

# К вопросу об эффективной проверке качества знаний обучающихся в соответствии с их личностными особенностями

## On the Issue of Effective Verification of the Quality of Students' Knowledge in Accordance with Their Personal Characteristics

Получено 16.01.2023 Одобрено 15.02.2023 Опубликовано 27.06.2023

УДК 372.851

DOI: 10.12737/1998-1740-2023-11-3-9-13

**Е.П. ДОГАДИНА,**  
Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации,  
г. Москва

e-mail: epdogadina@fa.ru

**М.И. БОЧАРОВ,**  
Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации,  
г. Москва

e-mail: mibocharov@fa.ru

**E.P. DOGADINA,**  
Financial University  
under the Government of the Russian Federation,  
Moscow

e-mail: epdogadina@fa.ru

**M.I. BOCHAROV,**  
Financial University  
under the Government of the Russian Federation,  
Moscow

e-mail: mibocharov@fa.ru

### Аннотация

Вопрос эффективной проверки качества знаний обучающихся является актуальным и значимым в сфере образования. Необходимо совершенствовать практику оценивания знаний обучающихся с целью достижения максимального качества и эффективности. Однако процесс образования должен быть не только эффективным, но и максимально адаптированным под каждого обучающегося. В работе представлена система оптимизации проверки качества знаний обучающихся в зависимости от их личностных особенностей. Данная задача будет решена на основе интеллектуальных методов моделирования, оптимизации и принятия решений. В качестве одного из способов проверки качества знаний выбрана контрольная работа, выполняемая как индивидуально, так и в малых группах. Вопросу оптимального распределения обучающихся для работы в группах или индивидуально посвящена данная статья. Разработанная адаптивная система осуществляет оптимизацию на основе нескольких критериев оптимальности и с учетом нормализованных личностных характеристик обучающихся. В качестве метода оптимизации выбран генетический алгоритм, хромосомы которого кодируются в соответствии с личностными особенностями обучающихся. Определены лучшие варианты сочетания личностных качеств обучающихся при разбиении на группы. Получены парето-оптимальные множества для многокритериальной целевой функции с учетом коэффициентов важности критерии.

Разработанная система позволит не только сократить временные затраты преподавателя на процесс разбиения на группы, но и сделать этот процесс наиболее эффективным для обучающихся благодаря учету их личностных качеств.

**Ключевые слова:** проверка качества знаний, многокритериальная оптимизация, генетический алгоритм, множество Парето, система принятия решений.

### Abstract

The issue of effective testing of the quality of students' knowledge is relevant and significant in the field of education. It is necessary to improve the practice of assessing students' knowledge in order to achieve maximum quality and efficiency. However, the educational process should not only be effective, but also maximally adapted to each student. The paper presents a system for optimizing the quality control of students' knowledge, depending on their personal characteristics. This task will be solved on the basis of intelligent methods of modeling, optimization and decision making. As one of the ways to test the quality of knowledge, a control work was chosen, performed both individually and in small groups. This article is devoted to the issue of the optimal distribution of students for work in groups or individually. The developed adaptive system performs optimization based on several optimality criteria and taking into account the normalized personal characteristics of students. As an optimization method, a genetic algorithm was chosen, the chromosomes of which are encoded in accordance with the personal characteristics of students. The best options for combining the personal qualities of students when divided into groups are determined. Pareto-optimal sets for a multi-criteria objective function are obtained taking into account the criteria importance coefficients.

The developed system will allow not only to reduce the teacher's time spent on the process of dividing into groups, but also to make this process the most effective for students by taking into account their personal qualities.

**Keywords:** knowledge quality control, multicriteria optimization, genetic algorithm, Pareto set, decision making system.

### Введение

Вопросу качественного образования всегда уделялось большое внимание. Подтверждение тому можно найти в трудах ученых различных лет [1–8]. Несмотря на длительность изучения, данная проблема остается актуальной и сегодня. Широкое распространение информационных технологий достигло и сферы образования, од-

нако зачастую ограничено представлением учебных материалов и процесса обучения только с точки зрения автоматизации. Но, несмотря на это, появляются попытки оптимизации процесса образования на различных этапах [1–8].

Например, в статье [2] предлагается использовать эмпирическое обучение на основе моделирования для получения не только теоретических

навыков, но и практических. В работе [6] рассматривается вопрос оптимизации расписания занятий в учебном корпусе университета с учетом энергоэффективности здания и изменяющегося во времени теплового восприятия студентами. В работе [8] предлагается трехэтапный метод оптимизации классной комнаты, основанный на многокритериальной оптимизации, для реализации эффективной и точной оптимизации классных комнат начальной и средней школы. Метод разделен на три модуля: моделирование и анализ зданий, обучение метамодели и оптимизация гиперпараметров, а также сравнение алгоритмов многокритериальной оптимизации.

