

УДК 004.421, 378.141.21

DOI: [10.26102/2310-6018/2023.42.3.026](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2023.42.3.026)

Алгоритм определения высшего приоритета абитуриентов при проведении приемной кампании 2023 года

Н.Ю. Барышникова✉, П.С. Федькин, Т.П. Кныш

Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Резюме. В 2023 году вступили в силу изменения в части процедуры организации и проведения приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры на 2023/2024 учебный год. Основное нововведение будущей приемной кампании – зачисление абитуриентов на основании приоритетов. Расстановкой приоритетов поступающий демонстрирует свое желание быть зачисленным на конкретные направления подготовки/специальности в определенной последовательности. Авторами сделан вывод о существовании проблемы, связанной с отсутствием алгоритма, который позволяет автоматически определить высший приоритет абитуриента на каждом этапе зачисления. Таким образом, обозначена цель исследования – разработать соответствующий алгоритм. Рассмотрен алгоритм Гейла-Шепли и сферы его применения, в частности, возможность применения для установления паросочетаний между абитуриентами и конкурсными группами. Сделан вывод, что данный алгоритм не может быть использован образовательными организациями высшего образования при проведении приемной кампании 2023 года в связи с имеющимися допущениями в его работе. Предложены собственные методы решения задачи определения высшего приоритета в соответствии с утвержденными правилами приема на 2023/2024 учебный год. В статье представлена математическая модель задачи и разработанная вычислительная часть компьютерной программы на языке программирования Python. Апробация алгоритма будет осуществляться в ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова при проведении приемной кампании 2023 года. Материалы статьи представляют практическую ценность для приемных комиссий образовательных организаций.

Ключевые слова: образование, приемная комиссия, абитуриент, высший приоритет, зачисление, алгоритм, устойчивые паросочетания.

Для цитирования: 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). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1384> DOI: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.026

The algorithm to determine the highest priority of enrollees in the 2023 admissions campaign

N.Y. Baryshnikova✉, P.S. Fedkin, T.P. Knysh

Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, the Russian Federation

Abstract. In 2023, changes to the admissions procedure came into force which affected enrollment in educational programs of higher education – bachelor's programs, specialty programs, master's programs for the academic year 2023/2024. The main innovation of the future admission campaign is the enrollment of applicants based on priorities. By prioritization, the applicant demonstrates his or her desire to be enrolled in specific fields of study in a particular order. The authors concluded that there is a problem associated with the lack of an algorithm that helps to automatically determine the highest priorities of the applicant at each stage of enrollment. Therefore, the purpose of the study is indicated –

to develop an appropriate algorithm. The Gale-Shapley algorithm and its scope are considered – in particular, the possibility of using it to stable matching between applicants and competition groups. It was concluded that this algorithm cannot be employed by educational organizations of higher education in the 2023 admissions campaign due to the existing assumptions in its operation. We have proposed our own methods for solving the problem of determining the highest priorities according to the approved admission rules for the academic year 2023/2024. The article presents a mathematical model of the problem and the computational part of a computer program using Python programming language. The algorithm will be tested at Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping during the admission campaign in 2023. The materials of the article are of practical value for the admission commissions of educational organizations.

Keywords: education, admissions office, enrollee, highest priority, enrollment, algorithm, stable matchings.

For citation: 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). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1384> DOI: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.026 (In Russ.).

Введение

На основании Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.08.2022 № 814 «О внесении изменений в Порядок приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21 августа 2020 г. № 1076» с 1 марта 2023 года вступили в силу изменения в Порядок приема, утвержденный Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21.08.2020 № 1076 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». Согласно данным изменениям, вводится система приоритетов. В заявлении о приеме в образовательную организацию высшего образования (далее – образовательная организация, вуз) абитуриент указывает приоритеты зачисления по различным условиям поступления, указанным в подпунктах 1-3 пункта 7 Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры. Они обозначаются порядковыми номерами. Высота приоритетов зачисления (приоритетность зачисления) уменьшается с возрастанием указанных номеров. Дополнительно в заявлении о приеме на места в рамках контрольных цифр приема граждан на обучение за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета (далее – бюджетные места, КЦП) отмечается приоритет зачисления – приоритет целевой квоты или приоритет иных мест. Приоритет иных мест представляет собой приоритет, который указывается в случае, если абитуриент поступает на места в рамках КЦП, и (или) на места отдельной квоты, и (или) на места особой квоты, и (или) смешанной квоты (при наличии). В данном случае действует единый приоритет для всех перечисленных мест.

