

РЕАЛИЗАЦИЯ ПЛАНИРОВЩИКА УЧЕБНЫХ ТРЕКОВ LEARNEE С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

П.Б. Иванов

В данной работе проанализирована потребность в средствах организации процесса самостоятельного обучения, структурированы результаты проведенных глубинных интервью с респондентами, а также описан пользовательский интерфейс и сформулирован базовый алгоритм планировщика учебного плана на базе классического общепринятого контента, уже используемого в установившемся учебном процессе.

In this paper we analyze the necessity of developed tools for self-educational process support, structured results of conducted in-depth interviews to respondents, also was described the user interface and formalized the basic algorithm for timetable rescheduler based on classical educational content, aimed to use in continuing educational process.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Генетические алгоритмы, учебный трек, веб-приложение.

1. ВВЕДЕНИЕ

В условиях отсутствия культуры стабильных учебников по базовым учебным курсам - студентам и людям, вынужденным самостоятельно готовиться к экзаменам крайне затруднительно ориентироваться в том, насколько качественно учебники, доступные на рынке, связаны между собой. То же самое касается прочих типов контента: хроникальные видеозаписи лекций, статьи, аудиозаписи, методические пособия, по которым нужно ориентировать учащихся - часто подаются в хаотичном порядке без логических связей между собой. Трудность выбора из большого количества материалов именно тех элементов, которые задействованы в действующем курсе ставит вопрос о создании сервиса, способного предоставить преподавателю инструменты для структурирования, а студенту - дать возможность планомерно проходить материалы в условиях автономии без вовлечения преподавателя в организационный процесс. Сервис создаётся для людей, занимающихся самообучением, преподавателей высших учебных заведений и их студентов для того, чтобы оптимизировать процесс самостоятельной работы путем формирования общедоступного учебного плана, представленного в виде трека (хронологической последовательности потребления контента) и сформировать четкое понимание учебного процесса по предоставленным материалам. Текущие LMS (Learning Management System) решения служат скорее вспомогательным инструментом, а не самостоятельным сервисом, не требующим вовлеченности преподавателя. LMS не предоставляет таймлайн как единый понятный продукт, содержимое которого адаптируется в зависимости от результатов успеваемости студента.

Актуальность данной темы обусловлена её востребованностью, выявленной путем опросов нескольких целевых выборок из студентов разной степени успеваемости и преподавателей, а также отсутствием удобной сущности, задающей хронологический порядок потребления учебного материала.

В данной работе, путем создания подобного приложения, решается одна из актуальных задач организации самостоятельной деятельности студента либо вольного слушателя, находящегося вне учебного заведения и не имеющего возможности непосредственно получать обратную связь со стороны преподавателя.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ

В данном разделе будут подробно рассмотрены и описаны результаты проведенных опросов, определение и обоснование области решаемых проблем.

2.1 Глубокое интервью

Глубокое интервью – метод сбора информации посредством беседы с респондентом по заранее подготовленному списку вопросов. Эта беседа очень похожа на традиционное журналистское интервью – пространную беседу по какой-нибудь теме с целью выявления отношения интервьюируемого, его личного мнения по какой-то проблеме [1]. Роль интервьюера в данном случае заключается в том, чтобы помочь опрашиваемому респонденту самому сфокусировать свои мысли путем задания ему открытых вопросов, выявляя проблематику из его рассуждений. [2]

Преимуществом такого подхода является возможность открыть новые доменные области в изучаемой проблематике путем интервьюирования с минимальным необходимым воздействием людей, которые имеют непосредственное отношение к решаемой задаче (в нашем случае это студенты и преподаватели), а также детализация существующих доменных областей.

В нашем случае существовало несколько гипотез, которые было необходимо проверить и выявить возникновение затруднений у нескольких ролей потенциальных пользователей сервиса.

Был проведен опрос 22 респондентов из трех различных категорий:

- 8 - студенты с хорошей успеваемостью по учебе и/или имеющие успехи в научной деятельности;
- 7 - студенты со средней успеваемостью и/или имеющие проблемы с понятийным аппаратом;
- 7 - преподаватели из фундаментальных и прикладных областей высших учебных заведений либо практикующие репетиторство.

