

ХІХ КОЛМОГОРОВСКІЕ ЧТЕНІЯ



The 19th KOLMOGOROV READINGS

ADVANCED EDUCATION AND SCIENCE CENTER

**Proceedings of
the 19th International Scientific Conference of students
Kolmogorov readings
May 5-8, 2019**

**COMPUTER SCIENCE AND
MATHEMATICAL MODELING**

Moscow

2019

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова**

**Материалы
XIX Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»
5-8 мая 2019**

**ИНФОРМАТИКА
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Москва
2019**

Председатель организационного комитета
XIX Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»:

академик В.А. Садовничий

Редакционный совет сборника тезисов «Информатика и
математическое моделирование»:

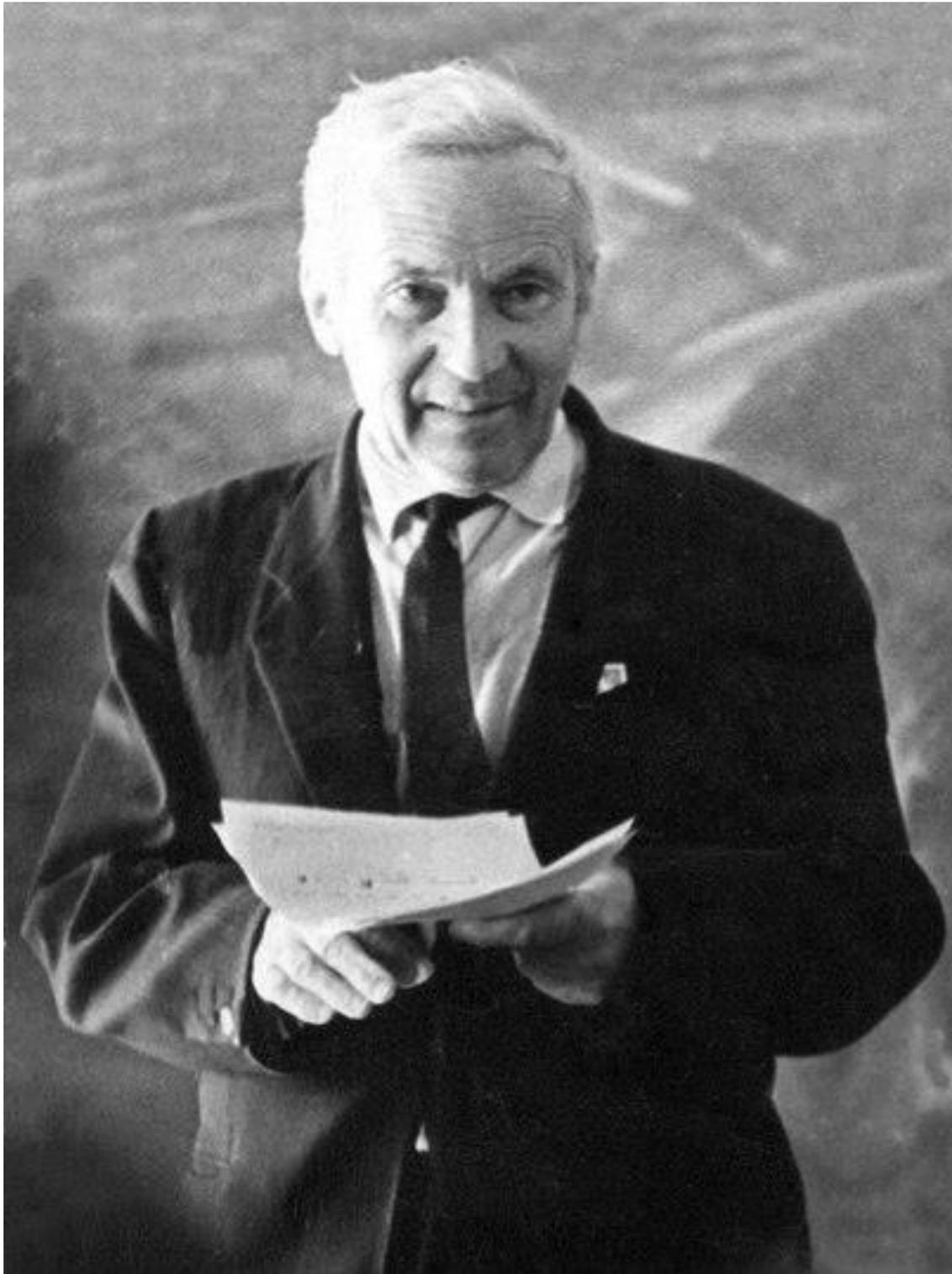
Е.В. Андреева (председатель), И.Н. Фалина, В.Н. Дубровский

Материалы

**XIX Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения»**

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков
XIX Международной научной конференции школьников
«Колмогоровские чтения» по секции
«Информатика и математическое моделирование»

© Специализированный учебно-научный центр (факультет) –
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета имени
М.В. Ломоносова, 2019 г.



Как в спорте не сразу ставят рекорды, так и подготовка к настоящему научному творчеству требует тренировки.

А.Н. Колмогоров

THE IMPLEMENTATION OF QR CODES IN AN IDENTIFICATION SYSTEM FOR THE STUDENTS OF NCD (NATIONAL CENTER FOR THE DISTINGUISHED)

Tamer Emad, Hayan Shkair, Lamees Ali, Aws Shrebah
*Grade 11, National Center for the Distinguished (NCD),
Distinction and Creativity Agency, Latakia, Syria*

Scientific advisor: Dr. Mothanna Alkubaily, National Center for the Distinguished,
Assistant Professor at Tishreen University, Syria.

Everyday there is a check for students' attendance in almost any school. In the NCD, which is a boarding school, there is a need for a fast way to check the attendance of students, count the number of meals served in the canteen, and view the students currently staying in the dormitory, etc.

In order to solve this problem, we create an identification system. This system uses a fast way to encode the student information (Name, Class, Section, number...) in a compact module that can be decoded easily by any device in the NCD, so it can present the student's information in a simple form. One of the best coding algorithms for this problem is QR Codes, which has a big compression ratio and a very good error correction algorithm.

The goal of this research is to create a program which:

- Encoding the student's information in a QR Code and saves it as an image.
- Decoding any student's QR Code and successfully retrieve all of his/her information.

The results of this research are:

- Searching and learning about QR Codes and how to encode/decode them.
- Exploring the different error correction algorithms.
- Creating a program that is able to encode and decode QR codes.