На основании пункта 6 Правил приема проводится прием на конкурсной основе, главным критерием которого является суммарный балл Единого государственного экзамена (далее – ЕГЭ), вступительных испытаний (далее – ВИ), результатов централизованного тестирования (экзамена) граждан Республики Беларусь (далее – ЦТ) и учет индивидуальных достижений поступающего.

В соответствии с пунктом 84 Порядка приема на каждом этапе зачисления образовательная организация на основании конкурсных списков определяет высший

приоритет каждого поступающего – наиболее высокий приоритет зачисления, по которому он проходит по конкурсу в пределах установленного количества мест. Высший приоритет может являться как приоритетом целевой квоты, так и приоритетом иных мест. Таким образом, при зачислении на места КЦП образовательная организация определяет высший приоритет каждого абитуриента дважды. Поступающий зачисляется в соответствии с наиболее высоким приоритетом зачисления, по которому он проходит по конкурсу на данные места. Зачисленный на приоритетном этапе может подать заявление об отказе от зачисления до завершения приема оригинала документа об образовании (до 3 августа) и участвовать в общем конкурсе. Ответственность за поступление абитуриента в полном объеме переходит на образовательную организацию.

С введением приоритетов зачисления образовательным организациям требуется решить вопросы, связанные с распределением абитуриентов по приоритетным конкурсным группам и определением высшего приоритета. Данная задача потребует использовать полный перебор всех элементов некоторого множества. Здесь в качестве элементов множества выступают абитуриенты и конкурсные группы. Встает вопрос о необходимости применения алгоритма, который можно реализовать в компьютерную программу, способную справиться с поставленной задачей за приемлемое время. Следовательно, требуется некоторый алгоритм, позволяющий осуществить автоматическую расстановку высших приоритетов и в результате установить сочетание «абитуриент – конкурсная группа».

Исходя из вышеизложенного, целью работы является разработка алгоритма, позволяющего автоматически определить высший приоритет абитуриента на каждом этапе зачисления с учетом расставленных в заявлении о приеме приоритетов с использованием методов взаимного выбора. Для достижения поставленной цели ставится задача обеспечения независимости от влияния человеческого фактора и уменьшения временных затрат сотрудников приемной комиссии. Апробация алгоритма определения высшего приоритета абитуриентов будет осуществляться в ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова (далее – ГУМРФ) при проведении приемной кампании 2023 года с применением реальных данных с внедрением в имеющуюся автоматизированную систему управления.

Материалы и методы

Математические модели и анализ механизмов зачисления абитуриентов в образовательные организации ранее рассматривались в литературе. Приемная кампания представляет собой некоторую иерархическую игру, связанную с выбором вуза абитуриентами, и нахождением оптимальных стратегий вузов при ее проведении. Ключевые результаты решения задачи взаимного выбора для определения устойчивых паросочетаний между абитуриентами и конкурсными группами получены в работах [1-4]. Они основаны на использовании методов взаимного выбора и алгоритма Гейла-Шепли, который нашел широкое распространение за рубежом и зарекомендовал себя в решении задач подобного рода. В России алгоритм не нашел практического применения в рамках проведения приемной кампании, хотя ранее был детально рассмотрен в ряде научных публикаций [5-13], в связи с отсутствовавшей в последние годы возможностью у поступающих расставлять в заявлении о приеме приоритеты зачисления по различным условиям поступления с помощью указания высшего приоритета.

Реализация математической модели задачи определения высшего приоритета абитуриентов при проведении приемной кампании на основе алгоритма Гейла-Шепли предполагает ряд допущений, которые в реальной жизни не имеют места:

1. Алгоритм Гейла-Шепли разработан для замкнутых систем, в которых имеется строго ограниченное количество взаимодействующих участников. На практике количество абитуриентов заранее неизвестно и во время приема документов их численность постоянно меняется.

