246	241	70	83	88	5	Да	1	Да	Да	
13	29793	237	227	82	72	73	10	Да	1		Да	
14	32321	236	236	92	72	72			1			
15	63330	236	236	86	72	78			1			

Рисунок 6 – Пример результата работы комплекса программ
Figure 6 – Example of the result of the complex of programs

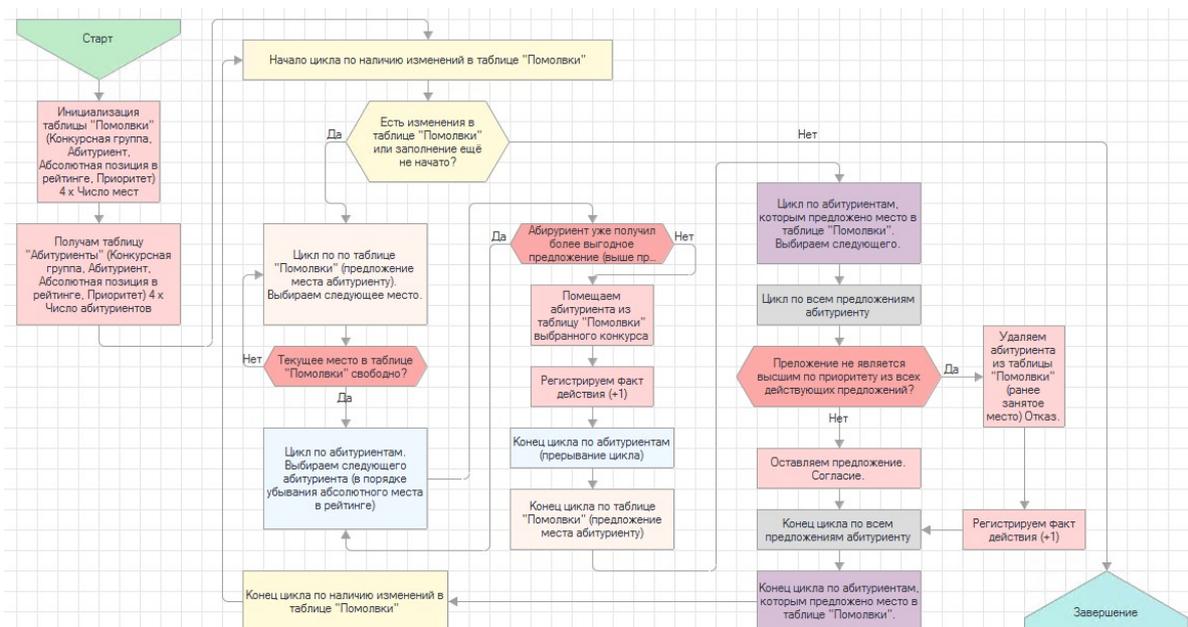


Рисунок 7 – Блок-схема работы подпрограммы комплекса на основе алгоритма Гейла-Шепли
Figure 7 – Block diagram of the operation of the subroutine of the complex of programs based on the Gale-Shapley algorithm

Работа алгоритма заключается в следующем:

1. После нажатия на соответствующую кнопку на форме внешней обработки начинается автоматическое выполнение алгоритма. Получение входной информации, которая ранее была внесена на первом и на втором этапе сотрудниками ПК, происходит посредством исполнения ряда внутренних запросов в программном коде к базе данных. Формируется временная таблица значений «ТЗ_КГ». В данной таблице содержатся результаты выполнения запросов к базе данных. Таким образом, «ТЗ_КГ» представляет собой отсортированный список абитуриентов, которые расположены по возрастанию абсолютного места в рейтинге.

2. В дополнение при выполнении нескольких внутренних запросов формируется вторая временная вспомогательная таблица значений «Помолвки». Данная таблица содержит перечень абитуриентов, которые имеют права на зачисление в образовательную организацию. Происходит ее инициализация.

