

Кафедра алгебры, геометрии и дискретной математики

Основные научные направления

- Алгебра и приложения
(М.И. Кузнецов, А.В. Кондратьева, О.В. Любимцев, О.А. Муляр, А.Г. Разуваев)
- Геометрия и топология
(А.В. Баландин, В.И. Звонилов)
- Дискретная оптимизация
(Н.Ю. Золотых, С.И. Веселов, А.Ю. Чирков, С.В.Сидоров, Д.В.Грибанов)
- Теория графов и теория кодирования
(Д.С. Малышев, Д.С. Талецкий, С.В.Сорочан, Д.В.Захарова, Д.В.Мокеев, Т.Г. Смирнова)
- Машинное обучение
(Н.Ю.Золотых, С.В. Сидоров, В.А.Москаленко)

Направление «Алгебра»

М.И. Кузнецов, А.В. Кондратьева, О.В. Любимцев, О.А. Мулярь, А.Г. Разуваев



М.И. Кузнецов

Ключевые проекты

- «Градуированные алгебры Ли малой характеристики и их деформации» РФФИ (2018-2020) (М.И. Кузнецов)
- Госзадание Минобрнауки Динамические и управляемые системы: теория, вычислительный эксперимент и приложения (Д.В. Баландин)

Ключевые публикации

- *Gregory T.B., Kuznetsov M.I.*, On graded Lie algebras of characteristic three with classical reductive null component. *Journal of Algebra*. 2019. V. 538 , N 15. P. 35-80.
- *Kuznetsov M.I., Kondrateva A.V., Chebochko N.G.* Simple 14-dimensional Lie algebras in characteristic two. *Journal of Math. Sciences*. 2019. V. 240, N. 4. P. 474-480.
- *Lyubimtsev O.V., Tuganbaev A.A.* Centrally essential endomorphism rings of abelian groups // *Communications in Algebra*. 2020. V. 48. № 3. P. 1249-1256.
- *Ignatov S.K., Gadzhiev O.B., Razuvaev A.G., Masunov A.E., Schrems O.* Adsorption of glyoxal (CHOCHO) and its UV photolysis products on the surface of atmospheric ice nanoparticles. DFT and density functional tight-binding study. *Journal of Physical Chemistry C*. 2014;118(14):7398-413.
- *Okhapkin A.I., Ignatov S.K., Razuvaev A.G.* Alternative mechanism of silane addition to the imido complex (tBuN=)2Mo(PMe3)2. A quantum chemical study. *Computational and Theoretical Chemistry*. 2015;1074:83-90.

Направление «Геометрия и топология»



А.В.Баландин

Ключевые публикации

- *Balandin A. V.* Characteristics of Conservation Laws of Chiral-Type Systems, Letters Math. Phys. 2015. V. 105, pp. 27–43 (2015) (arXiv:1310.5218)
- Balandin A.V. Tensor fields defined by Lax representations // Journal of Nonlinear Mathematical Physics. V. 23. 2016. P. 323-334.
- *Zvonilov V.I.* Maximally inflected real trigonal curves. // Topology, Geometry, and Dynamics: Rokhlin -- 100. Conference dedicated to the 100th anniversary of V.A. Rokhlin. August 19-23, 2019. PDMI & EIMI. VVM Publishing Ltd. Saint-Petersberg. 95 стр.. 2019. P. 94.



В.И. Звонилов

Ключевые проекты

Госзадание Минобрнауки Динамические и управляемые системы: теория, вычислительный эксперимент и приложения (Д.В. Баландин)

Направление «Дискретная оптимизация»

Н.Ю.Золотых, С.И.Веселов, А.Ю.Чирков, С.В.Сидоров, Д.В.Грибанов



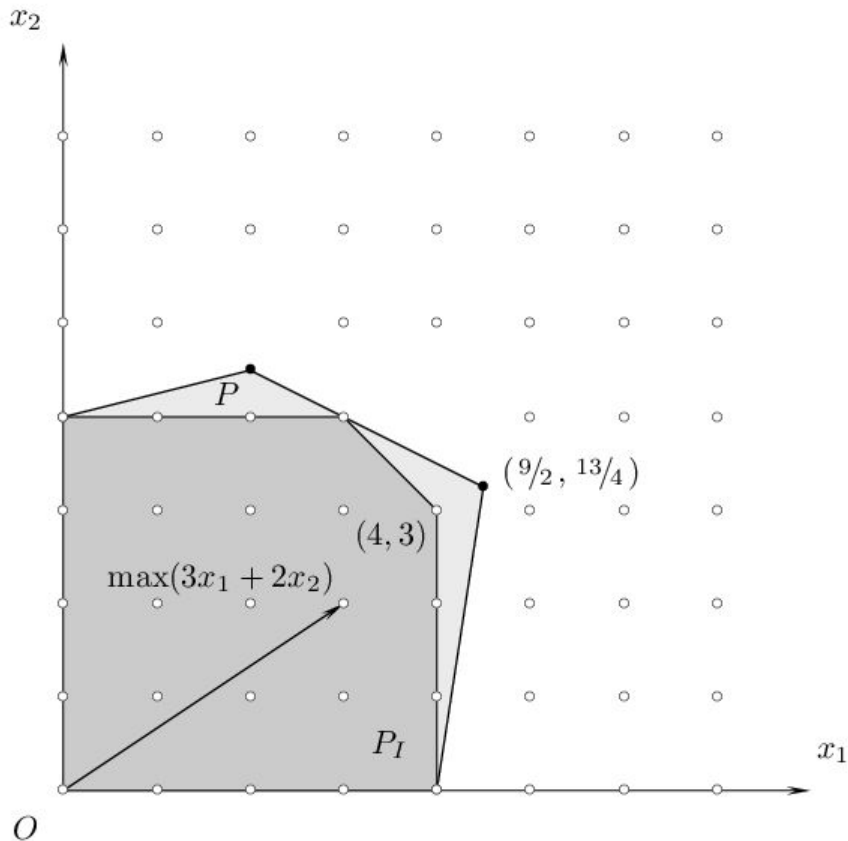
Н.Ю. Золотых

Ключевые проекты

«Выделение эффективно-разрешимых подклассов задач комбинаторной оптимизации» (рук. Н. Ю.Золотых) Грант РНФ 21-11-00194