2.2 Анкета и процесс интервью

Было составлено две различные анкеты для студентов и для преподавателей со следующими группами вопросов:

Анкета №1 (студенты):

- | |
|---|
| 1) Опишите свой процесс обучения на младших курсах университета. |
| 2) Опишите процесс обучения на старших курсах университета и чем он отличался от младших. |
| 3) Что вы использовали при обучении? Какие источники? Какова была вовлеченность преподавателей в процесс обучения? |
| 5) Что вам не нравилось при взаимодействии с преподавателями? |
| 6) Возникают ли у вас сейчас проблемы при самостоятельном изучении чего либо? Не важно, академический сегмент или нет. |
| 7) Как вы преодолеваете эти проблемы? Что вам не нравится в процессе? |

Анкета №2 (преподаватели):

- | |
|--|
| 1) Расскажите, как вы организуете процесс обучения? Какие материалы вы используете при работе со студентами? Используете ли книги, слайды, материалы размещенные в интернет в общем доступе? |
| 2) С какими категориями студентов вы работаете? Какая сфера? |
| 3) Какой процент занимают лекции, какой процент - семинарские занятия? |
| 4) Сколько человек присутствует на лекциях, сколько на семинарах? На сколько аудитория сокращается/увеличивается к середине/концу семестра? Как вы думаете, почему? |
| 5) Что для вас самое сложное при работе со студентами? |
| 6) С какими сложностями вы сталкиваетесь при подготовке учебных материалов для студентов, при объяснении материалов, при проверке домашних работ? |
| 7) Как вы думаете, в чём причина этих сложностей? Как вы их решаете? |

Также были выдвинуты гипотезы для проверки анкетами:

- | |
|--|
| 1) Студентам нужен дополнительный инструмент для концентрации внимания на необходимых для изучения материалах. |
| 2) Преподавателям нужен инструмент для структуризации контента и повышения дисциплины при самостоятельной работе. |
| 3) Нужен механизм заказа доступных в продаже книг и других материалов до начала курса. Это канал сбыта. |
| 4) Студентам нужен инструмент для получения обратной связи от преподавателя в момент, когда что-то непонятно при работе с материалом. Этот контакт должен быть точечным, в формате звонка по whatsapp или короткой вебинар-сессии, не более. |

Опросы проводились под диктофонную запись с последующим анализом записанной информации.

2.3 Результаты интервью

По результатам проведенного исследования были сделаны следующие выводы для трех сегментов:

Успешные студенты, высокая успеваемость и социальная активность, уже работают или делают собственные проекты, самостоятельны, Москва:

- Выявлена потребность в авторитетных источниках - людях, поддерживающей среде.
- У большинства нет времени на подробное изучение предметной области, а навыки нужны срочно.
- Выявлена сложность в том, чтобы найти нужную информацию: либо она только на бумаге, либо только за рубежом, либо стоит дорого для студента. Необходимость фокуса на актуальном материале.
- Выявлена необходимость самостоятельно структурировать информацию.

Неуспешные студенты и студенты со средней успеваемостью, низкая потребность в саморазвитии, неопределенность в выбранной профессии, Москва:

- Выявлена низкая мотивация по различным причинам, неопределенность на момент поступления, непонимание смысла части изучаемых курсов и их практической пользы. Также низкая мотивация обусловлена откровенно низким качеством обучения в большинстве случаев.
- Определен набор проблем с недоступностью материалов и сложностью их изложения. Зафиксированы слабое понимание связности между преподаваемыми курсами и сложность в фильтрации излишней информации и умении фокусироваться на сути изложения.
- Отсутствие качественной поддержки и обратной связи со стороны преподавателей и кураторов.