Bibliography:

1. Yue Liu, and Mingjun Liu, «Automatic Recognition Algorithm of Quick Response Code Based on Embedded System». Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, IEEE 2006.
2. ISO/IEC 18004:2015, Information technology — Automatic identification and data capture techniques — QR Code bar code symbology specification.
3. A. Ramsden, «The use of QR codes in Education: a getting started guide for academics». Working Paper. University of Bath, Bath, U. K. 2008.

STUDYING THE EFFECTS OF DIFFERENT DESIGNS OF A HYDRAULIC ELASTOMER ACTUATOR

**Aya Sadek, Aya Haji, Lamees Ali,
Ammar Faiad, Majd Ibrahim, Maya Sabbouh**
*Grade 11, National Center for the Distinguished (NCD),
Distinction and Creativity Agency, Latakia, Syria*

Scientific advisor: Dr. Mothanna Alkubaily, National Center for the Distinguished,
Assistant Professor at Tishreen University, Syria.

Recently, interest in soft robots has increased due to its unique characteristics like flexibility, ability to adapt with the environment to accomplish hard missions, etc.

This research aims to study how the design and use materials of an elastomer actuator (an example of soft robots) effects on its main characteristics which are forces generated by the actuator and maximum bending angles by modeling and simulation. The focus of this study is on actuators driven by a constant pressure hydraulic supply, therefor we present a detailed explanation of the control method and the mathematical model of the three types of actuators (cuboid with 6 rooms, cylindrical shape with one room and semi-cylindrical shape with one room).

We also present the design of the different studied models using SolidWorks and simulation results in the Abaqus environment which was the main base to make the comparison between the different models.

Bibliography:

1. Maxime Thieffry, Alexandre Kruszewski, Olivier Goury, Thierry-Marie Guerra, and Christian Duriez. «*Dynamic Control of Soft Robots*». IFAC World Congress, Jul 2017, Toulouse, France.
2. Daniela Rus, and T. Tolley Michael. «*Design, Fabrication and Control of Soft Robots*». Nature 521, no. 7553: 467–475. May 27, 2015.
3. Pinar Boyraz , Gundula Runge , and Annika Raatz. «*An Overview of Novel Actuators for Soft Robotics*», actuators, vol. 7, Issue. 3, 2018.

RECOGNITION LICENSES PLATES USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Alhadi Zidan

*Grade 11, National Center for the Distinguished (NCD),
Distinction and Creativity Agency, Latakia, Syria*

Scientific advisor: Dr. Mothanna Alkubaily, National Center for the Distinguished,
Assistant Professor at Tishreen University, Syria.

In our daily life traffic laws are being broken everywhere and every time. Unfortunately, the number of traffic tickets is increasing, but sometimes it isn't able to write down the traffic ticket.

In this paper, we discussed the ability to recognize a car from its license plate using a camera. To do this, we used image processing using two artificial neural networks-ANN, one for recognizing the car numbers, and the second for the registered city. The two ANNs are of type Multilayer Perceptron Networks (MLP) with supervised training method.

We used MATLAB to create and train our networks. For the learning procedure, we took a large number of car plates pictures as a training set which gave an acceptable narrow error values of the recognition. So we got a quite high level of accuracy which can be a first step of decreasing the traffic tickets.

Bibliography:

1. Raffaele Parisi, Elio D. Di Claudio, G. Lucarelli and G. Orlandi, «Car plate recognition by neural networks and image processing». Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, ISCAS '98, Volume: 3.
2. Anand Sumatilal Jain and Jayshree M. Kundargi, «Automatic Number Plate Recognition Using Artificial Neural Network», International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 2(4):1072-1078, July-2015.
3. İbrahim Türkyılmaz and Kirami Kaçan, «License Plate Recognition System Using Artificial Neural Networks», ETRI Journal Vol. 39, Issue. 2, April 2017.
4. K.Venkata Reddy, D.Rajeswara Rao, U.Ankaiah, K.Rajesh, «Handwritten Character and Digit Recognition Using Artificial Neural Networks» , International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Volume 3, Issue 4, April 2013.

RESOURCES ALLOCATION FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS

Ng Ka Chon, Tao Chong, Lai Chak Ian

Grade 10/11, Pui Ching Middle School, Macau SAR, China

Teacher Advisor: Ian Wu and Venus Chiang, Master's Degree in Mathematics

The purpose of this paper is to find out the location selection for EV charging stations and the best time-of-use pricing. We are also required to analyze the problems during the construction of EV charging stations and come up with some effective solutions.

In order to solve the first question, we use a model to select locations for different levels of EV charging stations and we create a program using recursion to minimize the charging cost for EV users after trying several data sets to figure out the best answer.

For the second question, we create a model to indicate the different charging pricing for stations of fast charging mode and with rechargeable power batteries. We also use six different equations and tables to calculate the charge per minute of the four levels of stations with two kinds of vehicles using it.

Finally, for the third question, we analyze the problems which deeply impede the application and the construction of EV charging stations. We refer to various websites and find out some effective ways to solve the problems.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЦИФРОВКИ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ВИДЕОПОТОКУ И ДАТЧИКАМ ПОЛОЖЕНИЯ КАМЕРЫ.

**Малахов Дмитрий Анатольевич, Парусов Владимир Алексеевич,
Прокопенко Кирилл Дмитриевич, Воротников Андрей Алексеевич,
Кодуков Александр Владимирович, Холявин Николай Андреевич**
*10-11 класс, ГБОУ «Санкт-Петербургский губернаторский физико-
математический лицей № 30», г. Санкт-Петербург*

Научный руководитель: преподаватель информатики и программирования физико-математического лицея № 30, руководитель группы компьютерной графики, зам. директора по ИТ, В.А. Галинский

Перед авторами была поставлена задача по созданию системы оцифровки трёхмерных объектов. Данная проблема на текущий момент решается при помощи профессиональных дорогостоящих сканеров, поэтому важной чертой системы должна являться общедоступность средств получения входных данных. Система должна триангулировать и текстурировать облако точек, являющееся результатом работы алгоритма анализа получаемых данных, для обработки данных на ЭВМ при помощи современных редакторов трёхмерных моделей. Таким образом, задача состоит в том, чтобы система могла получить данные об объекте, которые может собрать современный телефон (такими данными авторы считают данные видеокamеры, гироскопа, магнитометра и акселерометра), и создать текстурированную модель объекта, которую сохраняла бы в файл общепринятого формата.