Ключевые публикации

- *Shevchenko V.N.* Qualitative Topics in Integer Linear Programming. AMS (1996)
- *Chirkov A. Yu., Gribanov D. V., Malyshev D. S., Pardalos P., Veselov S. I., Zolotykh N. Yu.* On the complexity of quasiconvex integer minimization problem Journal of Global Optimization V. 73, N. 4, 15, P. 761-788 (2019)
- *Zolotykh N. Yu., Bastrakov S. I.* Two Variations of Graph Test in Double Description Method Computational and Applied Mathematics V. 38, N. 3, 100 (2019)
- *Semenov S. O., Zolotykh N. Yu.* A dynamic algorithm for constructing the dual representation of a polyhedral cone Lecture Notes in Computer Science V. 11548, P. 59-69 (2019)
- *Gribanov D. V., Malyshev D. S., Pardalos P. M., Veselov S. I.* FPT-algorithms for some problems related to integer programming Journal on Combinatorial Optimization V. 35, N. 4, P. 1128–1146 (2018)
- *Lozin V., Razgon I., Zamaraev V., Zamaraeva E., Zolotykh N.* Linear read-once and related Boolean functions Discrete Applied Mathematics V. 250, P. 16-27 (2018)



□ Задача целочисленного
линейного программирования:

$$\max c^T x$$

$$Ax \leq b$$

$$x \in \mathbf{Z}^n$$

□ $P = \{x \in \mathbf{Z}^n: Ax \leq b\}$ – полиэдр

$$P_I = \text{conv}(P \cap \mathbf{Z}^n)$$

□ Пример:

$$\max (3x_1 + 2x_2)$$

$$x_1 \geq 0$$

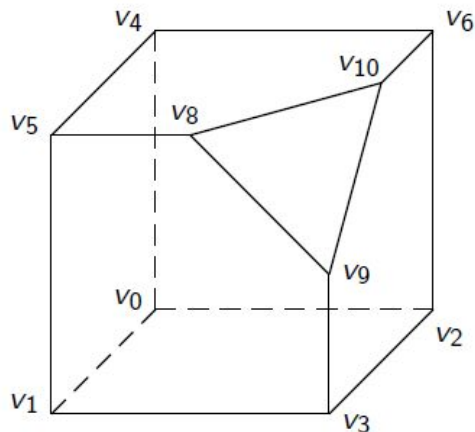
$$x_2 \geq 0$$

$$13x_1 - 2x_2 \leq 52,$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 11,$$

$$-x_1 + 4x_2 \leq 16,$$

$$x_1, x_2 \in \mathbf{Z}$$



Две задачи:

- По системе линейных неравенств, определяющей заданный d -мерный полиэдр, построить его вершины
- По вершинам полиэдра восстановить определяющую его систему линейных неравенств

см. <http://www.uic.unn.ru/~zny/skeleton/>

Сферы приложений:

- Дискретная и глобальная оптимизация
(см. Horst R., Pardalos P.M., Thoai N. Introduction to Global Optimization, 1995)
- Квантовая физика
(см. Bancal J.-D. On the Device-Independent Approach to Quantum Physics, 2013)
- Биоинформатика
(см. Terzer M., Stelling J. Large-scale computation of elementary flux modes with bit pattern trees, 2008)
- Автоматический анализ и оптимизация компьютерных программ
(см. Bagnara R., Hill P.M., Zaffanella E. Applications of polyhedral computations to the analysis and verification of hardware and software systems, 2009)
- ...

Направление «Теория графов, теория кодирования»

В.В. Лозин, Д.С.Малышев, С.В.Сорочан, Д.В.Захарова, Д.В.Мокеев, Д.С.Талецкий, Т.Г. Смирнова



В.В. Лозин



Д.С.Малышев

Ключевые публикации

1. Gribanov D.V., Malyshev D.S. The computational complexity of three graph problems for instances with bounded minors of constraint matrices *Discrete Applied Mathematics* 227. P. 13–20 (2017)
2. Lozin V. V., Malyshev D., Mosca R., Zamaraev V. A. New Results on Weighted Independent Domination *Lecture Notes in Computer Science* 2017. Vol. 10520. P. 399-411 (2017)
3. Lozin V.V., Malyshev D.S., Mosca R., Zamaraev V. More results on weighted independent domination *Theoretical Computer Science* V. 700. P. 63-74 (2017)
4. Atminas A., Lozin V., Zamaraev V. Linear Ramsey numbers *Combinatorial Algorithms 29th International Workshop, IWOCA 2018, Singapore, July 16–19, 2018, Proceedings, Lecture Notes in Computer Science*, V. 10979 P. 26-38 (2018)
5. Lozin V. Graph parameters and Ramsey Theory *Combinatorial Algorithms 28th International Workshop, IWOCA 2017, Newcastle, NSW, Australia, July 17-21, 2017, Revised Selected Papers, Lecture Notes in Computer Science* V. 10765 (2018)
6. Malyshev D.S., Gribanov D.V. The computational complexity of dominating set problems for instances with bounded minors of constraint matrices *Discrete Optimization* V. 29, P. 103-110 (2018)
7. Mokeev D. B. On Forbidden Induced Subgraphs for the Class of Triangle-König Graphs *Computational Aspects and Applications in Large-Scale Networks. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics*, V. 247 P. 47-56 (2018)

Ключевые проекты

- «Алгоритмические, сложностные и структурные вопросы теории графов и дискретной оптимизации» (рук. В.В.Лозин) Грант 17-11-01336
- «Выделение эффективно-разрешимых подклассов задач комбинаторной оптимизации» (рук. Н.Ю.Золотых) Грант РФФ 21-11-00194