2. В классической интерпретации алгоритма Гейла-Шепли приоритеты, которыми руководствуются участники процесса принятия решения, должны быть четко ранжированы и оставаться неизменными. Абитуриент до дня завершения приема документов имеет возможность внести изменения в ранее установленные приоритеты и перечень выбранных конкурсных групп. При этом отсутствует ограничение на количество вносимых изменений. Также до указанной даты сохраняется возможность отозвать документы, отказаться от зачисления из конкретной образовательной организации и направить комплект документов в другой вуз.

Таким образом, применение алгоритма Гейла-Шепли в рамках приемной кампании для определения высшего приоритета весьма затруднительно. В связи с этим авторами были предложены собственные методы решения данной задачи в соответствии с описанными ранее изменениями в Порядок приема на 2023/2024 учебный год.

Постановка задачи исследования

Рассмотрим математическую постановку задачи определения высшего приоритета абитуриента на каждом этапе зачисления. Дополнительно введем следующие предположения:

1. Абитуриент имеет список не более чем из k приоритетных конкурсных групп, на которые хочет поступить в образовательную организацию, а также перечень ЕГЭ (ВИ, ЦТ) и суммарный балл, включающий индивидуальные достижения.

2. Образовательная организация имеет перечень конкурсных групп, каждая из которых обладает бюджетными местами для зачисления абитуриентов, а также перечень наименований ЕГЭ (ВИ, ЦТ) с приоритетами.

Пусть даны два конечных непересекающихся множества: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – множество абитуриентов, $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ – множество конкурсных групп, предлагаемых конкретной образовательной организацией для поступления, в рамках которых установлены приоритеты. Причем для каждого $a_i \in A$ элементы $b_{ij} \in B$, где i – конкурсная группа, j – количество бюджетных мест в конкурсной группе. Каждый абитуриент a_i имеет свой собственный ранжированный список конкурсных групп $P(b_{ij}) \subset B$ в соответствии с поданным заявлением о приеме. Поступающие отсортированы в порядке убывания суммы конкурсных баллов. Абитуриент может подать заявление в несколько вузов, но зачислен будет только в один. В свою очередь образовательная организация имеет возможность зачислить несколько абитуриентов в рамках конкурсной группы i в пределах, установленных КЦП j . Решением задачи будет разбиение A и B на пары. При этом в пару берется строго по одному элементу из множества A и из множества B . Каждому абитуриенту a_i из имеющихся конкурсных групп ставится в соответствии конкурсная группа b_{ij} , которая является для него наиболее приоритетной, т. е. при решении задачи будут отсутствовать пары (a_i, b_{ij}) и (a'_i, b'_{ij}) , которые обладают такими свойствами, что для a_i элемент b'_{ij} является предпочтительнее b_{ij} , а для b'_{ij} элемент a_i является предпочтительнее a'_i . Алгоритм продолжается до тех пор, пока все бюджетные места в конкурсной группе b_{ij} не будут заняты. В результате выполнения необходимо получить множество групп абитуриентов по конкурсным группам $Cb_{ij} = \{a_1, a_2, \dots, a_l\}$, где $Cb_{ij} \subset A$. Данный алгоритм предполагает возникновение ситуации, в которой некоторые абитуриенты не будут

зачислены ни в одну из конкурсных групп образовательной организации, в случае если количество бюджетных мест j в конкурсных группах i будет меньше, чем количество подавших заявление о приеме абитуриентов a_i .

Таким образом, авторами предполагается алгоритмизировать математическую модель задачи, разработать вычислительную часть компьютерной программы, позволяющую определить высший приоритет и в результате сформировать конкурсные списки. При реализации программной составляющей стоит учитывать, что высший приоритет динамичный. Любое изменение в конкурсных списках приводит к перераспределению высшего приоритета у всех участвующих в конкурсе абитуриентов. Для увеличения быстродействия в части определения высшего приоритета для программной реализации основных этапов алгоритма было принято решение разработать вычислительную часть на языке программирования Python.

Результаты

В ГУМРФ для автоматизации образовательной деятельности, в том числе для организации и сопровождения функционала приемной кампании, используется собственная разработка – автоматизированная система управления «Университет» (далее – АСУ «Университет»). Система реализована на базе программного продукта «1С:Предприятие 8.3».

