

**Е. Е. Ермилов**, вед. аналитик данных, egor.e.ermilov@gmail.com,  
**А. В. Постный**, зам. руководителя методического отдела, alekh.po@gmail.com,  
ООО "Интерда", Москва

# Персонализация учебного плана посредством применения алгоритмов обучения с подкреплением

*Рассмотрено применение марковского процесса принятия решений и рекомендательных алгоритмов для решения проблемы составления индивидуального расписания ученика. Персонализация индивидуального учебного плана способствует повышению качества образования, помогает выстраивать программу с учетом особенностей каждого ученика.*

*Рассмотренный алгоритм позволяет учитывать накопленную историю оценок учеников за прохождение урока как для выявления максимально эффективных цепочек уроков, так и для составления индивидуальных цепочек уроков.*

**Ключевые слова:** образование, персонализация, искусственный интеллект, машинное обучение, расписание, учебный план, обучение с подкреплением

## Введение

В последние десятилетия в сфере образования проявляется все большее стремление к индивидуализации обучения. Проблемам индивидуализации и дифференциации процесса обучения посвящен ряд педагогических работ И. Э. Унт, А. А. Кирсанова, Г. Ф. Суворовой, С. Д. Шевченко и других авторов [1]. Российская педагогическая энциклопедия определяет термин "индивидуализация обучения" как "организация учебного процесса с учетом индивидуальных особенностей учащихся, которая позволяет создать оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей каждого ученика". Индивидуализация обучения осуществляется в условиях коллективной учебной работы в рамках общих задач и содержания обучения [2].

Таким образом, с одной стороны, индивидуализация обучения предполагает подход к каждому ученику с учетом его особенностей в целях повышения эффективности обучения. С другой стороны, предполагаются некие рамки общих задач и содержания обучения. В случае общего образования такими рамками являются Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) [3–5].

Когда процесс обучения происходит один на один с педагогом (частные учителя, репетиторы,

тьюторы), индивидуализация обучения не составляет технических сложностей. Результат и эффективность обучения определяются квалификацией педагога. Он сам определяет параметры обучения — учебный план ученика, темп прохождения материала, порядок изложения тем.

В случае групповых занятий, в том числе в классах обычной очной школы, возникает проблема с индивидуализацией. Невозможно подобрать такие параметры обучения, которые бы учитывали все индивидуальные особенности каждого ученика. В этом случае чаще всего индивидуальное обучение сочетается с дифференцированным обучением [1]. То есть ученики объединяются в группы и для этих групп подбирается свой учебный план, который по возможности максимально учитывает особенности учеников данной группы.

В онлайн-образовании, когда ученикам предоставляется набор материалов для обучения (видео-материалы, конспекты, тесты и пр.), существует возможность для индивидуализации обучения. Несмотря на то что набор материалов ограничен, можно регулировать учебный план ученика следующими способами:

- добавлять или убирать некоторые темы из учебного плана;
- изменять количество материалов по данной теме (например, демонстрировать только неко-

торые видеоматериалы или давать сокращенный набор тестов);

- изменять порядок изучения тем.

С учетом числа обучающихся составление таких учебных планов для каждого ученика вручную потребует большого количества ресурсов. В связи с этим возникает необходимость разработки алгоритма, который на основе некоторых данных о каждом ученике мог бы составить индивидуальный план обучения.

Цель нашего исследования — разработка алгоритма, который может составлять индивидуальный учебный план или программу обучения автоматически, без привлечения дополнительных человеческих ресурсов.

Необходимо, чтобы алгоритм умел учитывать накопленную историю оценок учеников и методические рекомендации. История учеников должна учитываться при автоматической персонализации наряду с дополнительными условиями или ограничениями, например, такими как ФГОС.

В рамках данной работы индивидуализацию учебного плана будем связывать только с изменением порядка изучения уроков, а также с включением или исключением некоторых тем из программы обучения. Алгоритм не будет учитывать изменение объема материалов в рамках одного урока.

## Обзор работ по тематике

В настоящий момент персонализация учебного плана не очень глубоко исследована, хотя и предпринимались некоторые попытки это сделать.

Во многих работах исследуется проблема составления оптимального расписания для учебных заведений [6—11]. В рассмотренных работах оптимизация учитывает больше ресурсы учебного заведения (число преподавателей, наличие аудиторий и т. п.), а не успеваемость учеников.

В некоторых работах все же учитываются возможности студентов [12, 13], но не делается персональный учебный план.