Для получения входных данных используется Android приложение. Данные обрабатываются по алгоритму Large-Scale Direct Monocular Simultaneous Localization and Mapping, который вычисляет облако точек объекта. Данное облако точек используется для создания представления данного объекта через треугольники при помощи алгоритма сегментации. Для текстурирования полученной модели используется разработанный авторами алгоритм наложения текстурных координат.

В результате проведённой работы авторами была создана система, выполняющая все поставленные задачи. Средствами получения данных является обычный Android смартфон. Система позволяет получить текстурированную трёхмерную модель в формате OBJ, поддерживаемом большинством трёхмерных графических редакторов.

В результате проделанной работы авторами был реализован проект, позволяющий создавать трёхмерную модель помещений, которая может

использоваться, например, для планирования расположения мебели или восстановления ландшафтов. На данный момент система использует только данные видеопотока, но авторами планируется учитывать для оцифровки и данные датчиков телефона.

Список литературы:

1. <https://developer.android.com>
2. <https://vision.in.tum.de/research/vslam/lslam>
3. http://ethaneade.com/lie_groups.pdf
4. Clifford, A. A. «Multivariate error analysis : a handbook of error propagation and calculation in many-parameter systems». New York, John Wiley & Sons, 1973.
5. Glover, A., Maddern, W., Warren, M., Stephanie, R., Milford, M., Wyeth, G. «OpenFABMAP: an open source toolbox for appearance-based loop closure detection.» In: Intl. Conf. on Robotics and Automation (ICRA). pp. 4730–4735 (2012).
6. Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld, Mark Overmars. «Computation geometry: Algorithms and Applications», 3rd edition. Springer-Verlag, Berlin, 2010.
7. Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А.Курвилль. «Глубокое обучение» / пер. с англ. А.А. Слинкина. М.:ДМК Пресс, 2017.
8. T. Rabbani, F. A. van den Heuvel, G. Vosselman. «Segmentation of point clouds using smoothness constraint», International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - Commission V Symposium «Image Engineering and Vision Metrology», Dresden, 2006.
9. Asdrubal Lopez Chau, Xiaoou Li, Wen Yu. «Large data sets classification using convex–concave hull and support vector machine». Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012.
10. <https://www.fileformat.info/format/wavefrontobj/egff.htm>
11. Селлерс Г. «Vulkan. Руководство разработчика» / пер. с англ. А.В. Борескова. М.:ДМК Пресс, 2017.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА СБОРА И СОРТИРОВКИ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ТАРЫ «MASTER BIN»

Гладников Тимофей Елисеевич

8 класс, ГБОУ Школа № 1532, г. Москва

Научные руководители:

учитель информатики ГБОУ Школа №1532 Р.А. Свирин,

учитель английского языка ГБОУ Школа №1532 К.В. Гладникова

На текущий момент в мире существует три основных способа избавления от мусорных отходов: захоронение на мусорных полигонах, сжигание на мусоросжигательных заводах и переработка на мусороперерабатывающих заводах. Самым благоприятным для экологии и окружающей среды является переработка. Сортировка мусора и бытовых отходов может помочь существенно сэкономить на вывозе мусора. Благодаря своевременной сортировке мусора, потребитель экономит средства на дальнейшую переработку или вывоз и хранение мусора на свалке.

Вступить в ряды защитников окружающей среды очень просто. Поэтому мы придумали «умную» корзину «Master Bin» и ввели за сдачу тары систему эко-бонусов. Корзина не только самостоятельно определяет материал, из которого сделана тара, но и подсчитывает количество тары в отсеках, передавая эту информацию на сервер.

Цель данной работы - организовать в школе систему автоматического сбора и сортировки тары, которая в дальнейшем будет отправляться на переработку. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1. Исследование мирового и отечественного опыта в вопросах автоматизации и сортировки тары.
2. Разработка прототипа устройства, которое автоматически определяет состав тары и производит ее сортировку.
3. Разработка сетевого режима, в котором управление процессами будет реализовано на сервере:
 - а. Организация на сервере алгоритма машинного обучения, позволяющего по набору признаков определить вид тары с наименьшим числом ошибок.
 - б. Реализация алгоритма машинного обучения и обмена данными с клиентом.
4. Реализация управления процессами с помощью RFID-модуля с использованием карты проход-питание, сохранение данных на сервер.
5. Тестирование и отладка системы.

РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОС ANDROID С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA И KOTLIN

Кирсанов Григорий Романович

10 класс, ГБОУ СОШ №2, п.г.т. Усть-Кинельский, Самарская область

Научный руководитель: учитель информатики ГБОУ СОШ №2

Е.К. Пятышина

Тема данной работы сопряжена с приоритетными направлениями развития науки, технологий и техники Самарской области (информационные технологии и электроника) и Российской Федерации (нано-, био-, информационные, когнитивные технологии).

Целью работы является создание RPG игры с использованием языков программирования Java и Kotlin для ОС Android без использования сторонних библиотек.

Для разработки исследовалась возможность реализации игрового приложения под Android с использованием языков программирования Java и Kotlin без сторонних библиотек. Преимуществом Kotlin является полная совместимость с Java, в том числе и обратная. Kotlin позволяет писать программы с меньшим количеством кода и имеет более удобный синтаксис.

В работе были рассмотрены основы мобильной разработки: от выбора языков и платформы до создания. Для получения уникального дизайна героев, были самостоятельно изготовлены фигурки из пластилина, фотографии которых обработаны в приложении Prisma с использованием фильтра Comic. Спроектирована математическая модель, на основе которой была разработана сбалансированная система игровых классов, а также иерархическая система классов эффектов. Одним из сложнейших этапов работы было создание адаптивного поведения AI бота, который сражается с игроком. Например: при использовании игроком способности на увеличение урона, бот использует способности контроля (оглушение, отражение и молчание); при использовании игроком отражения AI перестанет наносить урон. Для каждого персонажа реализовано 5 способностей. Для хранения параметров каждой способности используется класс Spell. Способности активируют различные эффекты. Именно на эффектах строится логика боя. Звуковой комментатор акцентирует внимание на ключевых моментах игры.

Используя языки программирования Java и Kotlin в Android Studio, было создано игровое приложение «Герои Завоеваний» без использования

сторонних библиотек. Данное приложение позволяет развивать личность через игровую деятельность, способствует развитию навыка управления ресурсами и снижает уровень агрессии.

Полученные результаты используются в работе предприятия, в сфере управления персоналом, и на уроках внеурочной деятельности «Создание мобильного приложения».