Направление «Машинное обучение»

Н.Ю.Золотых, С.В. Сидоров, В.А.Москаленко



Н.Ю. Золотых

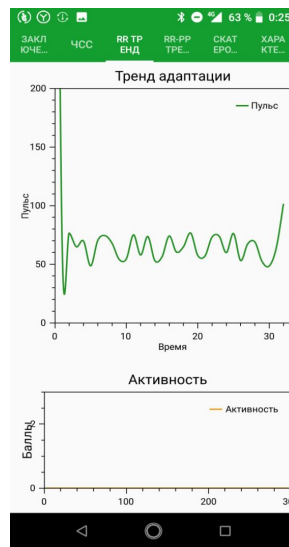
Ключевые публикации

1. Sidorov S.V., Zolotykh N.Y. On the Linear Separability of Random Points in the d-dimensional Spherical Layer and in the d-dimensional Cube. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks. 2019-July,8852237
2. Moskalenko V.A., Nikolskiy A.V., Zolotykh N.Y., Yusipov I.I., Levanov V.M. Cyberheart-diagnostics software package for automated electrocardiogram analysis based on machine learning techniques. *Sovremennye Tehnologii v Medicine* 11(2), 2019, 86-90
3. Kalyakulina A.I., Yusipov, I.I., Moskalenko, V.A., Nikolskiy A.V., Zolotykh N.Y., Ivanchenko, M.V. Finding Morphology Points of Electrocardiographic-Signal Waves Using Wavelet Analysis. *Radiophysics and Quantum Electronics*. 2019. 61(8-9), 689-703
4. Candelieri A., Giordani I., Archetti F., Meyerov I.B., Sysoyev A., Zolotykh, N. Tuning hyperparameters of a SVM-based water demand forecasting system through parallel global optimization. *Computers and Operations Research*. 2019. 106, 202-209

Участие в проектах

1. «Масштабируемые сети систем искусственного интеллекта для анализа данных растущей размерности» (рук. А.Н.Горбань) в рамках постановления правительства РФ №220 (мегагранты), проект № 14.Y26.31.0022
2. Крупный научных проект «Надежный и логически прозрачный искусственный интеллект: технология, верификация и применение при социально-значимых и инфекционных заболеваниях» (2019–2021), рук. проф. А.Н.Горбань

Мобильный кардиорегистратор

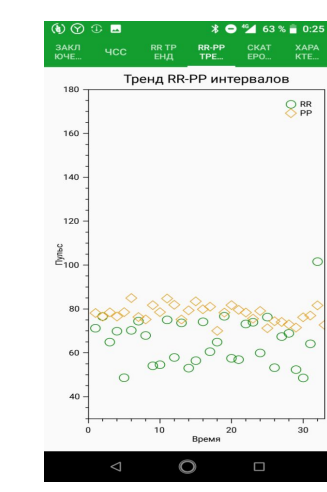
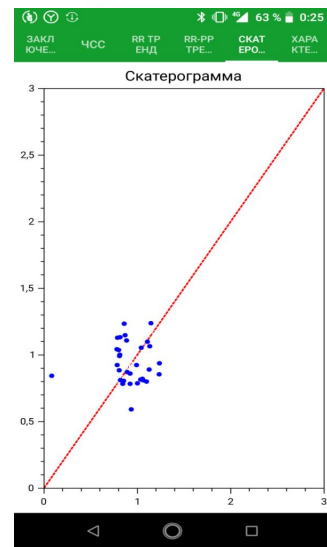


Лучше М Ю
Дата рождения: 06.12.2018
Начало исследования: 06.12.2018 18:11:04
Конец исследования: 07.12.2018 07:47:04
Длительность исследования: 13:36:00

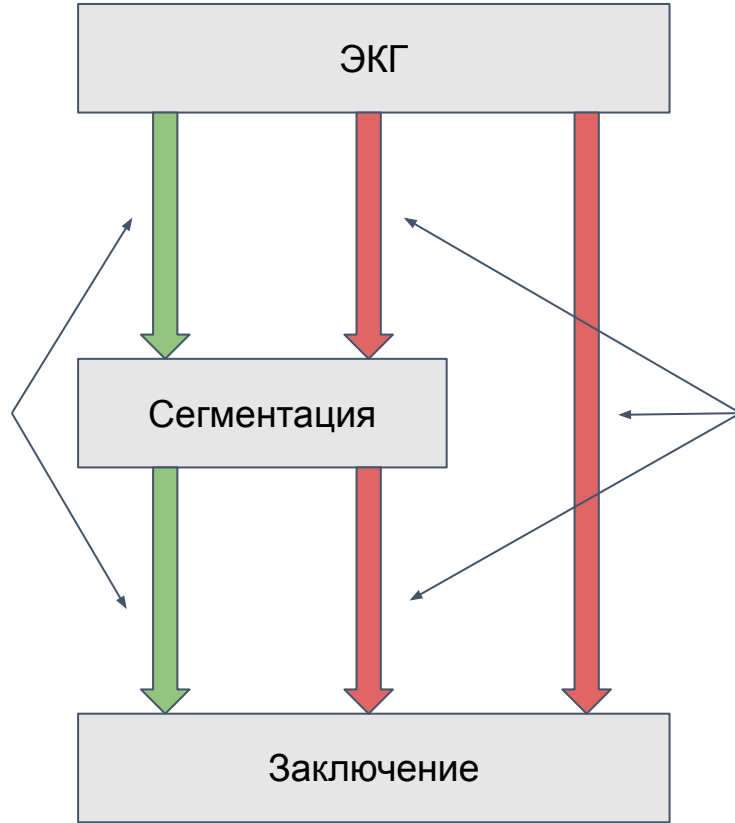
Время	ЧСС мин.	ЧСС средние	ЧСС макс
День (7:00-22:00)	44	62	84
Ночь (22:00-7:00)	23	61	150