Эффект применения электрохромной технологии в типичных классах начальной и средней школы исследуется с помощью анализа чувствительности, и предлагается улучшенный алгоритм SEGA-Q на основе генетического алгоритма. В работе [1] рассматриваются критерии успешности обучающихся школ. Предлагаются различные методики, определяющие показатель успешного обучения.

В данной статье предлагается оптимизировать процесс проверки качества знаний обучающихся в соответствии с их личностными качествами. Вопрос проверки качества знаний является неотъемлемой частью образовательного процесса. Один из распространенных способов проверки качества знаний обучающегося – это выполнение контрольной работы как самостоятельно, так и в малых группах.

Однако педагогов высшей и средней школ всегда волнует вопрос, как достичь наибольшего эффекта от проверки знаний обучающихся. Как и по каким признакам комплектовать малые группы или предоставить обучающемуся выполнить все задания индивидуально? Система принятия решений может изменить ситуацию в этом вопросе на основе интеллектуальных методов моделирования, оптимизации и принятия решений.

В статье предлагается рассмотреть вопрос оптимизации распределения обучающихся в малые группы для выполнения контрольных работ в соответствии с личностными качествами каждого обучающегося.

**Цель работы** – разработка системы многокритериальной оптимизации распределения обучающихся по группам с учетом их личностных особенностей для контроля качества знаний.

### Материалы и методы

Процесс контроля качества знаний обучающихся, а именно выполнение контрольной

работы, рассматривается как система массового обслуживания с ожиданием. Поиск оптимального подбора обучающихся для группировки в малые группы осуществляется с помощью генетического алгоритма. Личностные характеристики обучающихся, а также количество правильно выполненных задач предлагается кодировать в виде набора генов в хромосоме. В качестве личностных характеристик могут быть выбраны следующие **параметры**:

- положительная динамика развития, мотивация к обучению;
- отношение к школе, сохранение познавательного интереса;
- социальная адаптированность;
- позитивные отношения между учеником и учителем;
- позитивные отношения с одноклассниками;
- физическое и психическое здоровье;
- уровень благополучия в семье [1].

Для таких данных необходимо использовать нормализацию параметров посредством масштабирования. Масштабирование может быть показано как

$$m_s = \frac{m_0 - \min(m_0)}{\max(m_0) - \min(m_0)}$$

где  $m_s$  – это масштабированное значение параметра,  $m_0$  – фактическое значение параметра. В этой функции максимальное и минимальное значение параметра должно определяться в соответствии с характером задачи.

В качестве фитнес-функции рассматривалась функция, полученная в результате аддитивной сверки критериев оптимизации с учетом весовых коэффициентов важности критериев.

$F(\xi, K(X)),$   
 $X = (X_1, X_2, \dots, X_N) \in \Omega_{\text{доп}}$   
где  $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$  – веса относительной важности критериев.

В данной работе весовые коэффициенты относительной важности частных критериев задаются в соответствии с условиями

$$0 \leq \xi_j \leq 1, j = 1 \dots n$$

В качестве критериев оптимизации представлены:

1. Коэффициент простой системы:

$$K1 = \frac{p_0}{n * t_{les}}$$

где  $n$  – число каналов системы;

$t_{les}$  – время, отведенное на выполнение контрольной работы;

$p_0$  – вероятность простого состояния системы (т.е. время, в течение которого обучающиеся не будут заняты выполнением задач) вычисляется по формуле

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{y^k}{k!} + \frac{y^{n+1}}{n! * (n - y)} * (1 - (\frac{y}{n})^m)}$$

где  $k$  – фаза работы каналов без учета очереди,  $y$  – интенсивность нагрузки, вычисляемая по формуле  $y = \lambda \times t_{obs}$ ,

где  $\lambda$  – интенсивность поступления заявок;  $t_{obs}$  – время обслуживания заявок;

$m$  – число мест в очереди.

2. Коэффициент эффективности [1] выполнения задач

$$K_s = K_p \times t_i / t,$$

где  $K_p$  – коэффициент результативности выполнения задач;

$t_i$  – наименьшее (идеальное) время, необходимое на выполнение контрольного задания, определяемое преподавателем по лучшей работе учащихся или же с помощью независимых экспертов;

$t$  – индивидуальное время выполнения задания.

Для оценки результативности вводится коэффициент, определяемый по формуле:

$$K_p = a/A,$$

где  $a$  – точность обучения, определяемая количеством правильно выполненных операций контрольного задания;  $A$  – общее число операций в задании. Коэффициент результативности является индивидуальным показателем усвоения, в идеале он должен быть равен единице.