Преподаватели, стремление к увеличению эффективности образовательного процесса путем внедрения интерактивных технологий (семинары вместо лекций и т.п.), Москва:

- Выявлены затруднения с мотивацией студентов - дисциплина вводится как производное
- Также выявлена сложность с определением общего уровня студентов в аудитории
- Также сложно оценивать причины провалов в прогрессе студентов в процессе обучения

Выявлена общая деталь: важность мотивации в процессе обучения и необходимость качественных, методически выверенных учебных материалов для обеспечения легкости освоения, отсутствие структуры и последовательности изложения в подаваемых учебных материалах и предлагаемых для решения задачах. Зачастую - отсутствие фундаментальных деталей, о которых студент не имеет представления и тем не менее необходимых для усвоения материала. В качестве примера - попытка изучать основы программирования на динамически-типизированном языке программирования Python без понимания основ ООП и опыта программирования на процедурном языке, в силу чего для учащегося остаются непонятными критические сообщения об ошибках, выдаваемые интерпретатором только в runtime, набор частных случаев (магические методы, неявное приведение к булевому значению, изменяемые значения по умолчанию для аргументов и т.д.) и объектный интерфейс, который имеет большинство сущностей языка.

2.4 Определение проблемы

По итогам проведенных интервью был сделан вывод, что и у студентов и у преподавателей есть нужда в инструменте, который бы позволил структурировать ежедневную рутинную деятельность, т.к. неуспевающим студентам довольно легко потерять контекст повествования преподавателя во время занятия (либо они могут заболеть и пропустить часть занятий) и отстать от остальной группы, а у преподавателей нет эффективного инструмента для того, чтобы отслеживать качество конспектов и концентрацию внимания всех учащихся. Также и у людей, которые вынуждены самостоятельно изучать материал по разного рода причинам (например, подготовка к экзаменам GMAT или GRE) - нет эффективных инструментов для быстрой организации обучения по именно тем материалам, которые нужны для курса, сейчас у людей много времени уходит на изучение куррикулума и самостоятельное планирование, при этом часто без четкого осознания, какие материалы каким должны предшествовать и какие задачи после прочтения каких материалов надо решать для закрепления и в каком количестве. Поэтому было принято решение создать инструмент, который позволяет преподавателю составить учебный план, состоящий из заданий с указанием для каждого из них временных промежутков, в которые должен быть изучен теоретический материал либо решена задача. По сути — это планировщик учебной деятельности студента, воспринимаемый преподавателями как сервис для составления домашних заданий, а учащимися - как сервис для оптимизации навигации по учебному материалу и фиксирования текущего статуса по их изучению.

3. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Проект получил поддержку в рамках конкурса “УМНИК” Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в 2016 году. Реализация была проведена согласно календарному плану, в первой части которого предусматривалась реализация самого сервиса, а во второй части - реализация алгоритма планировщика задач для формирования учебного трека исходя из свободного времени учащегося.

В первой части был реализован сам сервис, разработана таксономия элементов, которые автор курса может добавлять в учебный трек, механизм добавления элементов, их редактирования и удаления, механизм подписки на аккаунты внутри системы, механизм уведомлений, а также информационный чат-бот для перенаправления уведомлений с сайта на мобильный клиент приложения Telegram (рис. 3.1).