Ритм	Общее время	Эпизоды
Синусовый	11:08:00	18:11:04 - 05:19:04
Фибрилляция предсердий	00:00:00	
Трепетание предсердий	00:00:00	
Узловой ритм	00:00:00	
Суправентрикулярная тахикардия	00:00:00	
Синусовая брадикардия	00:00:00	

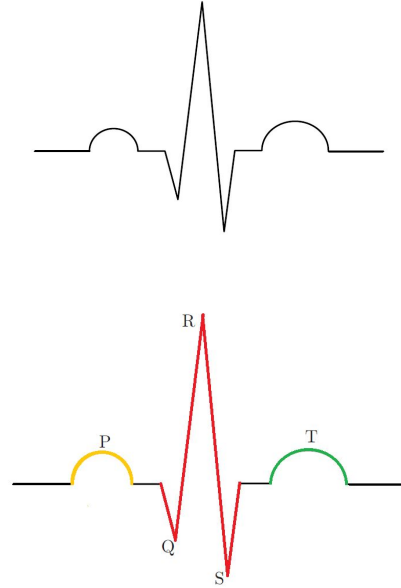
Время	ЧСС мин.	ЧСС средние	ЧСС макс.
18:11:04-19:11:04	62	66	84
19:11:04-20:11:04	44	61	74
20:11:04-21:11:04	55	61	71
21:11:04-22:11:04	56	61	67
22:11:04-23:11:04	51	61	67
23:11:04-00:11:04	33	61	71
00:11:04-01:11:04	61	61	67
01:11:04-02:11:04	60	61	67
02:11:04-03:11:04	31	60	66



“Прямые методы”



Методы машинного обучения

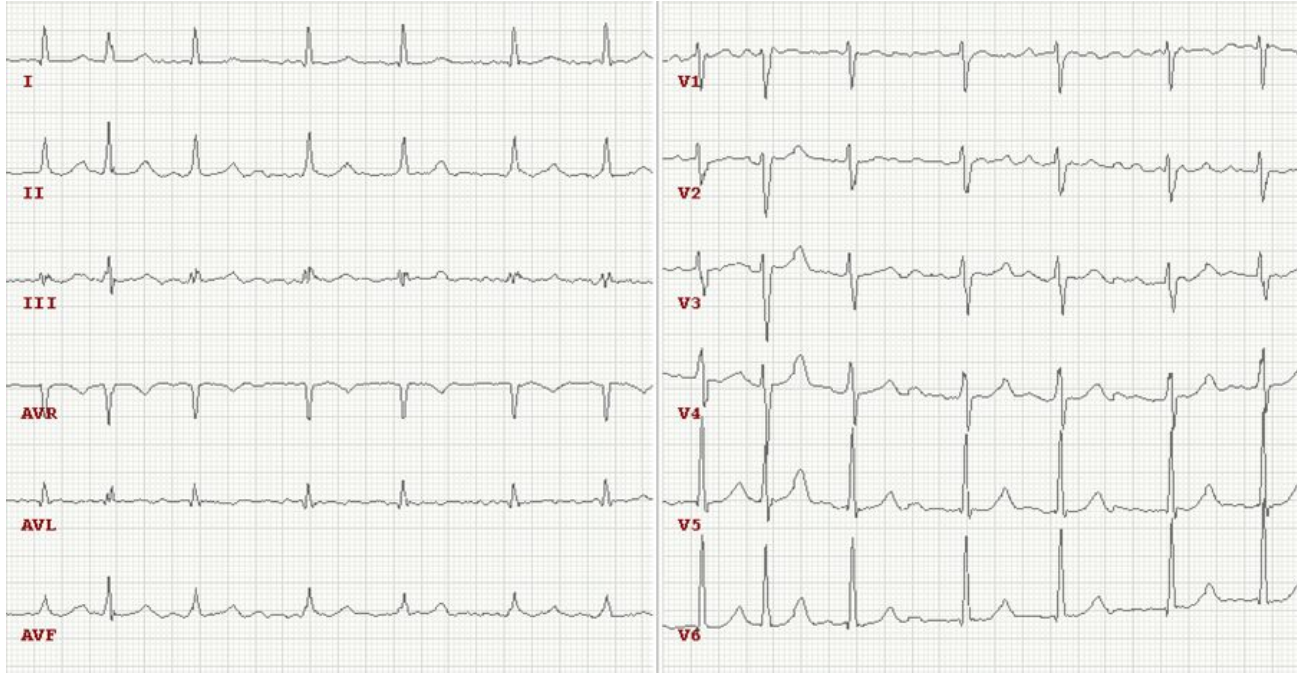


Синусовая тахикардия, ЧСС = 121 уд./мин.
Электрическая ось сердца отклонена влево.

- Ритм синусовый
 - Регулярный, нормосистолия
 - Синусовая тахикардия
 - Синусовая брадикардия
 - Синусовая аритмия
- Неправильный ритм
 - Предсердный ритм
 - Фибрилляция предсердий
 - Трепетание предсердий
 - Атриовентрикулярная узловая тахикардия
 - Суправентрикулярная тахикардия
 - Синдром WPW
 - Желудочковая тахикардия
 - Тахикардия типа «пируэт»
 - Узловой ритм
- Блокады
 - СА блокада
 - АВ-блокада I ст
 - АВ-блокада II ст 1 тип
 - АВ-блокада II ст 2 тип
 - АВ-блокада III ст
 - АВ диссоциация
- Экстрасистолы
 - Предсердные
 - Узловые
 - Желудочковые
- Зубец P
 - Расширение левого предсердия
 - Расширение правого предсердия
 - Расширение обоих предсердий
 - Укороченный P-Q