### Результаты и обсуждение

Таким образом, были решены задачи многокритериальной оптимизации по разбиению обучающихся на группы в соответствии с их личностными особенностями. На основе полученных результатов определено, каких обучающихся стоит группировать в малые команды, а каких нет. В качестве критериев оптимальности рассматриваются максимальная эффективность выполнения заданий, а также минимальный простой.

На рис. 1 представлены личностные данные обучающихся при возможности выполнять задания индивидуально, либо в группах по два или три человека. На рис. 2 представлены этапы оптимизации личностных данных обучающегося с учетом критериев оптимальности. Результаты получены с помощью применения генетического алгоритма для задачи многокритериальной оптимизации, представленной выше. Число популяций = 20, число поколений = 25, функция выбора, лежащая в основе генетического алгоритма, оформлена через выбор наиболее подход-

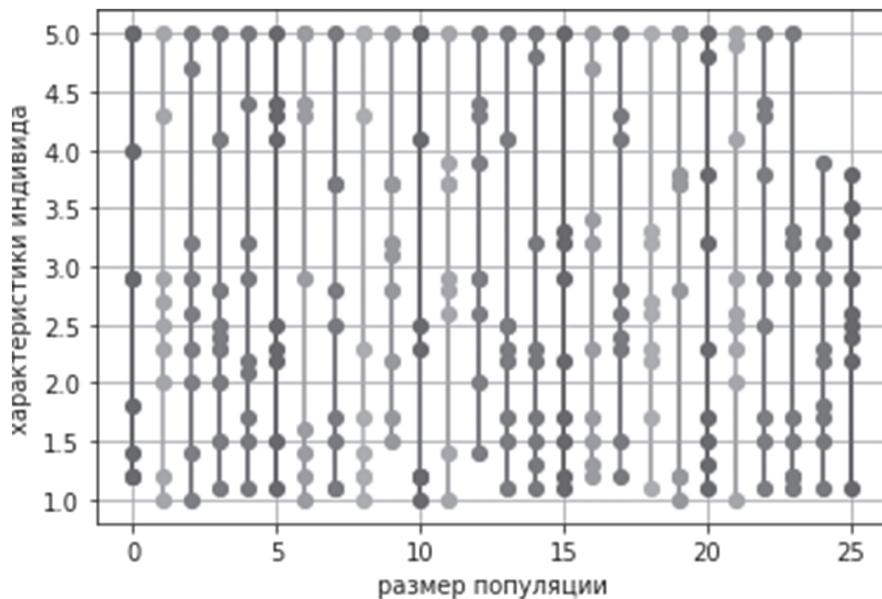


Рис. 1. Характеристики обучающегося, полученные при максимальной эффективности выполнения задач и минимальном коэффициенте простой

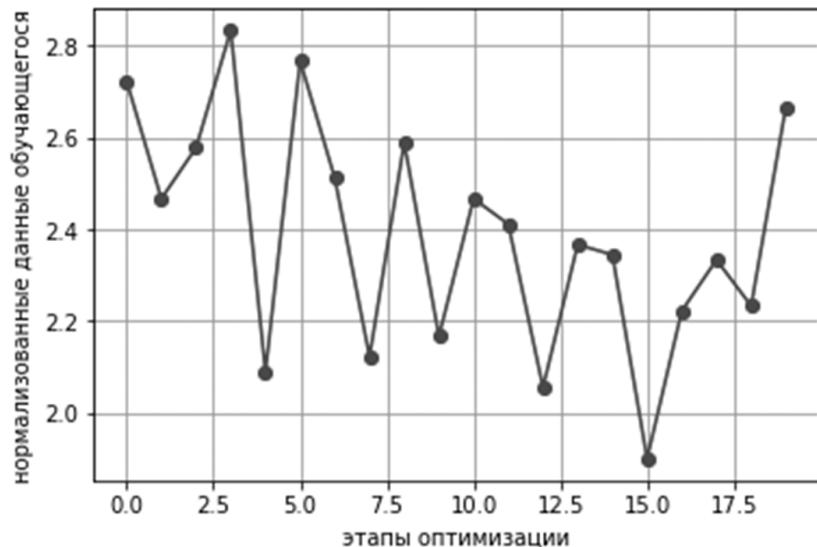


Рис. 2. Процесс эволюции нормализованных личностных данных обучающихся

дящей половины, кроссинговер осуществлен методом случайной выборки.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что при проверке качества знаний обучающийся должен обладать большинством компетенций для получения наилучшего результата работы.