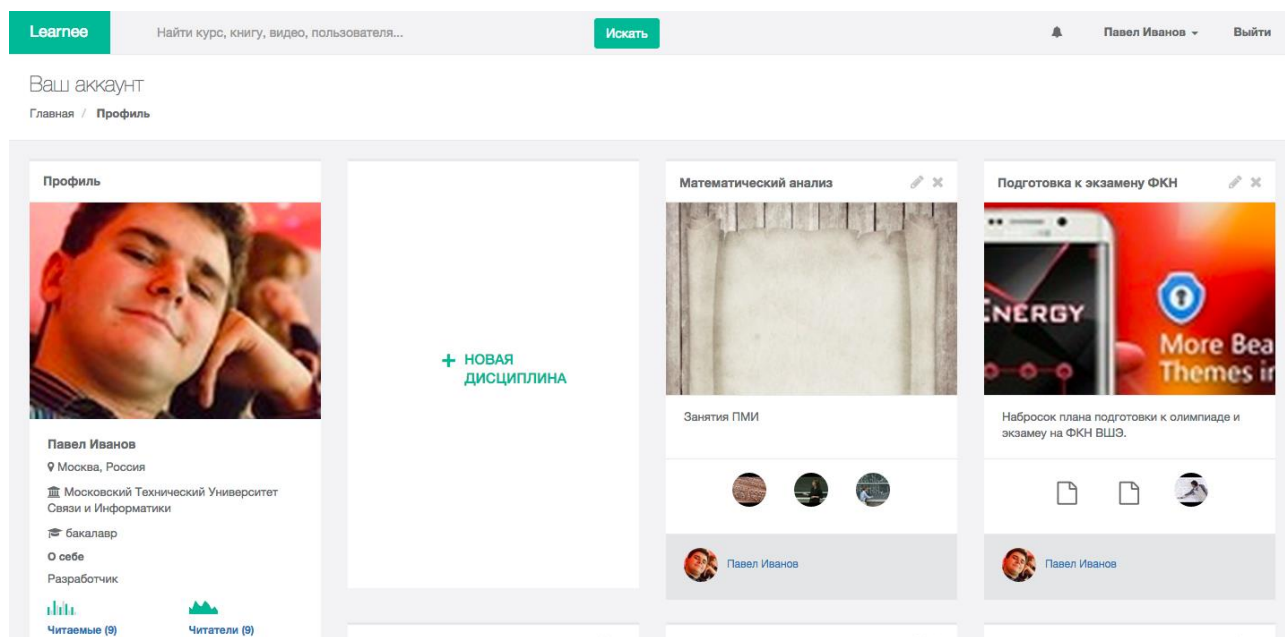


Рис.3.1 Пример личного кабинета пользователя.

Конструктор учебных треков был организован как отдельная вкладка с 9 подразделами элементов, которые можно добавить в учебный трек (рис. 3.2):