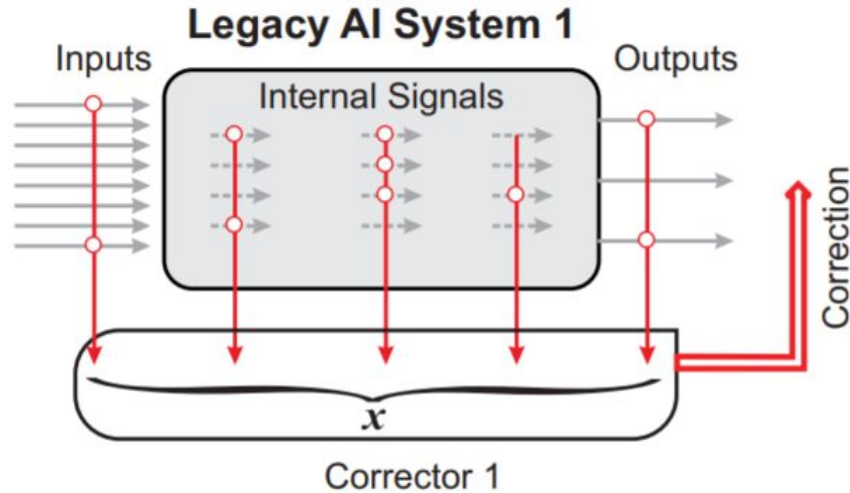
- Электрическая ось
 - Вертикальная
 - Горизонтальная
 - Нормальная
 - Отклонение влево
 - Резкое отклонение влево
 - Отклонение вправо
 - Резкое отклонение вправо
- Нарушения комплекса QRS
 - Гипертрофия левого желудочка
 - Гипертрофия правого желудочка
 - Низковольтный QRS
- Блокада ножек пучка Гиса
 - Блокада правой ножки пучка Гиса
 - Неполная блокада правой ножки пучка Гиса
 - Блокада передней ветви левой ножки пучка Гиса
 - Блокада задней ветви левой ножки пучка Гиса
 - Блокада левой ножки пучка Гиса
 - Неполная блокада левой ножки пучка Гиса
 - Блокада обеих ножек пучка Гиса
- Нарушения зубца Q
 - Переднебоковой
 - Передний
 - Переднеперегородочный
 - Нижней стенки
 - Правого желудочка
 - Задней стенки
 - Латеральный
- Нарушения сегмента ST
 - ИМ с подъемом ST
 - Переднебоковой
 - Передний
 - Нижний
 - Задней стенки

- ИМ с депрессией ST
 - Переднебоковой
 - Передний
 - Нижний
 - Задней стенки
- Ишемия
 - Переднебоковой
 - Передний
 - Нижний
 - Задней стенки
- Нарушения зубца T
 - I
 - II
 - III
 - aVR
 - aVL
 - aVF
 - V1
 - V2
 - V3
 - V4
 - V5
 - V6
- Интервал QT
 - Удлиненный интервал QT
 - Укороченный интервал QT
- Состояния
 - Интоксикация сердечными гликозидами
 - Эмболия легочной артерии
- Электрокардиостимуляция
 - Стимуляция предсердий
 - Стимуляция желудочков
 - Нарушения стимуляции