В работе [14] подробно рассказано о необходимости участия алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта в учебном процессе. Доказано, что с темпами современного мира нужно не просто автоматизировать рутинную работу, но и делать это с помощью более прогрессивных инструментов. Однако в работе [14] не дано ни

каких конкретных примеров реализации алгоритмов.

В статье [15] дан метод, похожий на тот, что будет рассмотрен в настоящей работе. Но стоит заметить, что хотя авторы работы [15] и предлагают использовать обучение с подкреплением для составления индивидуального расписания, они не применяют данный подход на реальных данных. Они лишь провели симуляцию на 20 вымышленных учениках со случайно сгенерированными параметрами.

В настоящей работе рассматривается применение обучения с подкреплением на реальных данных реальных учеников, проходящих обучение на платформе школьного онлайн-образования ИнтернетУрок [16].

## Основная часть исследования

Для моделирования было условлено, что процесс обучения (последовательного прохождения уроков) — это марковский процесс принятия решения [17]. Пример марковского процесса представлен на рисунке.

Для описания марковского процесса нужно определить следующие множества:

- $S$  — множество состояний;
- $A$  — множество действий;
- $R$  — множество вознаграждений.

Пусть имеется  $N$  уроков, тогда принимаем, что множество уроков — это и есть множество состояний  $S$ .

Любое действие — это решение, какой урок пройти следующим. Это и составляет множество действий  $A$ .

Получаем, что размер множеств  $S$  и  $A$  совпадает и равен числу уроков в библиотеке платформы ИнтернетУрок [16].

Вознаграждения в нашем случае — оценки от 2 до 5, нормализованные относительно средней оценки по классу и предмету с помощью формулы:

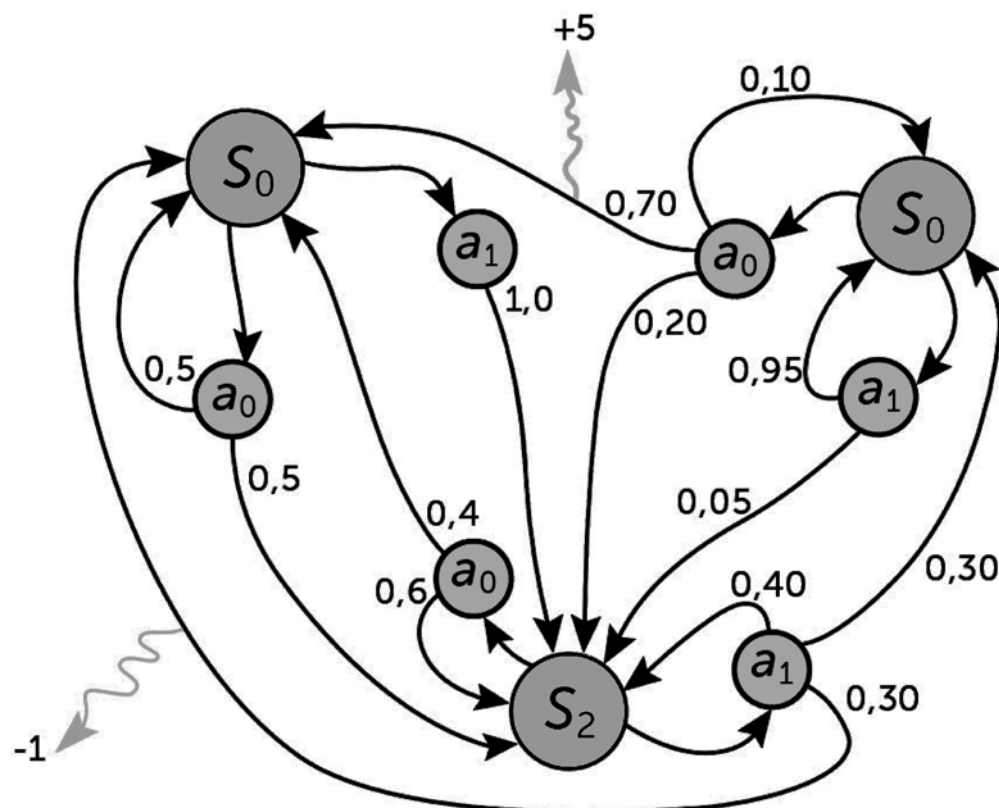
$$Reward\_norm = (Reward\_i - Reward\_mean) / Reward\_std,$$

где  $Reward\_i$  — текущая оценка у ученика;

$Reward\_mean$  — средняя оценка по классу и предмету ученика;

$Reward\_std$  — среднее квадратическое отклонение оценок по классу и предмету ученика.