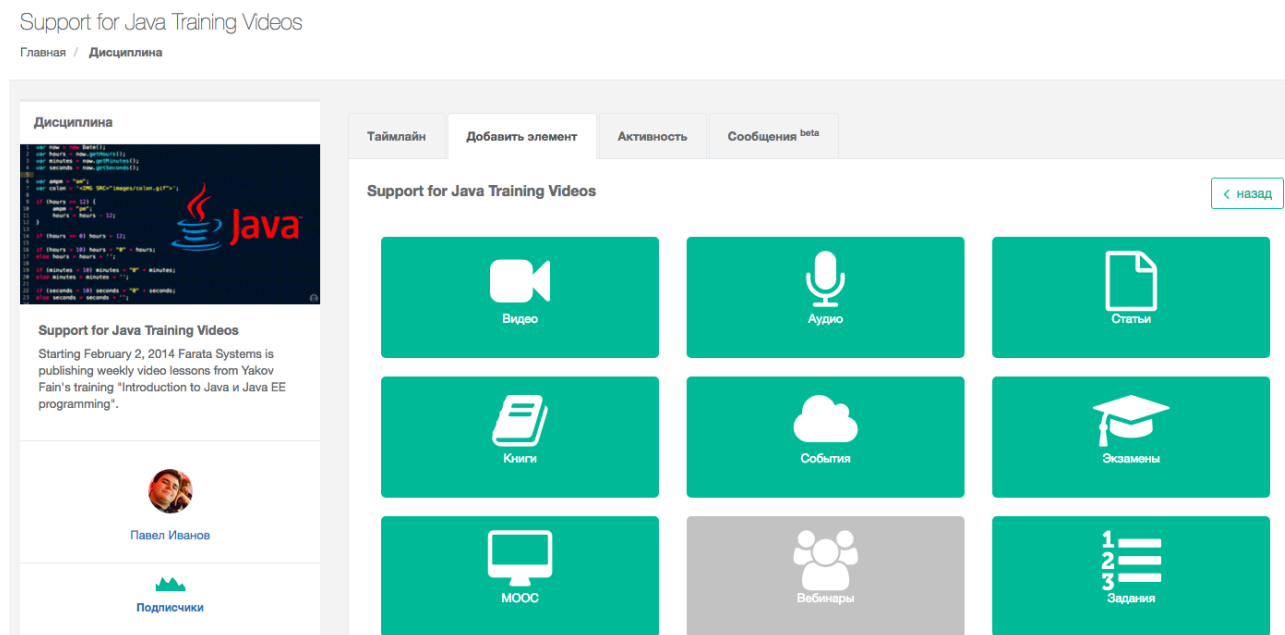


Рис.3.2 Пример экрана с выбором типа элемента для учебного трека

В каждом из разделов есть возможность добавить элемент, отредактировать его или удалить (рис 3.3):

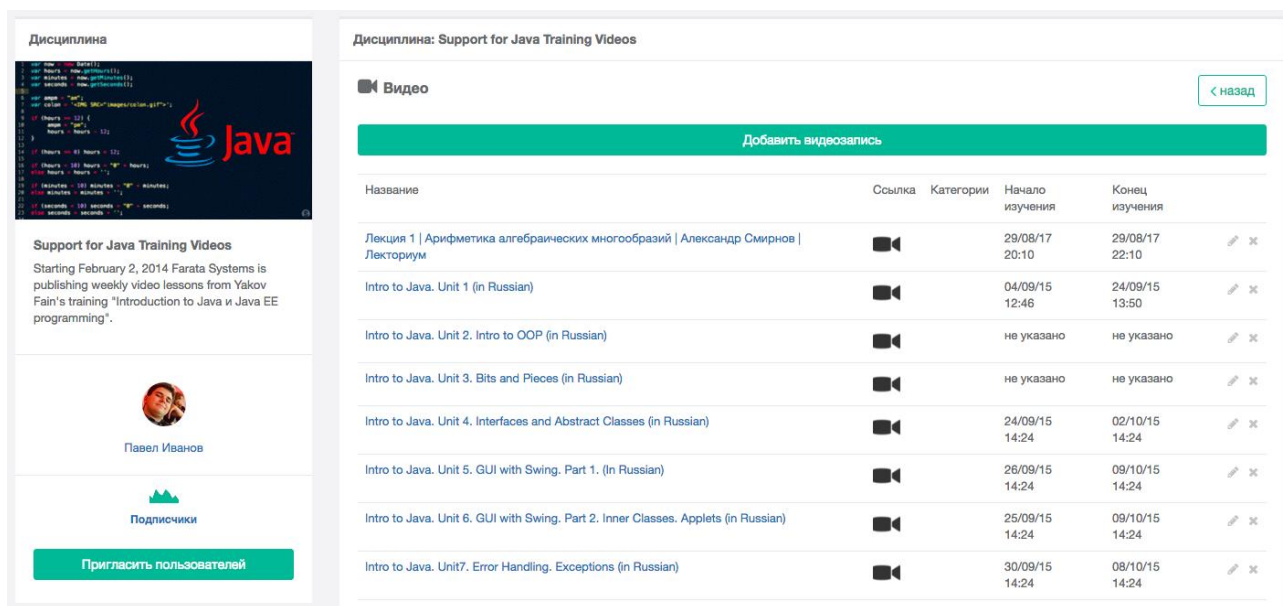


Рис.3.3 Пример экрана добавления, редактирования и удаления элементов типа “видео”.