Операторы приемной комиссии вносят поданное абитуриентом заявление о приеме с указанием приоритетов зачисления по различным условиям поступления в АСУ «Университет» в подсистеме «Приемная кампания» посредством использования документа «Заявления на прием». В ходе процесса тестирования реализованного алгоритма за основу были взяты экспериментальные данные, смоделированные по конкурсным группам приемной кампании, проводимой в ГУМРФ в 2022 году по очной форме обучения по программам бакалавриата и по программам специалитета. Предварительно для каждого абитуриента в документах «Заявления на прием» случайным образом автоматически были расставлены приоритеты зачисления, моделирующие схему приема 2023 года. На основании этого в документе «Текущий рейтинг по конкурсным группам», представленном на Рисунке 1, по каждой конкурсной группе формируется отсортированный в порядке убывания суммы конкурсных баллов список поступающих.

Алгоритм, реализованный на языке программирования Python, предполагает, что перед его запуском все входные данные заранее известны. Поэтому расстановка высших приоритетов осуществляется после окончательной подачи заявлений абитуриентами, когда им становится невозможным внесение изменений в ранее установленные приоритеты и перечень выбранных конкурсных групп. Количество абитуриентов также далее не изменяется. Для этого посредством внешней обработки конкурсные списки выгружаются из АСУ «Университет» отдельными файлами в виде таблиц в формате «*.xlsx» (MS Excel) и передаются в качестве входных данных. Для работы с Excel-таблицами использовалась библиотека «орепрух1». Схема работы компьютерной программы представлена на Рисунке 2.

Поиск (Ctrl+F)				Полное наименование	Приоритет	Код контрагента	Баллы по предметам	Баллы инд. дост.	Итого баллов
Уровень обр...	Финанси...	Форма о...	Направление	169-406-220 77	2	000080740	278,0	5,0	283,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Информационные системы и технологии	189-021-241 64	2	000084168	273,0	5,0	278,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Кораблестроение, океанотехника и системотехника ...	167-344-578 88	5	000082795	265,0	10,0	275,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Менеджмент	159-467-964 45	3	000082385	269,0	5,0	274,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Прикладная информатика	155-358-620 80	2	000082165	260,0	10,0	270,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Прикладная математика и информатика	166-174-472 83	4	000084135	263,0	5,0	268,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Строительство	174-485-307 92	1	000080567	267,0		267,0
Бакалавриат	Бюджет...	Заочная	Технология транспортных процессов	159-436-551 00	2	000081423	259,0	5,0	264,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Технология транспортных процессов	130-925-472 44	4	000083234	258,0	5,0	263,0
Бакалавриат	Бюджет...	Очная	Управление водным транспортом и гидрографическое ...	190-398-250 98	2	000083083	253,0	10,0	263,0

Рисунок 1 – Документ «Текущий рейтинг по конкурсным группам»
Figure 1 – Document showing current rating by competitive groups

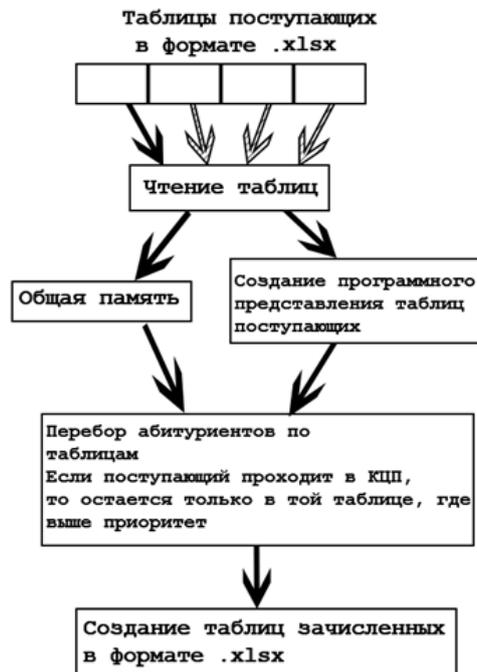


Рисунок 2 – Схема работы программы
Figure 2 – Scheme of the program

Программа считывает конкурсные списки из выгруженных Excel-таблиц и формирует следующие данные:

1. Общая память – словарь (пара ключ-значение), в котором ключом является СНИЛС абитуриента, а значением – список, в котором хранятся данные, в какой таблице присутствует данный абитуриент, занимаемая им позиция в данной таблице и указанный в заявлении о приеме приоритет.