3. С помощью оператора цикла «Пока ...» запускается циклическое повторение конструкций, находящихся внутри тела цикла. В теле цикла описаны вложенные циклы «Для Каждого ...», благодаря которым осуществляется выполнение алгоритма Гейла-Шепли. В качестве предлагающей стороны выступают конкурсные группы с установленным количеством бюджетных мест, а в качестве рассматривающей стороны – абитуриенты. Именно за поступающими остается решающий голос в ходе принятия решения по самой предпочтительной конкурсной группе для зачисления в соответствии с расставленными в заявлении о приеме приоритетами. В случае, когда для поступающего определена конкурсная группа с наиболее высоким приоритетом зачисления, то он остается в ней. Если по какой-либо причине абитуриент не был зачислен в приоритетную конкурсную группу, то алгоритм рассматривает следующую по предпочтительности конкурсную группу. Алгоритм продолжает свою работу до полного заполнения установленного количества бюджетных мест и при отсутствии изменений в таблице значений «Помолвки».

4. Результатом работы алгоритма является отдельный конкурсный список по каждой конкурсной группе. На Рисунке 6 в графе «Приоритет зачисления» представлены приоритеты зачисления, которые были указаны абитуриентом в заявлении о приеме. В графе «Основной высший приоритет» указаны поступающие, которые на данный момент времени подлежат к зачислению без учета наличия согласия на зачисление – определен ОВП. ВПП, в соответствии с которым осуществляется зачисление поступающих в рамках КЦП, определяется для поступающих, которые предоставили согласие на зачисление в образовательную организацию и отмечен в графе «Высший проходной приоритет». Таким образом, осуществляется полная обработка всех конкурсных групп с целью расстановки приоритетов абитуриентов. В любой момент времени доступно произвести повторный вызов алгоритма и осуществить перераспределение приоритетов у всех лиц, участвующих в конкурсе.

Обсуждение

Перед апробацией комплекса программ в ГУМРФ на основе экспериментальных данных авторами статьи было проведено тестирование его работы. Данные были смоделированы по заявлениям о приеме, предоставленным в рамках проведения приемной кампании в ГУМРФ в 2022 году по очной форме обучения по программам бакалавриата и по программам специалитета. Случайным образом автоматически для каждого абитуриента в документе «Заявления на прием» В АСУ «Университет» были расставлены приоритеты зачисления по каждой конкурсной группе, моделирующие обновленную схему приема [6].

Далее были проведены тестовые эксперименты на разном количестве конкурсных групп. В Таблице 1 представлены результаты работы подпрограммы комплекса на основе метода «грубой силы», а именно, время обработки записей, содержащихся в конкурсных группах (время выполнения алгоритма), и количество произведенных перестановок в выходной таблице (конкурсном списке). В Таблице 2 представлены аналогичные результаты работы подпрограммы на основе алгоритма Гейла-Шепли. Таким образом, можно сделать вывод, об эффективности реализованных алгоритмов. Использование предварительно ранжированных списков абитуриентов уменьшает временную сложность, а простота реализации и читаемость кода обеспечивает явное преимущество оптимизированному перебору по сравнению с классическим алгоритмом Гейла-Шепли.

Таблица 1 – Результаты работы подпрограммы комплекса на основе метода «грубой силы»
Table 1 – Results of the work of the subroutine of the complex of programs based on the «brute force» method

Количество обработанных конкурсных групп	Количество заполненных записей в выходной таблице (конкурсном списке)	Время обработки записей, сек.	Количество перестановок в выходной таблице (конкурсном списке)
24	68	<1	45
24	85	<1	144
25	505	10	1227
33	550	3	1033

Таблица 2 – Результаты работы подпрограммы комплекса на основе алгоритма Гейла-Шепли
Table 2 – Results of the work of the subroutine of the complex of programs based on the Gale-Shapley algorithm

Количество обработанных конкурсных групп	Количество заполненных записей в выходной таблице (конкурсном списке)	Время обработки записей, сек.	Количество перестановок в выходной таблице (конкурсном списке)
24	68	<1	45
24	85	<1	134
25	505	9	1187
33	550	5	1067

После проведения успешного тестирования реализованных алгоритмов в комплексе программ было произведено их внедрение в ГУМРФ и дальнейшая апробация при проведении приемных кампаний 2023 года и 2024 года. Комплекс обладает простым и понятным интерфейсом, который не требует наличия дополнительной квалификации и знаний у сотрудников ПК. Предполагается, что разработанный комплекс программ определения приоритетов абитуриентов в конкурсных списках будет использован в ГУМРФ при проведении приемной кампании 2025 года.