Приложение можно скачать в Google Play по ссылке <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thekingames.hoc&hl=ru> или найти по названию – «Герои Завоеваний».

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОТРУДНИКОВ В РАБОЧЕМ КОЛЛЕКТИВЕ

Косенко Дмитрий Павлович

11 класс, МОУ лицей №2, г. Волгоград

В современном мире производства товаров и услуг производительность труда влияет на конкурентоспособность предприятия и выступает на первый план. Разработанное приложение позволяет увеличивать производительность труда на предприятии за счет геймификации рабочего процесса (внесение в рабочий процесс элементов игры, в результате чего повышается вовлеченность в решение прикладных задач).

Существующие аналоги данного приложения не имеют широкого внедрения в сферу, преследуют локальные цели (разработаны индивидуально), а также не могут быть модифицированы и расширены под пользователей. Цель моей работы – повысить производительность труда на большом предприятии, учитывая особенности психотипов людей.

Разработка приложения проводилась с помощью следующих технологий React.js, MongoDB, Node.js, JavaScript ES6, HTML5, CSS3, SASS, Responsive Web, Express.js, Mongoose.js, npm packages. Кроме того, были разработаны алгоритмы взаимодействия с сервером и обработка запросов к нему, написан интерфейс приложения и разработана логика взаимодействия компонентов.

В разработанном web-приложении реализованы таблица лидеров; возможность рейтинговой системы развития рабочего аккаунта, получение реальной выгоды за внутриигровые достижения сотрудника; возможность настройки интерфейса. Отдельным блоком идет статистика достижений; возможность добровольного участия сотрудников в рейтинговой системе. Все сотрудники имеют доступ к «доске объявлений - органайзеру» (поставленным задачам); ведется внутренний рабочий чат; работа с приложением формирует

привычку к ежедневному контролю своих достижений и выработке ритма жизни, привязанному к определенному темпу работы.

Приложение может быть использовано в любой сфере человеческой деятельности. В сфере услуг и производстве применение приложения имеет экономическую значимость – повышение производительности труда.

Список литературы:

1. <https://www.udemy.com/the-complete-web-developer-zero-to-mastery/>
2. <https://medium.com/edwisor/how-to-become-a-front-end-developer-in-2018-fb675d9dcf45>

ОБУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Кыштымова Анна Юрьевна

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) — школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова,
г. Москва*

Научный руководитель: студент 4 курса механико-математического факультета МГУ Д.А. Байгушев

Целью работы является создание программы для классификации изображений с возможностью задать произвольные классы. Пользователь вручную отмечает несколько изображений как принадлежащие к одному классу, при необходимости создавая новые классы, и на основе этих данных предсказываются классы следующих изображений.

Решение использует transfer learning на основе нейронной сети SqueezeNet, а также SVM. Сначала изображение обрабатывается нейронной сетью, выделяющей его признаки. С помощью информации об уже обработанных изображениях строится SVM, и на основе выделенных признаков определяется класс нового изображения. Пользователь подтверждает правильность или исправляет выбор, и эти данные используются в дальнейшем. С увеличением числа обработанных фотографий точность классификации растёт.

Программа написана на Python с использованием библиотек Keras, Tensorflow и Sklearn. На данный момент разработан прототип программы и способ работы с изображениями. Программа протестирована на различных наборах изображений. Разрабатывается графический интерфейс для удобства работы с программой.

Список литературы:

1. <https://keras.io>

2. <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.svm.SVC.html>
3. <https://arxiv.org/abs/1712.03541>

КОНЦЕПЦИЯ И АРХИТЕКТУРА СЕРВИСА КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С/Х ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

**Маюкова Екатерина Владимировна, Медведев Пётр Дмитриевич,
Попов Артемий Витальевич, Ялочкина Мария Кирилловна**

11 класс, Университетская гимназия (школа-интернат) МГУ, г. Москва

Научный руководитель: Т. В. Орлов, АО РКС, TerraTech

Целью нашей работы является разработка концепции и архитектуры сервиса космического мониторинга сельскохозяйственных полей и техническая реализация его работы.

В качестве исходных данных для построения сервиса брались космические снимки из двух источников: спутники Landsat 8 и Sentinel 2A. Период рассмотрения — с апреля по октябрь 2016-2018 годов. Снимки со спутника Sentinel были приведены к уровню обработки 2A (атмосферная коррекция снимков, пересчет значений в излучение на сенсоре), снимки Landsat получены сразу с уровнем обработки 2A.

Далее для снимков были проведены: применение маски облаков, расчёт вегетационных индексов (NDVI, SAVI, TDVI), выбор наилучшего, классификация полей по культурам (машинное обучение) и построение карт и графиков на основе NDVI, которые наглядно представляли информацию, которая необходима для анализа эффективности сельского хозяйства.

Была определена архитектура сервиса, которая включает базу данных (PostGIS), картографический сервер (Geoserver) и клиентскую часть, front end (JavaScript).

Были использованные данные, полученные на участке Ростовской области площадью 461 тысяча га, на котором по данным Росреестра зарегистрирована 21 тысяча полей.

В результате были определены основные потребители сервиса: банки, которые выдают кредиты фермерам, министерство сельского хозяйства, которое выдает субсидии фермерам и сами фермеры, которые хотят начать органическое сельскохозяйственное производство.

Основными результатами работы сервиса являются:

- прогноз урожайности полей фермера, и соответственно его прибыли;

- выделение хозяйств, подходящих под критерии получения кредитов, субсидий и полей на которых возможно ведение органического сельского хозяйства.

Было проведено геоинформационное моделирование для прогноза урожайности полей на основе имеющихся данных (урожайности в прошлом и данных космической съемки).

Список литературы:

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-vegetatsionnyh-indeksov-dlya-kartografirovaniya-landshaftov-bolshogo-kavkaza>
2. http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=20&table=news

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ПРИ АТАКАХ ТИПА «ОТКАЗ В ОБСЛУЖИВАНИИ»

Промыслов Георгий Витальевич, Шипилов Дмитрий Викторович
*10 класс, ГБОУ «Школа 171» Структурное подразделение 15 (школа 54),
г. Москва*

Научный руководитель: учитель математики ГБОУ «Школа 171»
Р. А. Иванюшкин

Целью данной работы является поиск граничных характеристик задержки сигнала на выходе системы при известных ограничениях на входной и выходной поток.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- Исследовать изменения максимальной задержки сигнала при изменении параметров входного потока и характеристик системы.
- Изучить изменения максимальной задержки сигнала при изменении параметров входного потока и характеристик системы.
- Описать доступность системы при различных кибератаках.