2. Память по каждой таблице – словарь, в котором ключом является наименование таблицы, а значением – объект класса «TableReader», представленный на Рисунке 3.

«TableReader» – это сущность каждой таблицы, хранящая в себе список абитуриентов («students_sorted_dict») по каждому приоритету зачисления (приоритет целевой квоты или приоритет иных мест), а также КЦП («accept_numbers»).

```
class TableReader:
    def __init__(self, filepath, students_dict):
        self.workbook = openpyxl.load_workbook(filepath)
        self.sheet = self.workbook.active
        self.table_name = filepath.split('\\')[-1]

        self.students_dict = students_dict

        self.students_sorted_dict = {
            'special': [], # Специальное право
            'target quota': [], # Целевая квота
            'control': [] # КЦП
        }

        self.accept_numbers = {
            'special': self.sheet.cell(row=14, column=5).value
            'target quota': self.sheet.cell(row=16, column=5).value
            'control': self.sheet.cell(row=12, column=5).value
        }
```

Рисунок 3 – Поля класса «TableReader»
Figure 3 –TableReader class fields

После формирования данных о таблицах программа начинает их читать и продолжает работу отдельно с каждым абитуриентом – проверяется его возможность поступить по конкурсу в пределах установленного количества бюджетных мест в каждую из таблиц. Поиск по таблицам ускоряется за счет хранения общей памяти о поступающем и таблиц, где он проходит на зачисление. Абитуриент остается только в таблице, где имеет наивысший приоритет. При этом в таблицах, в которых поступающий не проходит на зачисление на установленные бюджетные места, информация о нем не удаляется. Количество сравнений с другими абитуриентами в рамках отдельно взятой конкурсной группы ограничено – количество мест КЦП*5.

В процессе работы алгоритма вид таблиц изменяется и в результате для абитуриента может стать более приоритетна таблица, в которую ранее он не проходил. Для обнаружения подходящей таблицы с наиболее высоким приоритетом была определена функция «suitable_high_priority», представленная на Рисунке 4. «Подходящей» является таблица, в которой абитуриент проходит по конкурсу в пределах установленного в рамках КЦП.

```
def suitable_high_priority(student_name, linked_data, tables_data, acceptance_way):
    """
    Функция нахождения подходящего высшего приоритета
    """
    high_priority = 20
    high_priority_table = 'None'

    print(student_name)
    for st_table_key in linked_data.keys():
        print(f'\nlinked_data: {linked_data[st_table_key]}')
        priority = linked_data[st_table_key]['priority']

        if priority < high_priority:
            print(f'{priority} < {high_priority}')
            control_number = tables_data[st_table_key].accept_numbers[acceptance_way]
            table_data = tables_data[st_table_key].students_sorted_dict[acceptance_way]
            print(f'control_number: {control_number}')

            for index, data in enumerate(table_data[:control_number]):
                if data[0] == student_name:
                    high_priority = data[2]
                    high_priority_table = st_table_key

    print(f'Высший подходящий приоритет: {high_priority}')
    print(f'Таблица с подходящим приоритетом: {high_priority_table}')

    return high_priority_table
```

Рисунок 4 – Код функции поиска высшего приоритета
Figure 4 – Highest priority search function code