Заключение

В ходе выполнения работы был разработан комплекс программ, связанный с вопросом автоматизации функционала приемной кампании образовательной организации, а именно с вопросом автоматизации определения приоритетов абитуриентов в конкурсных списках. При его реализации были созданы две

подпрограммы комплекса, реализующие метод «грубой силы» (метод полного перебора) и алгоритм Гейла-Шепли. Каждая подпрограмма содержит свой собственный алгоритм, отвечающий за определение ОВП и ВПП на каждом этапе зачисления.

Таким образом, представленный авторами комплекс программ позволил значительно упростить процесс проведения приемной кампании и позволил снизить рабочую нагрузку, возлагаемую на сотрудников ПК, повысить оперативность их работы и сократить количество возможных ошибок. Апробация комплекса программ осуществлялась в ГУМРФ при проведении приемных кампаний 2023 года и 2024 года. Также планируется использовать комплекс при проведении приемной кампании 2025 года. Предложенный комплекс программ предоставляет собой полезный инструмент для ПК образовательных организаций при проведении нового набора по программам высшего образования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Ágoston K.S., Biró P., Kováts E., Jankó Z. College admissions with ties and common quotas: Integer programming approach. *European Journal of Operational Research*. 2022;299(2):722–734. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.08.033>
2. Рогова В.А., Шамин Р.В. Оптимизационные процедуры в задаче маркетинга образовательных услуг на этапе формирования политики набора абитуриентов в вузы. *Российский технологический журнал*. 2020;8(5):91–102. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102>
Rogova V.A., Shamin R.V. Optimization procedures in the problem of marketing educational services at the stage of forming a policy for recruiting applicants to universities. *Russian Technological Journal*. 2020;8(5):91–102. (In Russ.). <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102>
3. Stepanov M.S., Popov V.G., Fedorova N.K., Kroshin F.S., Muzata A.R., The Automation of Client Servicing in University and College Admission Office. In: *2023 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, 14–16 March 2023, Moscow, Russian Federation*. IEEE; 2023. pp. 1–7. <https://doi.org/10.1109/IEEECONF56737.2023.10092103>
4. Samuel Ya.J., Mustapha R. Design of an Automated Admission Ranking Information System (AARISYS). *Physics Access*. 2023;03(01):16–21. <https://doi.org/10.47514/phyaccess.2023.3.1.003>
5. Барышникова Н.Ю. Организация электронной информационно-образовательной среды университета. В сборнике: *Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов XXI международной научно-практической конференции «Технологии ИС в цифровой трансформации экономики и социальной сферы»: Часть 2, 02–03 февраля 2021 года, Москва, Россия*. Москва: ООО «1С-Публишинг»; 2021. С. 87–90.
Baryshnikova N.Yu. Implementing digital information and educational environment in a university. In: *New Information Technologies in Education: Collection of research papers for the 21st international research-to-practice conference "IC technologies for digitalization of economy and social sector": Part 2, 02–03 February 2021, Moscow, Russia*. Moscow: LLC "1С-Publishing"; 2021. pp. 87–90. (In Russ.).
6. Барышникова Н.Ю., Федькин П.С., Кныш Т.П. Алгоритм определения высшего приоритета абитуриентов при проведении приемной кампании 2023 года. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2023;11(3). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.42.3.026>