Получаем множество вознаграждений  $R$ , рассчитанное по формуле выше.



Пример классического марковского процесса принятия решения:  
 $S$  — состояния;  $a$  — действия

Приведем пример процесса обучения ученика.

- Решил перейти к уроку № 194.
- Прошел урок № 194.
- Получил за этот урок оценку 5.
- Решил перейти к уроку № 279.
- Прошел урок № 279.
- Получил за этот урок оценку 4.
- Решил перейти к уроку № 1736.
- Прошел урок № 1736.
- Получил за этот урок оценку 5.
- Решил перейти к уроку № 8362.
- Прошел урок № 8362.
- Получил за этот урок оценку 2.

Формально на языке марковского процесса принятия решений это можно описать так:

$A_{194}, S_{194}, R = 5 \gg$

$\gg A_{279}, S_{279}, R = 4 \gg$

$\gg A_{1736}, S_{1736}, R = 5 \gg$

$\gg A_{8362}, S_{8362}, R = 2$

Технически на платформе ИнтернетУрок возможно пройти урок заново или пройти несколько уроков по кругу. Но накопленные данные с оценками содержат только дату последнего прохождения урока. Поэтому для упрощения считаем, что в модели повторы уроков не учитываются.

Имеется массив исторических данных о поведении всех учеников (прохождение уроков и получение оценок). Из этих данных формируем  $Q$ -таблицу  $Q[s, a]$  [18].

В таблице  $Q[s_i, a_j]$  хранится оптимальное вознаграждение, если в состоянии  $s_i$  выполнить действие  $a_j$ . То есть после урока номер  $i$  выполнить урок номер  $j$ .

При прохождении по массиву исторических данных с каждой строчкой  $Q$ -таблица меняется следующим образом:

$$Q_{new}[s', a'] = Q[s', a'] + LF(r + DF * \max(Q, s) - Q[s', a'])$$

где  $LF$  — фактор обучения; чем он выше, тем сильнее агент [18] доверяет новой информации;

$DF$  — фактор дисконтирования; чем он меньше, тем меньше агент задумывается о выгоде от будущих своих действий;

$r$  — нормированная оценка за урок;

$\max(Q, s)$  — максимальное уже существующее в  $Q$ -таблице вознаграждение, возможное после перехода к выбранному уроку.

После нескольких итераций прохождения циклом по массиву исторических данных получаем таблицу с оптимальными путями прохождения уроков. Интерпретировать ее нужно следующим образом.

Текущий шаг:  $s_{current}$ .

Выбираем в таблице  $Q[s, a]$  с  $s = s_{current}$ , в полученной строке выбираем максимальное значение и принимаем соответствующее действие  $a$ .

Таким образом для каждого урока можно получить оптимальный (с точки зрения максимизации оценки) следующий шаг.

В следующем разделе для полученной  $Q$ -таблицы  $Q[s, a]$  будем использовать другие индексы  $Q[lesson\_current, lesson\_next]$ . Сама таблица и ее содержание остаются неизменными. Эта таблица содержит информацию о том, какой урок ( $lesson\_next$ ) изучить дальше после прохождения текущего урока ( $lesson\_current$ ).

### Расчет рекомендаций

В оригинальной модели  $Q$ -обучения выбор дальнейшего действия носит вероятностный характер. В нашей же адаптированной версии выбор действия носит рекомендательный характер. Алгоритм не генерирует образовательный маршрут полностью, но помогаем ученикам справляться с локальными трудностями в обучении.

Оценки по всем пользователям также нормализуются по средней оценке по классу и предмету.

Рекомендации рассчитываются индивидуально по каждому пользователю. Для этого формируем два списка полученных оценок:

- хорошие оценки (нормализованная оценка больше нуля);
- плохие оценки (нормализованная оценка меньше нуля).

В каждом списке оставляем последние пять просмотренных уроков.

Рекомендации для дальнейшего изучения формируются по приведенному далее алгоритму.

**Шаг 1.** Формирование списка пяти последних хороших оценок.

**Шаг 2.** Из  $Q[lesson\_current, lesson\_next]$  выбор пяти векторов с  $lesson\_current$  из предыдущего шага.

**Шаг 3.** Суммирование выбранных значений для каждого урока.

**Шаг 4.** Сортировка списка по убыванию полученных скоров.

**Шаг 5.** Запись первых трех уроков из этого списка в рекомендации.

Рекомендации для повторения формируются согласно приведенному ниже алгоритму.