В результате по каждой конкурсной группе выводится отдельный список абитуриентов, которые на данный момент времени подлежат к зачислению, с указанием СНИЛС абитуриента, позиции в таблице в формате «*.xlsx» (MS Excel) и указанного в заявлении приоритета. Алгоритм работает до полного заполнения установленного количества бюджетных мест. Результат работы алгоритма представлен на Рисунке 5. Таким образом, осуществляется полная однократная обработка всех таблиц с целью расстановки высших приоритетов абитуриентов. В случае отзыва документов поступающим или отказа от зачисления алгоритм начинается свою работу с начала и выполняется до полного заполнения установленного количества бюджетных мест.

```

Название таблицы: ИС.xlsx

Способ зачисления: special
Выделено мест для зачисления: 0

Способ зачисления: target quota
Выделено мест для зачисления: 2

Способ зачисления: control
Выделено мест для зачисления: 27
1. [169-406-220 77', 1, 2]
2. [189-021-241 64', 2, 2]
3. [155-358-620 80', 5, 2]
4. [159-436-551 00', 7, 2]
5. [164-231-525 39', 11, 1]
6. [181-334-350 47', 15, 2]
7. [171-103-044 01', 17, 2]
8. [159-633-976 20', 18, 1]
9. [169-274-856 21', 19, 1]
10. [163-363-523 59', 21, 2]
11. [133-263-397 41', 27, 1]
12. [175-269-195 02', 30, 1]
13. [142-508-227 33', 31, 1]
14. [165-496-349 09', 33, 5]
15. [171-534-206 44', 34, 1]
16. [168-705-006 80', 35, 5]
17. [200-785-017 28', 36, 3]
18. [166-257-928 01', 37, 2]
19. [162-125-091 25', 38, 3]
20. [171-470-968 77', 39, 3]
21. [165-635-740 91', 40, 2]
22. [162-885-347 01', 41, 1]
23. [165-066-882 87', 42, 1]
24. [164-902-156 65', 43, 2]
25. [190-506-900 61', 44, 3]
26. [204-090-309 08', 45, 4]
27. [175-934-536 10', 46, 1]
    
```

Рисунок 5 – Результат работы алгоритма определения высшего приоритета абитуриентов
Figure 5 – Result obtained by using the algorithm to determine the highest priority of applicants

В ходе процесса тестирования реализованного алгоритма программой были обработаны 19 таблиц с конкурсными списками, наполненными экспериментальными данными. Данные составили порядка 8 тысяч уникальных записей, включающих абитуриентов с указанием для каждого ранжированного списка конкурсных групп. В Таблице 1 представлено количество записей в каждой обработанной таблице, содержащей конкурсный список, а в Таблице 2 – время обработки записей, содержащихся в конкурсных списках. Общее время обработки всех 19 таблиц составило 9,5 секунд. Эффективность предлагаемого алгоритма обусловлена тем, что решение найдено за конечное и, более того, приемлемое время. На Рисунке 6 представлен график

зависимости длительности обработки данных алгоритмом от количества исходных записей. Можно сделать вывод, что в работе алгоритма имеется линейная зависимость.

Таблица 1 – Количество записей в таблицах, содержащих конкурсные списки
Table 1 – Number of records in tables containing competitive lists

Номер таблицы, содержащей конкурсный список	Количество записей в таблице, содержащей конкурсный список
1	391
2	453
3	641
4	453
5	593
6	448
7	202
8	443
9	445
10	259
11	283
12	539
13	521
14	641
15	722
16	591
17	512
18	155
19	61

Таблица 2 – Время обработки алгоритмом записей в таблицах, содержащих конкурсные списки
Table 2 – Processing time by the algorithm for records in tables containing competitive lists

Количество обработанных таблиц, содержащих конкурсные списки	Количество обработанных записей в таблицах, содержащих конкурсные списки	Время обработки записей, сек.
4	1938	1,8
8	3624	3,3
12	5150	5,04
16	7625	7,94
19	8353	9,5



Рисунок 6 – График зависимости длительности обработки данных алгоритмом от количества исходных записей

Figure 6 – Graph of the dependence of the duration of data processing by the algorithm on the number of initial records

Обсуждение

Минобрнауки России рекомендует определять высший приоритет как приоритет гарантированного зачисления в случае подачи документов, т. е. два раза: на этапе приоритетного зачисления и на этапе основного зачисления. При этом образовательной организацией для расстановки высшего приоритета будут рассматриваться все абитуриенты, подавшие заявление о приеме, в том числе и те из них, которые не проходят для зачисления в связи с отсутствием оригинала документа об образовании или в связи с отсутствием выставленной отметки о предоставлении оригинала на Едином портале государственных и муниципальных услуг (функций)» (далее – ЕПГУ).