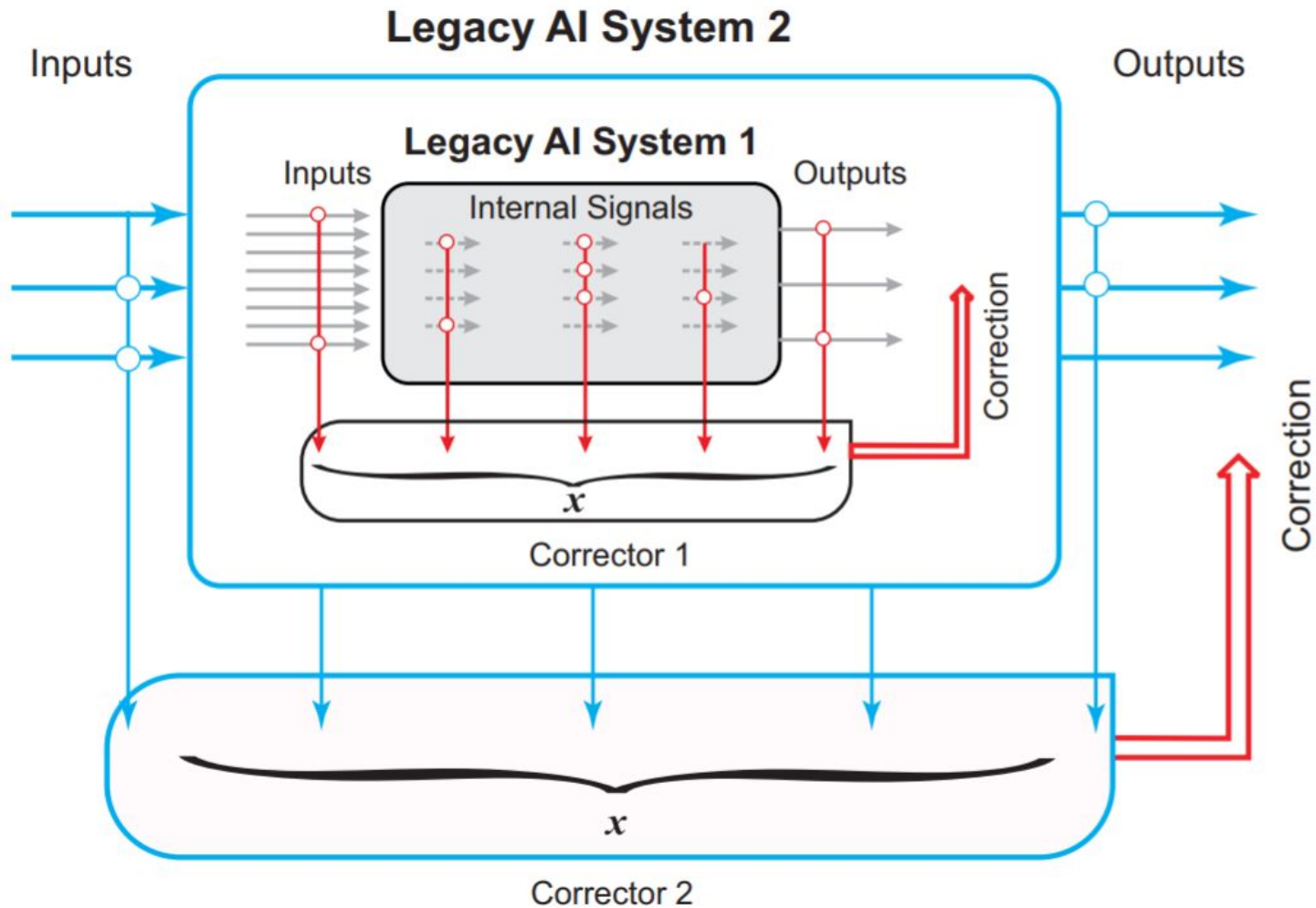


Эусистолическая форма мерцательной аритмии с ЧСС 50 - 120 уд / мин. Нормальное положение электрической оси сердца. Неполная блокада правой ножки пучка Гиса. Гипертрофия левого желудочка.

Corrector of AI errors



A.N.Gorban, B.Grechuk, I.Y. Tyukin Augmented Artificial Intelligence:
a Conceptual Framework <https://arxiv.org/pdf/1802.02172.pdf>





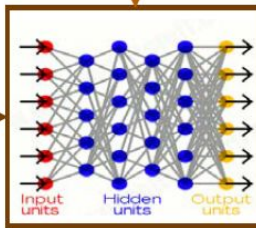
Today



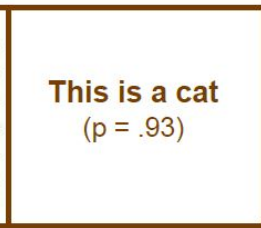
Training Data



Learning Process



Learned Function



Output



User with a Task

- Why did you do that?
- Why not something else?
- When do you succeed?
- When do you fail?
- When can I trust you?
- How do I correct an error?

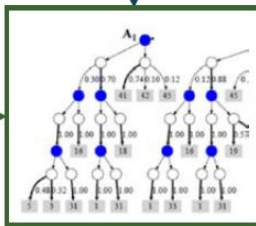
Tomorrow



Training Data



New Learning Process



Explainable Model

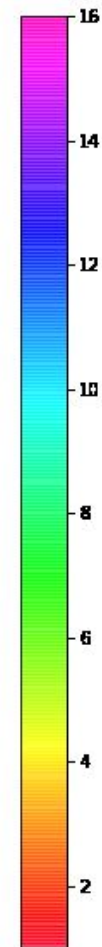
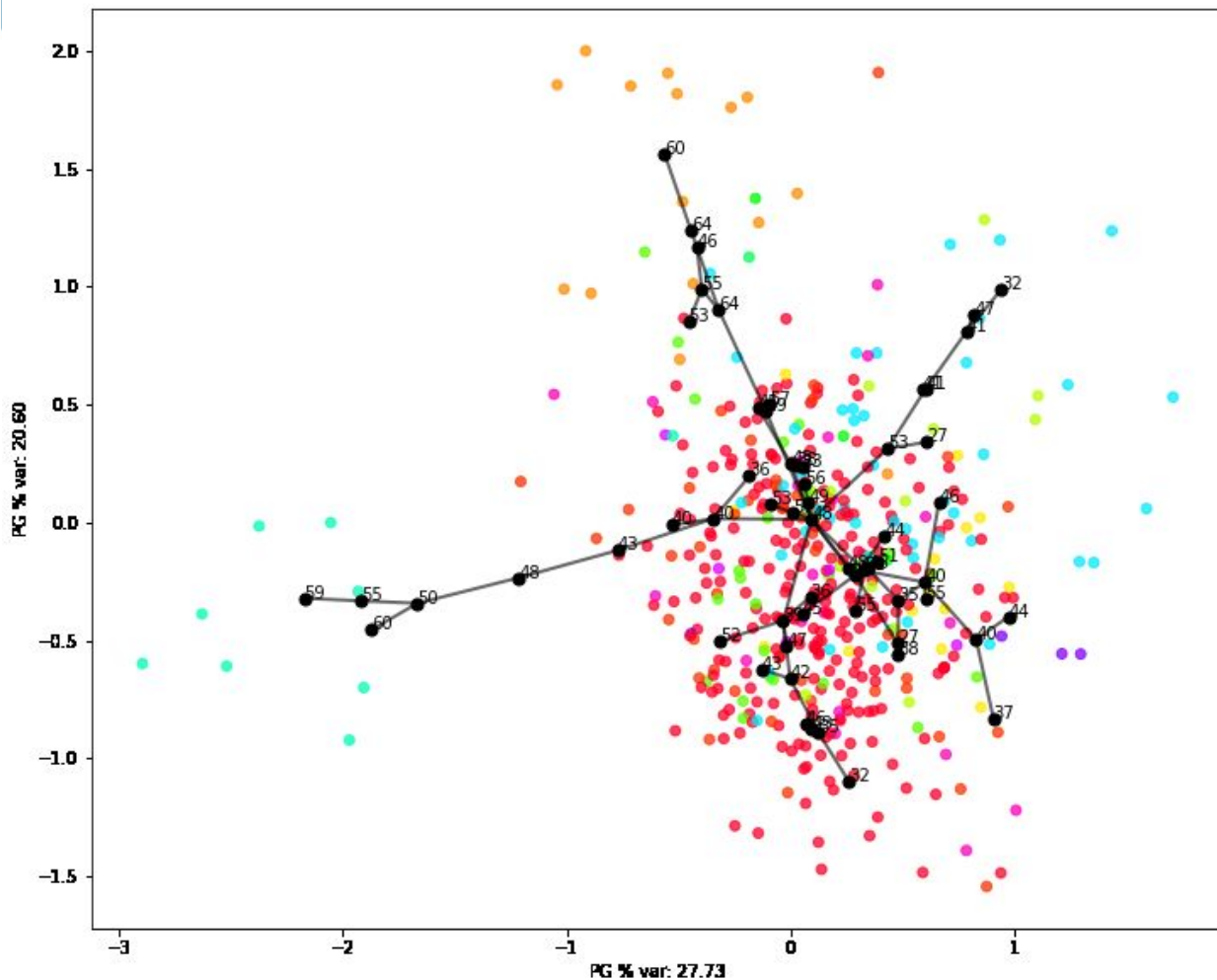