**Шаг 1.** Формирование списка пяти последних плохих оценок.

**Шаг 2.** Из  $Q[lesson\_current, lesson\_next]$  выбор пяти векторов с  $lesson\_next$  из предыдущего шага.

**Шаг 3.** Суммирование выбранных значений для каждого урока.

**Шаг 4.** Сортировка списка по убыванию полученных скоров.

**Шаг 5.** Запись первых трех уроков из этого списка в рекомендации.

### Заключение

Разработан алгоритм, который дает возможность проводить персонализацию учебной программы любому ученику с накопленной историей оценок. Такой подход не требует ресурсов методистов для ручного составления планов, поэтому данная образовательная услуга становится доступной для широкого круга учеников.

Также алгоритм обладает большой гибкостью и скоростью пересчета рекомендаций. Индивидуальное расписание можно пересматривать после получения любой новой оценки.

В настоящее время проводятся работы по проверке качества данного алгоритма. Для этого на платформу ИнтернетУрок встраивается блок рекомендаций. После его запуска будет проводиться А/В-тестирование для определения эффективности алгоритма.

Начальные исследования индивидуальных цепочек уроков дали полезную информацию о составлении расписания, зависимости успеваемости от последовательности уроков.

Приведенный в статье алгоритм может найти применение как в библиотеке уроков платформы ИнтернетУрок, где сейчас нет фиксированного

учебного плана, так и в Домашней Школе [19] на этой же платформе, где обучение построено по расписанию.

### Список литературы

1. **Юрловская И. А.** Индивидуализация обучения как одна из тенденций современного образования // Вектор науки ТГУ. Серия: Педагогика, психология. 2013. № 3. С. 292–294.
2. **Российская педагогическая энциклопедия.** М: Большая Российская Энциклопедия. В 2. томах. Т. 1: А-М. / Под ред. В. Г. Панова. 1993.
3. **Приказ** Министерства просвещения Российской Федерации № 286 от 31.05.2021 Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 01.04.2022).
4. **Приказ** Министерства просвещения Российской Федерации № 287 от 31.05.2021 Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (дата обращения: 01.04.2022).
5. **Приказ** Министерства образования и науки Российской Федерации № 413 от 17.05.2012 Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/> (дата обращения: 01.04.2022).
6. **Яковлева М. С., Вайтекунене Е. Л.** Автоматизация процесса составления расписания учебных занятий // Решетневские чтения. 2016. Том 2. С. 176–178.
7. **Хасухаджиев А. С.-А., Сибикина И. В.** Обобщенный алгоритм составления расписания в вузе с учетом новых требований федеральных государственных образовательных стандартов // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 3. С. 78–86.
8. **Галаванова Ю. И.** Обзор современных методов в автоматизации составления расписания в организациях общего образования // Достижения науки и образования. 2018. № 3 (25). С. 15–17.
9. **Aytug H., Bhattacharyya S., Koehler G., Snowdon J.** A Review of Machine Learning in Scheduling // Engineering Management, IEEE Transactions on. 1994. Vol. 41, Is. 2. P. 165–171. DOI: 10.1109/17.293383.
10. **Nanda A., Pai M., Gole A.** An Algorithm to Automatically Generate Schedule for School Lectures Using a Heuristic Approach // International Journal of Machine Learning and Computing. 2012. Vol. 2, No. 4. P. 492–495. DOI: 10.7763/IJMLC.2012.V2.174.
11. **Lovelace A. L.** On the complexity of scheduling university courses. Thesis Presented to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Computer Science. URL: <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1255&context=theses>
12. **Верёвкин В. И., Исмаилова О. М., Атавин Т. А.** Автоматизированное составление расписания учебных занятий вуза с учетом трудности дисциплин и утомляемости студентов // Доклады ТУСУР. 2009. № 1 (19). Ч. 1. С. 221–225.
13. **Мастяев Ф. А.** Автоматизация формирования учебных программ и контроля их исполнения в системе высшего профессионального образования // Прикладная информатика. 2006. № 6. URL: [http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article\\_id\\_4=766](http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=766)
14. **Personalized Learning.** URL: <https://www.valamis.com/hub/personalized-learning>
15. **Shawky D., Badawi A.** A Reinforcement Learning-Based Adaptive Learning System // The International Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications (AMTLA2018). AMTLA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer, Cham. 2018. Vol. 723. P. 221–231. DOI: 10.1007/978-3-319-74690-6\_22.
16. **Образовательная платформа Библиотека видеоуроков по школьной программе ИнтернетУрок.** URL: <https://interneturok.ru/>
17. **Bellman R.** A Markovian Decision Process // Journal of Mathematics and Mechanics. 1957. Vol. 6, Is. 5. P. 679–684.
18. **Watkins C., Dayan P.** Q-learning // Machine Learning. 1992. Vol. 8, Is. 3–4. P. 279–292. DOI: 10.1007/BF00992698.
19. **Образовательная платформа Домашняя школа ИнтернетУрок.** URL: <https://home-school.interneturok.ru/>