Данный конкурсный список с указанными высшими приоритетами будет малоинформативен для большинства поступающих, которые действительно проходят по конкурсу для зачисления в вуз. Предлагаемый авторами алгоритм позволяет определить высший приоритет в соответствии с приказом Минобрнауки России, который иначе назовем высший приоритет гарантированного зачисления. Также алгоритм предоставляет возможность на основе расставленных высших приоритетов оценить свои шансы на поступление абитуриентам, которые только планируют выставить отметку о предоставлении оригинала на ЕПГУ или планируют предоставить оригинал документа об образовании в случае, если зачисление будет производиться в данный момент времени. В результате программа учитывает все описанные ранее изменения в Порядок приема на 2023/2024 учебный год. Таким образом, абитуриентам и сотрудникам приемной кампании демонстрируется реальная картина возможной расстановки высших приоритетов. Использование предлагаемого алгоритма позволит сделать процедуру приема и зачисления более прозрачной и понятной как для поступающих, так и для сотрудников приемной кампании. Расстановка сочетаний «абитуриент – конкурсная группа» также позволит образовательным организациям повысить качественный состав

обучающихся. Предлагаемый алгоритм в значительной степени снижает временные затраты сотрудников приемной кампании.

Заключение

Основным результатом выполнения работы в части разработки алгоритма для распределения абитуриентов по конкурсным группам в соответствии с расстановленными в заявлении о приеме приоритетами зачисления стали математическая модель задачи и компьютерная программа на языке программирования Python, позволяющая решить задачу обеспечения независимости от влияния человеческого фактора и уменьшения временных затрат сотрудников приемной комиссии. Алгоритм, реализованный в вычислительной части, может быть использован приемными комиссиями образовательных организаций для автоматизации процедуры определения высшего приоритета для последующего зачисления. При проведении приемной кампании 2023 года в ГУМРФ планируется его использование с внедрением в имеющуюся АСУ «Университет».

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Gale D., Shapley L.S. College admissions and the stability of marriage. *The American Mathematical Monthly*. 1962;69(1):9–15. DOI: 10.1080/00029890.1962.11989827.
2. Roth A.E. The college admissions problem is not equivalent to the marriage problem. *Journal of Economic Theory*. 1985;36(2):277–288. DOI: 10.1016/0022-0531(85)90106-1.
3. Balinski M., Sönmez T.A. Tale of two mechanisms: student placement. *Journal of Economic Theory*. 1999;84(1):73–94. DOI: 10.1006/jeth.1998.2469.
4. Abdulkadiroğlu A., Sönmez T. School choice: a mechanism design approach. *American Economic Review*. 2003;93(3):729–747. DOI: 10.1257/000282803322157061.
5. Кисельгоф С.Г. Моделирование приемной кампании: вузы различного качества и абитуриенты с квадратичной функцией полезности. *Проблемы управления*. 2012;5:33–40.
6. 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. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-4-26.
7. Ивашко А.А., Коновальчикова Е.Н., Мазалов В.В. Теоретико-игровые иерархические модели выбора. *Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2014, 16–19 июля 2014, Москва*. М.: ИПУ РАН; 2014. С. 8308–8313.
8. Рыскин К.Э., Аль А.М.А., Федосин С.А. Реализация алгоритма Гейла-Шепли для автоматизации приема абитуриентов в высшее учебное заведение. *Вестник Мордовского университета*. 2016;26(4):462–474. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.462-474.
9. Рыскин К.Э., Аль А.М.А., Федосин С.А. Адаптация алгоритма Гейла-Шепли для задачи приема абитуриентов в высшее учебное заведение. *XLV Огаревские чтения: Материалы научной конференции, 08–13 декабря 2016, Саранск*. Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева; 2017. С. 683–687.
10. Макарова А.Ф., Безгласная Е.А. Перспективы развития регионального рынка образовательных услуг на основе алгоритма Гейла-Шепли. *Наследие нобелевских лауреатов по экономике: сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, 09 июня 2016, Самара*. Самара: Самарский государственный экономический университет; 2016. С. 159–163.

11. 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. DOI: 10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102.
12. Айдаров М.А., Серов Д.Ю. Разработка на базе методов искусственного интеллекта прогностической модели приёмной кампании вуза. *Математические методы в технологиях и технике*. 2021;11:115–119. DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_11_115.
13. Власова Е.Е. Применение алгоритма Гейла–Шепли при зачислении абитуриентов в высшие учебные заведения. *Экономика и инновации: Сборник статей участников межвузовской научно-практической конференции, 12 ноября 2021, Москва*. М.: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова; 2022. С. 128–131.