Explanation Interface



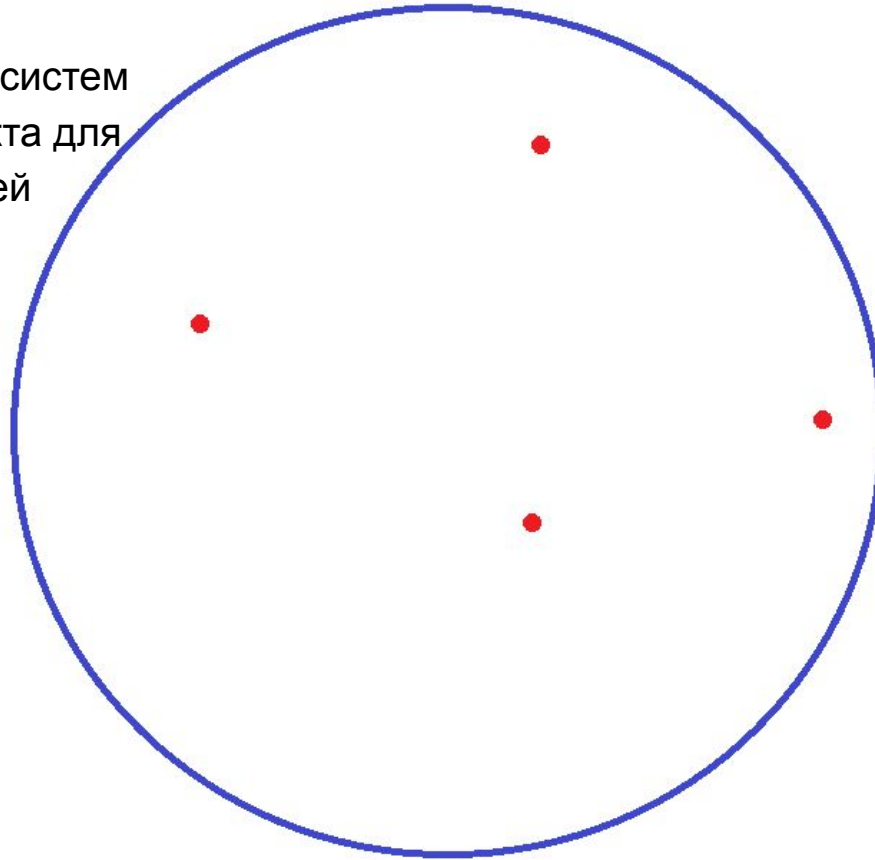
User with a Task

- I understand why
- I understand why not
- I know when you'll succeed
- I know when you'll fail
- I know when to trust you
- I know why you erred