Учебный трек представлен на первой вкладке с названием “Таймлайн” в виде планировщика, в котором отображаются элементы с указанием предполагаемого времени начала и окончания работы над каждым элементом трека, названия элемента и его типа (рис. 3.4):

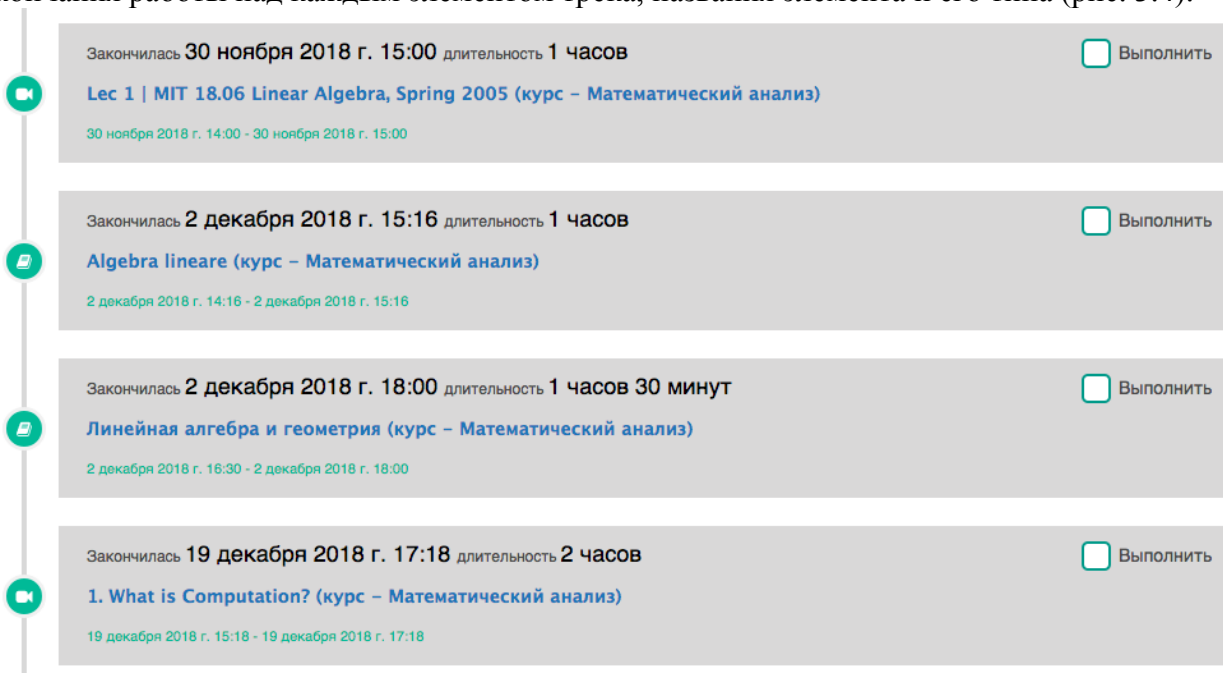


Рис.3.4 Пример экрана отображения учебного трека со всеми элементами курса

Во второй части были изучены актуальные алгоритмы, решающие задачу автоматического составления учебных планов. Построение оптимального расписания сводится к решению задачи условной векторной оптимизации. Основным критерием оптимальности выступает сокращение сроков обучения при соблюдении ряда условий. Условиями выступают многочисленные ограничения, такие как наличие свободного времени у студента, необходимая последовательность освоения материала и т.п. Дополнительные требования (например, не ставить утром в понедельник сложный предмет, не ставить подряд несколько сложных

предметов, и т.п.) влияют на значение критерия оптимальности – чем полнее выполнены дополнительные требования, тем качественнее расписание.

Обзор литературы [3,4,5] показал, что наилучшие результаты дает эвристический подход. Поэтому были использованы для генерации расписания генетические алгоритмы, которые осуществляют инкрементное, эволюционное улучшение имеющегося решения. Для успешной работы необходимо начальное расписание, составленное по детерминированному алгоритму. Качество начального расписания должно быть достаточно высоким, чтобы генетический алгоритм быстрее справился с задачей. Поэтому для начального приближения был использован forward-backward алгоритм.

Метрика в проекте задается в отдельном объекте. На данный момент это взвешенная сумма std/mean медиан занятий (эта величина обеспечивает равномерное размещение занятий по сетке, заданной пользователем, но при этом лучшую оценку имеют расписания, которые заканчивают обучение предмету как можно раньше) и размер "дыр в расписании". Все эти величины несут исключительно эвристический характер и далее метрика может быть оценена отдельно для каждого уникального пользователя.