- Baryshnikova N.Y., Fedkin P.S., Knysh T.P. The algorithm to determine the highest priority of enrollees in the 2023 admissions campaign. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2023;11(3). (In Russ.). <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.42.3.026>
7. Manlove D.F. *Algorithmics of Matching Under Preferences*. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 2013. 524 p.
 8. Gale D., Shapley L.S. College Admissions and the Stability of Marriage. *The American Mathematical Monthly*. 1962;69(1):9–15. <https://doi.org/10.1080/00029890.1962.11989827>
 9. Roth A.E. The college admissions problem is not equivalent to the marriage problem. *Journal of Economic Theory*. 1985;36(2):277–288. [https://doi.org/10.1016/0022-0531\(85\)90106-1](https://doi.org/10.1016/0022-0531(85)90106-1)
 10. Железова Е.Б., Измалков С.Б., Сонин К.И., Хованская И.А. Теория и практика двусторонних рынков (*Нобелевская премия по экономике 2012 года*). *Вопросы экономики*. 2013;(1):4–26. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2013-1-4-26>
Zhelesova E., Izmalkov S., Sonin K., Khovanskaya I. Two-Sided Markets: Theory and Applications (*Nobel Memorial Prize in Economics 2012*). *Voprosy Ekonomiki*. 2013;(1):4–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2013-1-4-26>
 11. Budiman M.A., Rachmawati D. Using random search and brute force algorithm in factoring the RSA modulus. *Data Science: Journal of Computing and Applied Informatics (JoCAI)*. 2018;2(1):45–52. <https://doi.org/10.32734/jocai.v2.i1-91>
 12. Тайк А.М., Лупин С.А., Балабаев С.А. Особенности применения алгоритма полного перебора для решения задачи квадратичного назначения. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023;11(7):60–68.
Thike A.M., Lupin S.A., Balabaev S.A. The features of using a Brute force algorithm for solving a quadratic assignment problem. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023;11(7):60–68. (In Russ.).
 13. Тайк А.М., Лупин С.А., Кхайнг М.Т. Методы повышения эффективности алгоритма полного перебора на примере решения задачи о неограниченном ранце. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023;11(5):41–46.
Thike A.M., Lupin S.A., Khaing M.T. Methods for improving the efficiency of Brute-force algorithm by the example of solving an Unbounded Knapsack Problem. *International Journal of Open Information Technologies*. 2023;11(5):41–46. (In Russ.).
 14. Bó I., Hakimov R. The iterative deferred acceptance mechanism. *Games and Economic Behavior*. 2022;135:411–433. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2022.07.001>
 15. Барышникова Н.Ю. Применение алгоритма Гейла – Шепли для определения высшего приоритета абитуриентов при проведении приемной кампании 2023 года. *Проблемы современного образования*. 2023;(4):245–258. <https://doi.org/10.31862/2218-8711-2023-4-245-258>
Baryshnikova N.Y. Application of the Gale – Shapley algorithm to determine the highest priority of enrollees in the 2023 admissions campaign. *Problems of Modern Education*. 2023;(4):245–258. (In Russ.). <https://doi.org/10.31862/2218-8711-2023-4-245-258>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Барышникова Надежда Юрьевна, старший преподаватель кафедры вычислительных систем и информатики, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Nadezhda Yu. Baryshnikova, Senior Lecturer at the Department of Computing Systems and Informatics, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, the Russian Federation.

e-mail: baryshnikovanu@gumrf.ru
ORCID: [0000-0003-1578-1842](https://orcid.org/0000-0003-1578-1842)

Васин Андрей Васильевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой прикладной математики, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

e-mail: vasinav@gumrf.ru
ORCID: [0000-0003-2810-7849](https://orcid.org/0000-0003-2810-7849)

Andrey V. Vasin, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Applied Mathematics, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, the Russian Federation.

Галин Александр Валентинович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии и организации перевозок, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

e-mail: galin2403@gmail.com

Aleksand V. Galin, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor at the Department of Transport Systems Management, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint-Petersburg, the Russian Federation.

Ратманов Андрей Сергеевич, генеральный директор, ООО «АВРО», Санкт-Петербург, Российская Федерация.

e-mail: zratmanov@gmail.com
ORCID: [0009-0003-9919-3681](https://orcid.org/0009-0003-9919-3681)

Andrey S. Ratmanov, general director, AVRO Ltd, Saint-Petersburg, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 04.02.2025; одобрена после рецензирования 17.02.2025; принята к публикации 25.02.2025.

The article was submitted 04.02.2025; approved after reviewing 17.02.2025; accepted for publication 25.02.2025.