Этапы исследования:

- Формулировка через зависимость трех функций: $A(t)$, $S(t)$ и $D(t)$.
- Вывод формулы для расчета граничных характеристик системы.
- Линеаризация эмпирически заданных функции $A(t)$ и $S(t)$. Доказательство утверждения, что $S(t)$, представленная в виде линеаризованной функции, так же будет $S'(t)$.

- Расчет максимальной задержки для компьютерной системы типа IntServ и исследование изменения задержки при различных параметрах.
- Исследование изменения максимальной задержки при вариации параметров входного потока и параметров системы.

В результате исследования было получено, что, изменяя различные параметры модели, можно оценить доступность системы и её поведение при атаках внутреннего и внешнего нарушителя.

В качестве примера проанализирована система управления, описываемая моделью IntServ, с целью определения того, как кибератаки и соответствующие изменения параметров входящего потока и обслуживания влияют на доступность.

В работе показано, что доступность информационных активов по-разному зависит от изменения различных параметров модели, что необходимо учитывать при анализе влияния кибератак на кибербезопасность.

В дальнейшем планируется исследовать вопрос о точности расчёта, когда конверты потоков описываются не вогнутыми функциями, и результирующий конверт потока на выходе компонента системы является аппроксимацией реального конверта потока. Также данная тема заслуживает отдельного исследования для более сложных систем.

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ФИЗИКЕ

Терентьев Александр Александрович

*10 класс, ГБОУ Луганской народной республики «Алчевская Средняя
Общеобразовательная Школа №22», г. Алчевск.*

Научный руководитель: ассистент-совместитель ГБОУ высшего
профессионального образования Луганской Народной Республики
«Донбасский государственный технический университет»

А. А. Гутник

Целью исследования является создание программного обеспечения для виртуального проведения лабораторных работ по физике.

В данной виртуальной лаборатории должна быть возможность создать любые условия для получения желаемого результата вплоть до выбора планеты, на которой шарик должен будет произвести какое-либо движение, возможность указать любые условия и параметры и шарик в соответствии с ними так же будет совершать движение, т.е. используются универсальные формулы выведенные в ручную и приобщённые к программе. Все это удобно

применять в школах, с недостаточным количеством оборудования, либо же если невозможно создать желаемые условия вживую.

Для реализации требуется полотно, где отображается лабораторная работа, список лабораторных работ (выраженный в наборе файлов), панель заметок, калькулятор перевода единиц измерения, руководство по трём законам Ньютона. На данный момент тематика лабораторных работ ограничена физическими процессами с шариком: вертикальное падение шарика вниз, бросок шарика вертикально вверх, бросок шарика под углом к горизонту. После реализации всех процессов на тему шарика планируется добавить работы на другие темы. Все лабораторные работы можно скачать с сервера с помощью специальной кнопки. В руководстве по законам Ньютона, все законы проиллюстрированы, а один имеет даже анимацию. Кроме того, имеются все формулировки законов, объяснения, формулы, краткие пояснения к ним и условиям, при которых данный закон выполняется. Весь текст с заметок сохраняется, заметки – своеобразный черновик для пользователя.

Таким образом, создана виртуальная лаборатория для проведения лабораторных работ по физике, которой можно заменить некоторые работы из школьного курса, особенно если для работы требуются какие-либо специальные условия, которые нельзя создать в школе.

Список использованной литературы:

1. Подбельский В.В. Язык С++: Учебное пособие – М.: Финансы и статистика, 1995. – 560с.
2. Страуступ Б. Язык программирования С++/Б. – СПб.: Невский диалект, М.:Бином, 2008. – 1104с.
3. Мейерс С. Эффективное использование С++. 50 рекомендаций по улучшению ваших программ и проектов – М.: ДМК Пресс, 2000. – 240с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФОТОРЕАЛИСТИЧНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPU

**Иванов Тимофей Андреевич, Уророва Софья Александровна,
Амбросовская Дарья Викторовна, Григорович Вячеслав Дмитриевич,
Писарев Евгений Александрович, Синяков Степан Евгеньевич,
Мосягин Олег Сергеевич**

9-11 классы, ГБОУ «Санкт-Петербургский губернаторский физико-математический лицей № 30», г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: преподаватель информатики и программирования физико-математического лицея № 30, руководитель группы компьютерной графики, зам. директора по ИТ В.А. Галинский

Проблема рендеринга (процесс получения изображения с помощью компьютерной программы) фотореалистичных сцен в реальном времени является одной из самых актуальных проблем компьютерной графики на сегодняшний день. Она является значимой для таких сфер как кинематограф, симуляция некоторых физических явлений, развлекательная сфера и др.

Целью проекта является разработка программного обеспечения, позволяющего создавать трехмерные сцены и выводить фотореалистичные изображения с высокой частотой кадров (FPS). Для построения кадров был использован графический процессор (GPU). Таким образом, решена проблема низкой скорости работы алгоритма обратной трассировки лучей, использованного авторами. В данной области существуют альтернативные решения, но они направлены на профессиональный сегмент и требуют больших вычислительных мощностей.

Для уменьшения времени построения кадра авторами разработано и использовано несколько методов оптимизации. Это разбиение пространства на прямоугольные параллелепипеды (для ускорения поиска пересечений лучей с объектами сцены), бинарное пространственное разбиение, перенос всех вычислений на графический процессор и т.п. Для простого задания сцен разработан процедурный язык, для которого реализован однопроходный алгоритм синтаксического разбора.

В результате работы над проектом авторам удалось написать программу, позволяющую создавать фотореалистичные изображения в реальном времени на собственном языке программирования. В ходе исследования нами были изучены множество алгоритмов, связанных с обратной трассировкой лучей, и

методы их реализации. В будущем авторы планируют добавить новые способы оптимизации вычислений, улучшить физическое взаимодействие объектов и распространить данный проект.