Однако результаты показывают, что при трех низких значениях личностных характеристик обучающийся может показать высокий результат при проверке знаний в случае выполнения заданий индивидуально.

При распределении в малые группы рассматривался способ компоновки обучающихся с примерно одинаковыми личностными характеристиками. По полученным данным можно сделать вывод о том, что формирование обучающихся по тройкам требует более высоких значений личностных характеристик, чем при работе в парах. Для каждой модели оптимизации были построены парето-оптимальные множества

при различных коэффициентах важности критериев. На основе этих данных формируется система принятия решений, с помощью которой преподаватель может выбрать наиболее подходящую для конкретного обучающегося систему проверки качества знаний.

### Заключение

В работе рассматривалась система многокритериальной оптимизации контроля качества обучения при формировании обучающихся в малые группы. Данная система позволит повысить эффективность обучения, поскольку рассматривает каждого обучающегося индивидуально с учетом его личностных характеристик. В дальнейших исследованиях планируется разработать систему поддержки принятия решений, которая позволяла бы осуществлять подбор обучающихся для работы в команде не только с примерно одинаковыми профессиональными компетенциями, но и с разными.

### Список литературы

- Курапова Т.Ю. Критерии успешности обучения учащихся общеобразовательных школ // Психология в России и за рубежом : материалы I Междунар. науч. конф. – СПб. : Реноме, 2011. – С. 106–109. – URL: <https://moluch.ru/conf/psy/archive/32/1092/> (дата обращения: 27.01.2022).
- Bakoush M. Evaluating the role of simulation-based experiential learning in improving satisfaction of finance students // The International Journal of Management Education, 20 (3), 100690.

### References

- Kurapova T. Y. Criteria for the success of teaching secondary school students // Psychology in Russia and abroad : materials of the I International Scientific Conference – St. Petersburg: Renome, 2011, pp. 106–109. URL: <https://moluch.ru/conf/psy/archive/32/1092/> (accessed: 27.01.2022).
- Bakoush M. Evaluating the role of simulation-based experiential learning in improving satisfaction of finance students // The International Journal of Management Education, 20 (3), 100690.

3. Dogadina, E.P.; Smirnov, M.V.; Osipov, A.V.; Suvorov, S.V. Formation of the Optimal Load of High School Students Using a Genetic Algorithm and a Neural Network. *Appl. Sci.* 2021, 11, 5263.
4. Fredriksdotter H., Nor n N., Br ting K. Investigating grade–6 students' justifications during mathematical problem solving in small group interaction // *The Journal of Mathematical Behavior*, 2022, 62, 100972.
5. Guarino A., Malandrino D., Zaccagnino R. Adaptive talent journey: Optimization of talents' growth path within a company via Deep Q-Learning // *Expert Systems with Applications*, 2022, 209, 118302.
6. Luo X., Sun Y., Liu Y. Course timetable optimization for a university teaching building considering the building energy efficiency and time-varying thermal perception of students // *Building and Environment*, 2022, 219, 109175.
7. Rashid M., Mathew J., Raja K. Optimization of backpack loads using gait parameters in school boys // *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2020, 25, pp. 174–182.
8. Xu Y., Yan Ch., Jiang Y. A three-stage optimization method for the classroom envelope in primary and secondary schools in China // *Journal of Building Engineering*, 2022, 52, 104487.
3. Dogadina, E.P.; Smirnov, M.V.; Osipov, A.V.; Suvorov, S.V. Formation of the Optimal Load of High School Students Using a Genetic Algorithm and a Neural Network. *Appl. Sci.* 2021, 11, 5263.
4. Fredriksdotter H., Nor n N., Br ting K. Investigating grade–6 students' justifications during mathematical problem solving in small group interaction // *The Journal of Mathematical Behavior*, 2022, 62, 100972.
5. Guarino A., Malandrino D., Zaccagnino R. Adaptive talent journey: Optimization of talents' growth path within a company via Deep Q-Learning // *Expert Systems with Applications*, 2022, 209, 118302.
6. Luo X., Sun Y., Liu Y. Course timetable optimization for a university teaching building considering the building energy efficiency and time-varying thermal perception of students // *Building and Environment*, 2022, 219, 109175.
7. Rashid M., Mathew J., Raja K. Optimization of backpack loads using gait parameters in school boys // *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2020, 25, pp. 174–182.
8. Xu Y., Yan Ch., Jiang Y. A three-stage optimization method for the classroom envelope in primary and secondary schools in China // *Journal of Building Engineering*, 2022, 52, 104487. [educational standard for basic general education: order of the Ministry of Education of the Russian Federation of May 31, 2021 No. 287]. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (accessed 12 November 2022).