В качестве начальной популяции берется популяция, полученная при помощи forward-backward алгоритма. Далее были реализованы 2 способа изменения популяции - мутация и скрещивание. Для формирования новой популяции выбираются лучшие по метрике представители предыдущей популяции. Определены следующие метрики качества расписания:

- шаг между двумя элементами в расписании сохраняется
- задачи не должны пересекаться по времени
- сохраняется изначальная последовательность занятий
- если пользователь не успевает пройти некоторый элемент - значит этот элемент переносится

Текущая формула для оценки метрики:

$$Q = w_1 \frac{1}{\text{mean}(M_i)} + w_2 \text{std}(M_i)$$

Реализация на языке Python:

```
class TimetablesScaler(object):
    def __init__(self):
        self.MIN = 1700000
        self.MAX = 170000000

    def _transform_one(self, element):
        return (element - self.MIN) / (self.MAX - self.MIN)

    def transform(self, medians):
        return [self._transform_one(el) for el in medians]

class MetricEstimator:
    def __init__(self, timetables=None):
        self.tt_scaler = TimetablesScaler()

    def extract_all_intervals(self, timetable):
        all_intervals = []
        for course_and_time, time_interval in timetable.items():
            course_name, date = tt_utils.parse_class_fullname(course_and_time)
            all_intervals.append(time_interval)
        return all_intervals
```




```
def to_medians(self, list_intervals):
    return [(interval[0] + interval[1]) / 2 for interval in list_intervals]

def _many_intervals_intersect_area(self, intervals):
    result = 0
    for i, int1 in enumerate(intervals):
        for j, int2 in enumerate(intervals):
            if i != j:
                result += intervals_intersect_area(int1, int2)
    return result

def estimate(self, timetable, dataset):
    W_1 = 0.1
    W_2 = 0.2

    all_intervals = self.extract_all_intervals(timetable)
    all_intervals_medians = self.to_medians(all_intervals)
    all_intervals_medians = self.tt_scaler.transform(all_intervals_medians)
    return np.log(W_1 * (1 / np.mean(all_intervals_medians))) + W_2 *
np.std(all_intervals_medians))
```

Программная реализация доступна по адресу: <http://beta.learnee.ru>

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализован сервис, позволяющий составить и оптимизировать учебный трек для студентов и преподавателей, реализована базовая таксономия элементов, необходимых для наполнения трека, запущена система поиска по сервису, система подписок и уведомлений.

В процессе выбран оптимальный алгоритм для оптимизации расписания и апробирован на тестовых выборках данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотова Н.Ф. Учебная и исследовательская работа студента-журналиста: учеб. пособие / Н.Ф. Федотова, Н.Л. Фесянова, М.Г. Яковлева; под общ. ред. Н.Ф. Федотовой; фил. Казан. гос. ун-та. - Набережные Челны: Лаб. операт. полиграфии, 2009.
2. Белановский С.А. Глубокое интервью / Белановский С.А.: Учебное пособие. - М.: Никколо-Медиа, 2001 - 320 С
3. Береговых Ю.В., Васильев Б.А., Володин Н.А. Алгоритм составления расписания занятий / Береговых Ю.В., Васильев Б.А., Володин Н.А. - Донецк, Украина, 2009.
4. Abramson D., Abela J. A Parallel Genetic Algorithm for Solving the School Timetabling Problem / Abramson D., Abela J.; 15 Australian Computer Science Conference, Hobart, Feb 1992.
5. Carlos Lara, Juan J. Flores, Felix Calderón Solving a School Timetabling Problem Using a Bee Algorithm / Carlos Lara, Juan J. Flores, Felix Calderón, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo Division de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingenieria Electrica Santiago Tapia 403 Centro. Morelia, Michoacan, Mexico.

Работа поступила 14.01.2019 г.