Список литературы:

1. Matt Pharr, Wenzel Jacob, Greg Humphreys. «Physically based rendering from theory to Implementation», 3rd ed., Morgan Kaufmann , Elsevier, Book Aid Internation, 2017.
2. Tomas Akenine Moller, Eric Haines, Naty Hoffman, Angelo Pesce, Michal Iwanicki, Sebastien Hillaire. «Real-time rendering», 4th ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, A K Peters Book, 2018.
3. David Wolff, «OpenGL Shading Language Cookbook», Packt Publishing, 2018.
4. А. В. Боресков, «Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учеб. Пособие», МюЖ Издательство Московского университета, 2012.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СРАЖЕНИЙ

Филатов Егор Борисович

*9 класс, ГБОУ «Школа на Юго-Востоке им. Маршала В. И. Чуйкова»
(классы «Силаэдр»), г. Москва*

Научный руководитель: ассистент кафедры алгебры и фундаментальной информатики Уральского Федерального Университета им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина,
к.ф.-м.н. А. Л. Попович

В работе проведено моделирование сражения с целью определения лучшей стратегии для победы. Под сражением мы понимаем столкновение двух армий, главными целями которых является нанесение урона друг другу. Моделирование сражений может быть актуально для моделирования и исследования поведения разных биологических популяций, сражений в компьютерных играх или же сражений реальных армий в прошлом, однако главной целью мы ставим разработку методов поиска лучшей стратегии среди семейства стратегий, каждая из которых определяется параметрами.

Моделируется следующая ситуация: две армии находятся на границах прямоугольника. Армии воюют в пошаговом режиме, однако временной шаг достаточно мал, чтобы смоделировать непрерывное движение. Солдаты имеют набор параметров, определяющих их состояние: здоровье, наносимый урон, радиус видимости, направление движения. Для каждой армии определена

единая коллективная стратегия, которая в каждый момент времени определяет за каждого солдата его действия. А именно, солдат на каждом ходу сообщает своей стратегии свой номер, расположение, обзор врагов в радиусе видимости, и получает от стратегии набор действий, которые он делает в течение хода.

То обстоятельство, что вся армия имеет единую изначально заданную стратегию на весь бой, напоминает действия разных биологических видов, у которых эта стратегия заложена в генах и выработалась в ходе эволюции. Поэтому эта ситуация не кажется неестественной. С другой стороны, такая модель позволяет легко моделировать сражение достаточно крупных армий, а сама стратегия может при этом оставаться довольно простой.

В ходе проекта было запрограммировано несколько стратегий, наиболее типичных для реальных сражений: просто двигаться вперед, собираться в таран, совершать фланговые удары и т.д. В целях испытания симуляции был проведен турнир таких стратегий.

Затем были определены ключевые моменты для каждой стратегии, в ходе которых были выработаны параметры, определяющие каждую стратегию: количество частей, на которые разбивается армия, длительность разных фаз сражения, направления движения частей, боевой порядок и т.д. Всего было определено более двух десятков различных параметров. Изменение каких-либо параметров качественным образом отражалось на стратегии.

Была поставлена задача нахождения самой выгодной комбинации параметров при условии, что стратегия соперника известна. Выгода при конкретном наборе параметров определялась в результате симуляции сражения. Для решения этой задачи использовались эвристические методы подбора параметров, а также метод градиентного спуска. В итоге была написана программа поиска победной стратегии, которая показывает хорошие результаты даже на стратегиях, сильно отличающихся от исходных.

Список литературы:

1. Mitchell, Melanie (1996). An Introduction to Genetic Algorithms. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN 9780585030944.
2. Page, Smith (1998). Introduction to military training simulation: a guide for discrete event simulationists Proceeding WSC '98 Proceedings of the 30th conference on Winter simulation, pp. 53-60.
3. Hartley D.S. (2001) BATTLE MODELING. In: Encyclopedia of Operations Research and Management Science. Springer, Boston, MA.
4. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Высшая школа, 1986. — С. 298-310.

RECORD INSURANCE

Luo On Ki, Chiu Jerone, Yao Hanying

Grade 9/11, Pui Ching Middle School, Hong Kong, China

Teacher Advisor: LEE Ho Fung, Master of Philosophy in Mathematics

In the International Mathematical Modeling Challenge 2016, teams are required to design a model for the effective planning for payments and insurance for record-breaking performances. With revision and improvement, we are going to present the paper which is one of the outstanding papers in IMMC 2016 written by students of Pui Ching Middle School.

First, we calculate the average cost of bonus. We obtain the cost by calculating the average interval of breaking the world records of men and women. We determine the additional cost for the insurance company. Using the binomial theorem, we solve the inequality uv and thus obtain the final answer.

Then, we determine whether the organizing committee should purchase the insurance. We first compare the value of the cost of self-insuring CS and purchasing the insurance CP. We use matrix D to calculate the probability that the committee have to pay bonus for certain times in a specific year.

We will determine whether or not to buy the insurance for each of the 40 events. Therefore, we mainly focus on the bonuses and probability on breaking the records of each event. We first listed out factors affecting the chance of breaking records, including quality of tracks and facilities, techniques of contestants etc. To consider the risk of each event having the record refreshed, we evaluated a risk index Z_i .

Lastly, we gave out The General Decision-Scheme.

SIMULATION MODEL OF NEWS SPREAD ON SOCIAL MEDIA

Ng Chit Long Isaac, Yeung Man Tsung, Yao Yuanyue

Grade 9/11, Pui Ching Middle School, Hong Kong, China

Teacher Advisor: LEE Ho Fung, Master of Philosophy in Mathematics

The problem is originated from AoCMM 2018. We are facing a situation that fake news was spread in Twitter. A fact-checking website then posted that the news was fake. We need to determine the time it took to inform 90% of Twitter users that the news was fake.

After analyzing the operation of Twitter, we built a simulation model on the information spread in Twitter, before and after a tweet became a trending tweet. Before the tweet became trending, we analyzed the detailed process of spreading,

using predefined variables such as probabilities of sharing or commenting tweets. We used a heap to store data to increase the efficiency. In the process, we recorded the view count to obtain the time needed. Modular equations were used to calculate the spread of a trending tweet. Lastly we generated data by concluding the range of variables and the friendship network and applied the implemented solution. Finally, we analyzed the relationship between the spreading time and the time required to spread the fact to 90% users. The graph produced a line with damped oscillation but had harsh turning points. We explained why this would happen.

A MARKOV MODEL OF BUSY FOOTBRIDGE PROBLEM

Yuen Lok Kan

Grade 11, Pui Ching Middle School, Hong Kong, China

Teacher Advisor: LEE Ho Fung, Master of Philosophy in Mathematics

The central problem we are investigating is based on a problem from the 2018 Singapore International Mathematics Challenge. It is about a mathematical model of the probabilities that the people on a footbridge from two sides meet. In our paper, we generalize the contest problem in various cases.