## Curriculum Personalization through the Application of Reinforcement Learning Algorithms

**E. E. Ermilov**, Lead Data Scientist, [egor.e.ermilov@gmail.com](mailto:egor.e.ermilov@gmail.com), **A. V. Postnyi**, Deputy Head of Methodological Department, [alekh.po@gmail.com](mailto:alekh.po@gmail.com), Limited liability company "Interda", Moscow, 117639, Russian Federation

*Corresponding author:*

**Egor E. Ermilov**, Lead Data Scientist,  
Limited liability company "Interda", Moscow, 117639, Russian Federation  
E-mail: [egor.e.ermilov@gmail.com](mailto:egor.e.ermilov@gmail.com)

*Received on April 11, 2022*

*Accepted on May 11, 2022*

*Individual curriculum Personalization contributes to improving the education quality. It takes into account the individual issues of each student and changes the program accordingly. This article discusses the application of recommender algorithms and Markov decision-making process to the problem of making an individual student's schedule.*

The algorithm is based on the collected historical data of assessments both to identify the most effective lesson chains among all students, and to combine individual lesson chains.

**Keywords:** education, personalization, artificial intelligence, machine learning, curriculum, schedule, reinforcement learning

For citation:

**Ermilov E. E., Postnyi A. V.** Curriculum Personalization through the Application of Reinforcement Learning Algorithms, *Programmnaya Ingeneria*, 2022, vol. 13, no. 7, pp. 354—359.

DOI: 10.17587/prin.13.354-359

## References

1. **Yurlovskaya I. A.** Individualization of learning as one of the trends in modern education, *Vector of science TSU. Series: Pedagogy, psychology*, 2013, no. 3, pp. 292—294 (in Russian).
2. **Russian** Pedagogical Encyclopedia. Moscow, Great Russian Encyclopedia / Ed. V. G. Panova, 1993, vol. 1 (in Russian).
3. **Order** of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 286 dated May 31, 2021: On the approval of the federal state educational standard of primary general education, available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (in Russian).
4. **Order** of the Ministry of Education of the Russian Federation N 287 dated May 31, 2021: On the approval of the federal state educational standard of primary general education, available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (in Russian).
5. **Order** of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation N 413 dated May 17, 2012: On the approval of the federal state educational standard of secondary general education, available at: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/> (in Russian).
6. **Yakovleva M. S., Vaitekunene E. L.** Automation of the process of scheduling training sessions, *Reshetnev readings*, 2016, vol. 2, pp. 176—178 (in Russian).
7. **Khasukhadzhiev A. S.-A., Sibikina I. V.** A generalized algorithm for scheduling at a university taking into account the new requirements of federal state educational standards, *Bulletin of ASTU. Series: Management, Computer Engineering and Informatics*, 2016, no. 3, pp. 78—86 (in Russian).
8. **Galavanova Y. I.** Review of modern methods in automation of scheduling in organizations of general education, *Achievements of science and education*, 2018, no. 3 (25), pp. 15—17 (in Russian).
9. **Aytug H., Bhattacharyya S., Koehler G., Snowdon J.** A Review of Machine Learning in Scheduling, *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 1994, vol. 41, is. 2, pp. 165—171, DOI: 10.1109/17.293383.
10. **Nanda A., Pai M., Gole A.** An Algorithm to Automatically Generate Schedule for School Lectures Using a Heuristic Approach, *International Journal of Machine Learning and Computing*, 2012, vol. 2, no 4, pp. 492-495, DOI: 10.7763/IJMLC.2012.V2.174.
11. **Lovelace A. L.** On the complexity of scheduling university courses. Thesis Presented to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science in Computer Science, available at: <https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1255&context=theses>
12. **Veryovkin V. I., Ismagilova O. M., Atavin T. A.** Automated scheduling of university classes, taking into account the difficulties of disciplines and fatigue of students, *Doklady TUSUR*, 2009, no. 1 (19), part 1, pp. 221—225 (in Russian).
13. **Mastyayev F. A.** Automation of the formation of training programs and control of their execution in the system of higher professional education, *Applied Informatics*, 2006, no. 6, available at: [http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article\\_id\\_4=766](http://www.appliedinformatics.ru/r/articles/article/index.php?article_id_4=766) (in Russian).
14. **Personalized** Learning, available at: <https://www.valamis.com/hub/personalized-learning>
15. **Shawky D., Badawi A.** A Reinforcement Learning-Based Adaptive Learning System, *The International Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications (AMLTA2018). AMLTA 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham., 2018, vol. 723, pp. 221—231, DOI: 10.1007/978-3-319-74690-6\_22.
16. **InternetUrok** educational platform Library, available at: <https://interneturok.ru/>
17. **Bellman R.** A Markovian Decision Process, *Journal of Mathematics and Mechanics*, 1957, vol. 6, is. 5, pp. 679—684.
18. **Watkins C., Dayan P.** Q-learning, *Machine Learning*, 1992, vol. 8, is. 3—4, pp. 279—292, DOI: 10.1007/BF00992698.
19. **InternetUrok** educational platform Home school, available at: <https://home-school.interneturok.ru/>