REFERENCES

1. Gale D., Shapley L.S. College admissions and the stability of marriage. *The American Mathematical Monthly*. 1962;69(1):9–15. DOI: 10.1080/00029890.1962.11989827.
2. Roth A.E. The college admissions problem is not equivalent to the marriage problem. *Journal of Economic Theory*. 1985;36(2):277–288. DOI: 10.1016/0022-0531(85)90106-1.
3. Balinski M., Sönmez T.A. Tale of two mechanisms: student placement. *Journal of Economic Theory*. 1999;84(1):73–94. DOI: 10.1006/jeth.1998.2469.
4. Abdulkadiroğlu A., Sönmez T. School choice: a mechanism design approach. *American Economic Review*. 2003;93(3):729–747. DOI: 10.1257/000282803322157061.
5. Kisel'gof S.G. Admission campaign modeling: universities of different quality and applicants with a quadratic utility function. *Problemy upravleniya = Control sciences*. 2012;5:33–40. (In Russ.).
6. Zhelezova E.B., Izmailkov S.B., Sonin K.I., Khovanskaya I.A. Two-sided markets: theory and applications (Nobel Memorial Prize in Economics 2012). *Voprosy ekonomiki*. 2013;1:4–26. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-4-26. (In Russ.).
7. Ivashko A.A., Konovalchikova E.N., Mazalov V.V. Game-theoretic hierarchical models of choice. *Proceedings of XII All-Russia conference on management issues at VSPU-2014, 16–19 July 2014, Moscow*. Moscow, IPU RAN; 2014. p. 8308–8313. (In Russ.).
8. Ryskin K.E., Al A.M.A., Fedosin S.A. Implementation of the Gale-Shapley algorithm for automating reception of university applicants. *Vestnik Mordovskogo universiteta = Mordovia University Bulletin*. 2016;26(4):462–474. DOI: 10.15507/0236-2910.026.201604.462-474. (In Russ.).
9. Ryskin K.E., Al A.M.A., Fedosin S.A. Adaptation of the Gale-Shapley algorithm for the problem of admission of applicants to a higher educational institution. *Proceedings of XLV Ogarev Conference, 08–13 December 2016, Saransk*. Saransk, National Research Ogarev Mordovia State University; 2017. p. 683–687. (In Russ.).
10. Makarova A.F., Bezglasnaya E.A. Prospects of development of regional educational services market based the algorithm of Gale-Shapley. *Legacy of Nobel laureates in economics: Proceedings of All-Russia scientific and practical conference for young researchers, 09 June 2016, Samara*. Samara, Samara State University of Economics; 2016. p. 159–163. (In Russ.).
11. 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. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal = Russian Technological Journal*. 2020;8(5):91–102. DOI: 10.32362/2500-316X-2020-8-5-91-102. (In Russ.).

12. Aidarov M.A., Serov D.Yu. Development on the basis of artificial intelligence methods of the predictive model of the admission campaign of the university. *Matematicheskie metody v tekhnologiyakh i tekhnike = Mathematical Methods in Technics and Technologies*. 2021;11:115–119. DOI: 10.52348/2712-8873_MMTT_2021_11_115. (In Russ.).
13. Vlasova E.E. Application of Gale–Shepley’s algorithm for enrollment of entrants in higher education institutions. *Economics and innovations: Proceedings of inter-university scientific and practical conference, 12 November 2021, Moscow*. Moscow, Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov; 2022. p. 128–131. (In Russ.).

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.

e-mail: baryshnikovanu@gumrf.ru

ORCID: [0000-0003-1578-1842](https://orcid.org/0000-0003-1578-1842)

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

Федькин Петр Сергеевич, магистрант, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

e-mail: fedkinps@gumrf.ru

Pyotr Sergeevich Fedkin, Master’s Student, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, the Russian Federation.

Кныш Татьяна Петровна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

e-mail: knyshtp@gumrf.ru

ORCID: [0000-0003-3745-4375](https://orcid.org/0000-0003-3745-4375)

Tatyana Petrovna Knysh, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Applied Mathematics, Admiral Makarov State University Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 22.05.2023; одобрена после рецензирования 25.08.2023; принята к публикации 21.09.2023.

The article was submitted 22.05.2023; approved after reviewing 25.08.2023; accepted for publication 21.09.2023.