We develop a Markov model then formulate a transition matrix to solve the generalized problem. Also, we define an expansion rule of the transition matrices to reduce the time complexity to compute. Furthermore, we propose a new topic on the expected number of collisions. We tackle the problem by performing Jordan decomposition. Lastly, we optimize the method of finding eigenvalues by observing the recursive relationships in transition matrices.

THE BEST HOSPITAL

Ho Kit San, Wong U Long, Kwong Yin Wa, Leung Ka Hin

Grade 10/11, Pui Ching Middle School, Macau SAR, China

Teacher Advisor: Ian Wu and Venus Chiang, Master's Degree in Mathematics

This paper can be divided into three parts:

- mortality rate model for hospital quality;
- overall model for hospital quality;
- «user-friendly memo».

For the first question, we use two methods, a scoring system and mathematical modeling to define whether a case is inevitable or avoidable, and utilize the results for ranking hospitals. The former one is a set of standards which include different aspects of a death case to define its properties, whereas the latter one is built on the basis of Gini Index.

To solve the second question, we create two grading system which have different pros and cons. The difference between them is that grading system 1 adopts data from the whole US while grading system 2 uses data from particular hospitals.

Finally, for «user-friendly» memo, we choose the criteria of grading system 1. Users need to give a grade on the hospital performance, and they can deduce the quality of a hospital after their marks are calculated under the given standard.

WHAT IS THE EARTH'S CARRYING CAPACITY FOR HUMAN LIFE?

Ao Jeong Weng Chi, Chao Chi Kuan, Leung Hoi Ching, Wong Sut I

Grade 10/11, Sacred Heart Canossian College, Macau SAR, China

Teacher advisor: SOU Chon Wa, Master's Degree in Mathematics,
CHAN Ka Kit, Master's Degree in Mathematics

In response to the rapid increase in human population within these half century, many environmental protection associations and scientific organizations have warned that the resources on Earth are more than halfway taken up and human have to take action in order to save up the resources. The main reasons for the rapid increase in human population are the loosen «One- child Policy» in China and the improvement in living standard worldwide with the help of technology. Statistics shows that this move accelerated the growth of human population as families tend to give birth to at least 3 children averagely. They are able to afford higher standards of living and education for their kids and especially in China, with the loosen «One-

child Policy», the families living in rural areas or villages tend to give birth to even more children as they can help to farm when they grow up.

To start with, the carrying capacity of a biological species in an environment is the maximum population size of the species that the environment can sustain indefinitely, given the food, habitat, water, and other necessities available in the environment. In order to obtain more accurate results, we developed 2 different approaches: Logistic Regression and Factor Analysis. Through the researches we made and the review of different papers at different point of views, we can conclude a few limiting factors that will deter the carrying capacity of Earth, and cause a significant change towards the human population, such as, freshwater, natural disasters, wars, global warming and medical treatment level.

For Approach 1, through several research papers we have been investigating on, it can be concluded that population growth can be based on the logistic regression curve, where the carrying capacity is at the position that curve eventually levels off. Likewise, we use the programme, OriginPro, to fit a similar function which can best fit the actual data.

For Approach 2, Factor Analysis is used. We first take the present factors like land, freshwater and food into account separately. By dividing the current population on Earth by current used land, freshwater and food percentage, we can know the maximum people that can survive on Earth when the resources are 100% fully utilized and the maximum carrying capacity of planet Earth can be obtained through calculations.

In a nutshell, although there are constraints that limit human population from growing, innovation in technology can help to overcome the obstacles and distribute the utilization of resources. Consequently, we are going to conduct investigation and build a mathematical model to obtain the maximum value.

POSITIONING AND TREATMENT OF AIR POLLUTION SOURCES

Cheang Weng Man, Koc Cheng In, Mak Sin Lam, Wong Pui Man
Grade 11, Macau Sacred Heart Canossian College, Macau SAR, China

Teacher Advisor: SOU Chon Wa, Master's Degree in Mathematics,
CHAN Ka Kit, Master's Degree in Mathematics

Due to the fast growing industrial and technological development around the world, the increasing air pollution sources such as machinery, power stations and vehicles have significantly strengthened the adverse effects of global warming on the environment, not only on the habitats of animals, but also on the health of the citizens. Air pollutants like carbon dioxide, sulphur dioxide and nitrogen oxides can cause one-third of death due to stroke, lung cancers and heart disease.

In order to reduce the effect of air pollution, we need to determine the exact locations of the top three air pollution sources in the city with the analysis of the city layout grid. By dividing the areas with serious air pollution into two oval parts, we can locate the approximate locations of the three sources by finding out the foci of the ovals. With different simple calculations assessing the values of the major and minor axes, the foci can be located and so do the air pollution sources.

To additionally minimize the air pollutants, the diffusion properties and values of concentration unit under specific wind factors should be identified. We have proposed two approaches that can be used to evaluate the condition of air pollutant diffusion under a specific wind condition. Therefore, we can use the methods to find out the diffusion concentration under any specific conditions. In addition, in order to improve the living condition and standard of the citizens, the government imposed a 5-year plan to reduce and control pollution. The minimum government expenses for imposing the plan is established in this paper. We have adopted LINGO to assist us to find out the minimum government expenses.

In the end, we try to assess the strengths and weaknesses of our algorithms and mathematical models. There are several strengths in our paper such as we consist of not only one approach, but two. Bugs do exist in our algorithms and models; for instance, we do not take the differences in mass and density of different air pollutants into account. Our team hopes to further improve the accuracy and precision of our mathematical model in the future by reviewing on our weaknesses, so that more effectual solutions can be imposed at an even lower cost.

ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЁМКОСТИ ЗЕМЛИ ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

**Антохина Ксения Евгеньевна, Бильданов Равиль Ринатович,
Павлов Максим Олегович, Панов Никита Витальевич**
10 класс, СУНЦ НГУ, Новосибирск

Научный руководитель: к.ф.-м.н, с.н.с. ИГ СО РАН М. Н. Давыдов

Целью работы является вычисление популяционной ёмкости Земли для человека разумного, то есть максимальной размер популяция этого вида, потребности которой среда может удовлетворять неограниченно долго.

Для этого были определены и проанализированы факторы, ограничивающие популяционную ёмкость планеты, создана математическая модель для определения максимально возможной численности населения в современных условиях и в будущем. Ограничивающими факторами в созданной модели являются возможная площадь пашни, водные ресурсы и потребление энергии, причём наибольшую роль играет потребление пресной воды. Кроме того, были рассмотрены две модели роста населения, выведены соответствующие функции, описывающие данный рост и определяющие максимальную возможную численность людей, которая не будет меняться с течением времени. Также предложены возможные будущие меры для увеличения популяционной ёмкости Земли с сохранением комфортного проживания и удовлетворения своих первичных потребностей.