## XVI Международная конференция инженерии программного обеспечения "Software Engineering Conference" (SECR)

17—18 марта 2023 г., Москва, отель «Holiday Inn Сокольники»

SECR — одно из старейших и авторитетных ИТ-событий, посвященных индустрии разработки ПО.

Уникальность конференции — в широком охвате тем. SECR представляет разрез всей ИТ-индустрии и преподносит его участникам в виде 100+ различных докладов, мастер-классов, дискуссий за два дня. Современные подходы, тренды, прогнозы, экспертные мнения — все это SECR. Конференция интересна без исключения всем, кто вовлечен в разработку ПО.

### Тематики докладов

Принимаются доклады на темы, относящиеся к разработке ПО. Вот **некоторые** из них.

- Programming Technologies and Tools
- DevOps
- AI; Intelligent Apps and Analytics; Intelligent Things
- IoT; Digital Twins
- Data Science; Big Data
- Blockchain; Event-Driven
- Cloud; Cloud to the Edge
- High-Loaded Systems
- Embedded Systems; Hardware and Low-level Programming
- Open Source Technologies & Community
- Voice Interfaces; Natural Languages Text Processing; Conversational Platforms
- Security; Continuous Adaptive Risk and Trust
- VR, AR, Immersive Experience
- Software Quality Assurance
- System and Business Analysis and Requirements Engineering
- Project and Product Management (Classical & Agile)
- Knowledge Management
- Software Architecture
- Continuous Professional Development: From Classical to Corporate University
- Business and Entrepreneurship
- Human-Computer Interaction; User Experience, Usability

Если в списке нет вашей темы, но она относится к разработке ПО и может быть интересна аудитории, предлагайте доклад на рассмотрение программным комитетом.

### Типы докладов

#### Секционные доклады

Они составляют большинство докладов на конференции. Секционные доклады отбираются экспертами Программного комитета на конкурсной основе. Для каждого устного доклада в программе конференции будет отведены 40 мин (или 1,5 ч — два слота 40 мин + 40 мин). Это время включает как непосредственно выступление автора(ов) доклада, так и ответы на вопросы аудитории.

#### Блиц-доклады

Короткие (15—20 минут) выступления на тему, связанную с тематикой конференции или близкую ей.

#### Мастер-классы

Практические обучающие выступления продолжительностью 1,53 ч.

#### Круглые столы

Обсуждение экспертным составом выбранной тематики с модерацией (длительность до 1,5 ч). Свои позиции высказывают сторонники и противники.

Подробности: <https://secrus.ru>

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, ул. Матросская Тишина, д. 23, стр. 2  
Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *А. В. Чугунова*.

Сдано в набор 16.06.2022 г. Подписано в печать 21.07.2022 г. Формат 60×88 1/8. Заказ P1721  
Цена свободная.

Оригинал-макет ООО "Авансд солюшнз". Отпечатано в ООО "Авансд солюшнз".  
119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)