В ходе работы получены следующие оценки:

1. В первой модели, где учитывается только потребление энергии и пищи, популяционная ёмкость приблизительно равна 65-70 млрд.
2. Во второй модели, где также учитывается сбалансированность питания, популяционная ёмкость приблизительно равна 27-28 млрд.
3. В третьей модели, где также учитывается потребление энергии, минералов, пресной воды и пластмассы, популяционная ёмкость приблизительно равна 9,2 млрд.
4. Максимально возможная стабильная с течением времени численность населения равна 19 млрд человек.
5. Первая и вторая модели предполагают стабильное развитие человеческого вида с использованием К-стратегии. Третья модель соответствует r-стратегии (нестабильной численности населения Земли).

Список литературы:

1. Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз, «Пределы роста. 30 лет спустя», 2007.
2. В.И.Вернадский, «Автотрофность человека», 1993.
3. Римский клуб, доклад «Come on!», 2017.

«ВМЕСТИМОСТЬ» ЗЕМЛИ

**Зайнуллина Рената Робертовна, Кашина Александра Андреевна,
Маркова Мария Алексеевна, Малютин Михаил Павлович**
*10/11 классы, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова,
г. Москва*

Научный руководитель: к.ф.м.н., доцент кафедры математики СУНЦ МГУ
Ирина Игоревна Нараленкова

Проблема перенаселения Земли — одна из серьезных глобальных проблем, обусловленных, с одной стороны, истощением природных ресурсов, необходимых для жизнедеятельности человека, с другой — загрязнением окружающей среды и другими антропогенными факторами. В отдельных районах планеты огромное количество людей уже испытывает на себе нехватку чистой воды, пищи, критическое загрязнение воздуха.

Цель нашего проекта определить так называемую «вместимость» Земли — максимальное количество человек, которых планета способна обеспечить необходимыми для жизни ресурсами (при сохранении текущего уровня антропогенного влияния), а также найти способы увеличения этой «вместимости».

Для этого нами была разработана математическая модель, предсказывающая на основе различных ранее исследованных зависимостей и статистических данных изменение качества жизни на Земле и рост её населения. В модели также учтены некоторые регулируемые параметры, необходимые для поиска решения проблемы перенаселения Земли.

Нами выделены несколько параметров и рассмотрены зависимости между ними. На основе выделенных факторов Земля была разделена нами на несколько зон; на основе анализа статистических данных составлены формулы зависимости между параметрами. Используя формулы, мы рассмотрели развитие каждой зоны. Основные наши результаты — это определение «вместимости» и развития каждой из зон.

Список литературы:

1. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира: [Электронный ресурс] // URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129556_rus
2. Мировой атлас данных Кноема. [Электронный ресурс] // URL: <https://knoema.ru/atlas>

Оглавление

The Implementation of QR Codes in an Identification System for The Students of NCD (National Center for the Distinguished). <i>Tamer Emad, Hayan Shkair, Lamees Ali, Aws Shrebah...</i>	7
Studying the Effects of Different Designs of a Hydraulic Elastomer Actuator. <i>Aya Sadek, Aya Haji, Lamees Ali, Ammar Faiad, Majd Ibrahim, Maya Sabbouh</i>	8
Recognition licenses plates using Artificial Neural Networks. <i>Alhadi Zidan</i>	9
Resources Allocation for Electric Vehicle Charging Stations. <i>Ng Ka Chon, Tao Chong, Lai Chak Ian</i>	10
Разработка системы оцифровки трёхмерных объектов по видеопотоку и датчикам положения камеры. <i>Малахов Д.А., Парусов В.А., Прокопенко К.Д., Воротников А.А., Кодуков А.В., Холявин Н.А.</i>	11
Интеллектуальная система сбора и сортировки использованной тары «Master Bin». <i>Гладников Т.Е.</i>	13
Разработка игрового приложения для ОС Android с использованием языков программирования Java и Kotlin. <i>Курсанов Г.Р.</i>	14
Приложение для эффективного взаимодействия сотрудников в рабочем коллективе. <i>Косенко Д.П.</i>	15
Обучение классификации изображений в реальном времени. <i>Кыштымова А.Ю.</i>	16
Концепция и архитектура сервиса космического мониторинга с/х производителей. <i>Маюкова Е.В., Медведев П.Д., Попов А.В., Ялочкина М.К.</i>	17
Исследование граничных характеристик производительности компьютерных систем при атаках типа «отказ в обслуживании». <i>Промыслов Г.В., Шупилов Д.В.</i>	18
Виртуальная лаборатория по физике. <i>Терентьев А.А.</i>	19
Разработка системы визуализации фотореалистичных трехмерных сцен в реальном времени с использованием GPU. <i>Иванов Т.Ан., Уросова С.А., Амбросовская Д.В., Григорович В.Д., Писарев Е.А., Синяков С.Е., Мосягин О.С.</i>	21
Моделирование сражений. <i>Филатов Е.Б.</i>	22
Record Insurance. <i>Luo On Ki, Chiu Jerone, Yao Hanying</i>	24
Simulation model of news spread on social media. <i>Ng Chit Long Isaac, Yeung Man Tsung, Yao Yuanyue</i>	24
A Markov model of Busy Footbridge Problem. <i>Yuen Lok Kan</i>	25
The Best Hospital. <i>Ho Kit San, Wong U Long, Kwong Yin Wa, Leung Ka Hin</i>	26
What is the Earth's carrying capacity for human life? <i>Ao Ieong Weng Chi, Chao Chi Kuan, Leung Hoi Ching, Wong Sut I</i>	26
Positioning and Treatment of Air Pollution Sources. <i>Cheang Weng Man, Koc Cheng In, Mak Sin Lam, Wong Pui Man</i>	28
Оценка популяционной ёмкости Земли для человечества. <i>Антохина К.Е., Бильданов Р.Р., Павлов М.О., Панов Н.В.</i>	29
«Вместимость» Земли. <i>Зайнуллина Р.Р., Кашина А.А., Маркова М.А., Малютин М.П.</i>	30

Отпечатано 15 апреля 2019 года.
Издательский центр СУНЦ МГУ,
г. Москва, ул. Кременчугская, д.11, 107-Б.