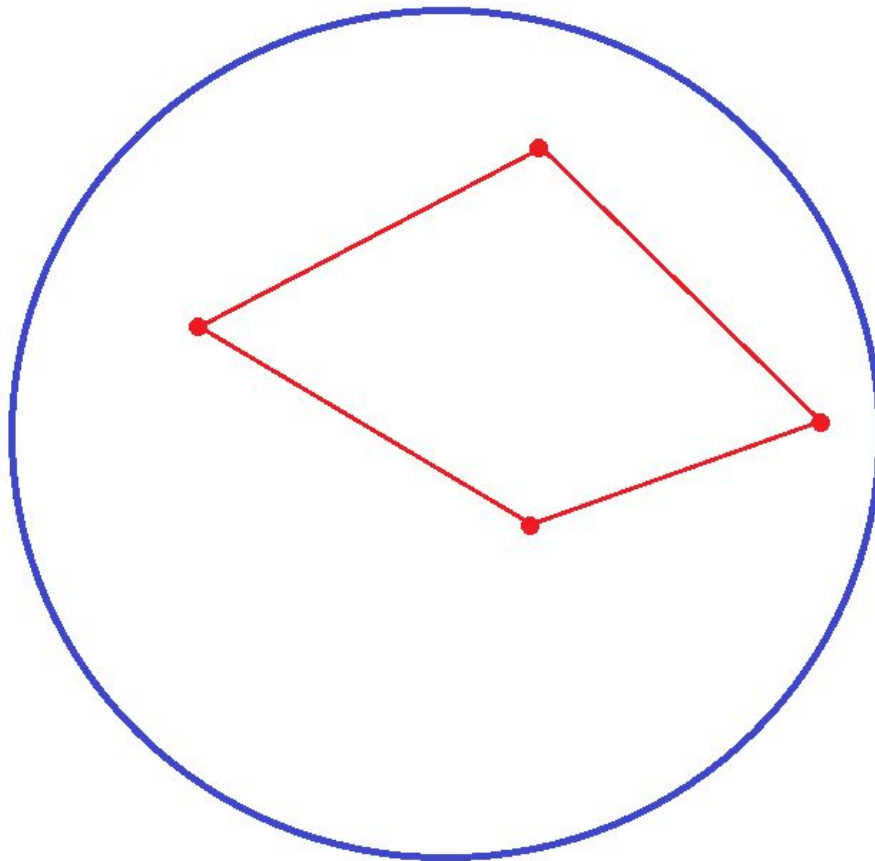


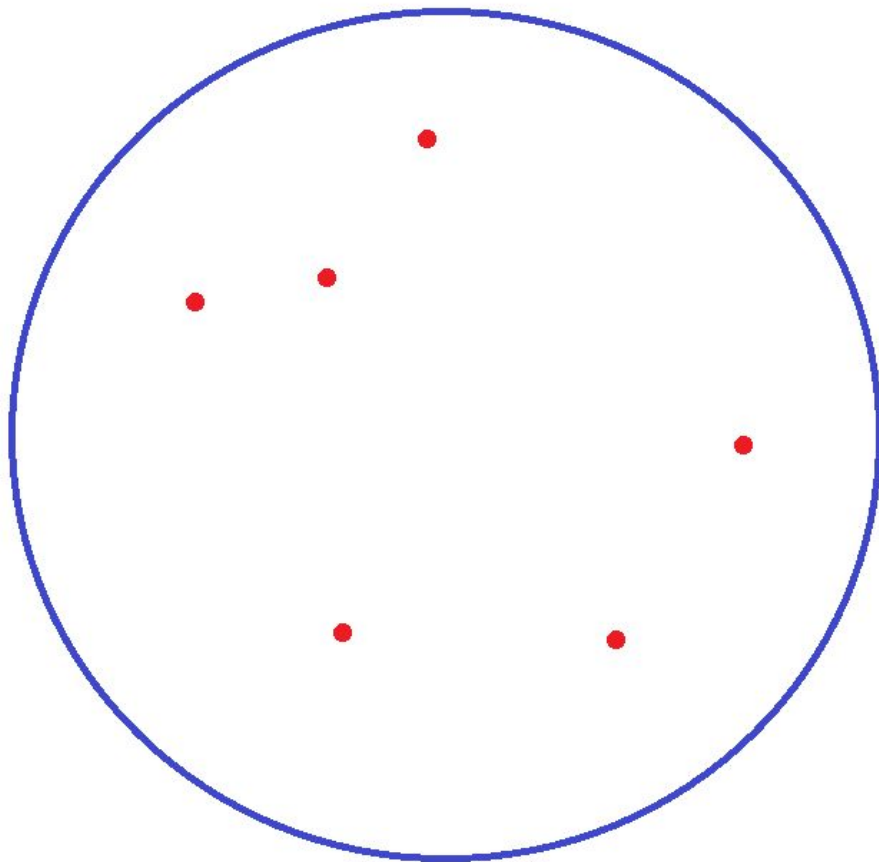
Предварительные
результаты
использования
EriGraph при
обработке данных
ЭКГ

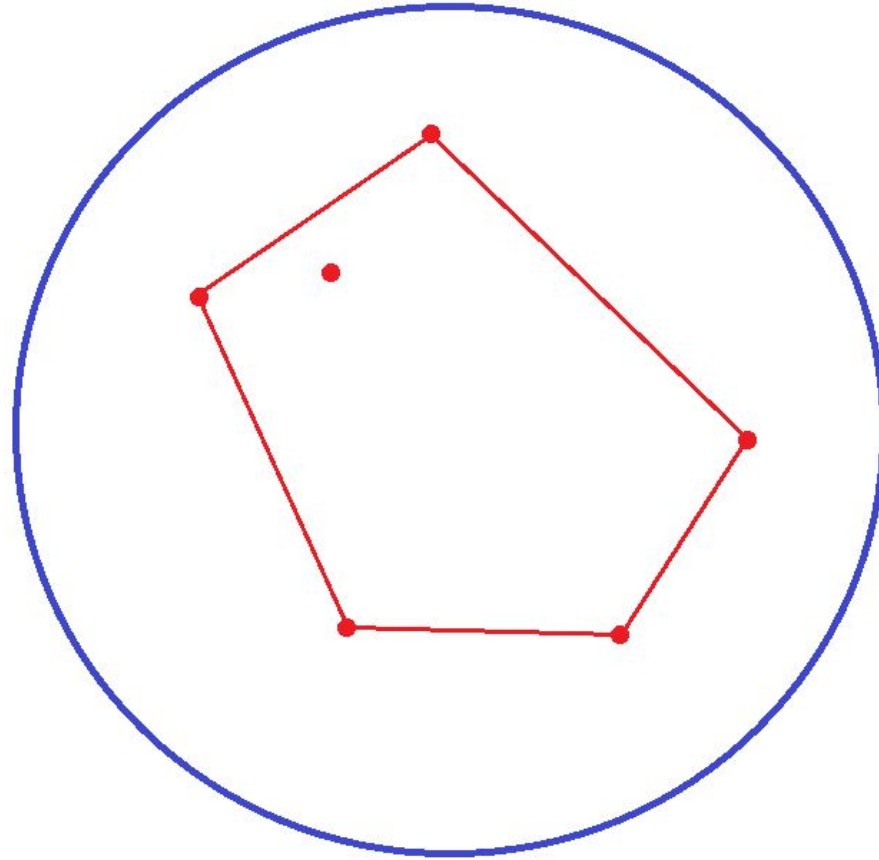
«Масштабируемые сети систем
искусственного интеллекта для
анализа данных растущей
размерности» (рук. А.Н.
Горбань)



Линейно
отделимый
случай

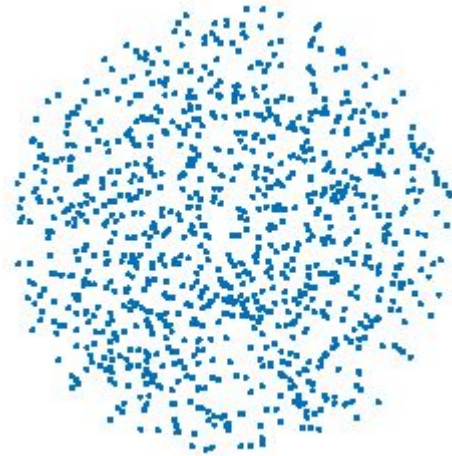


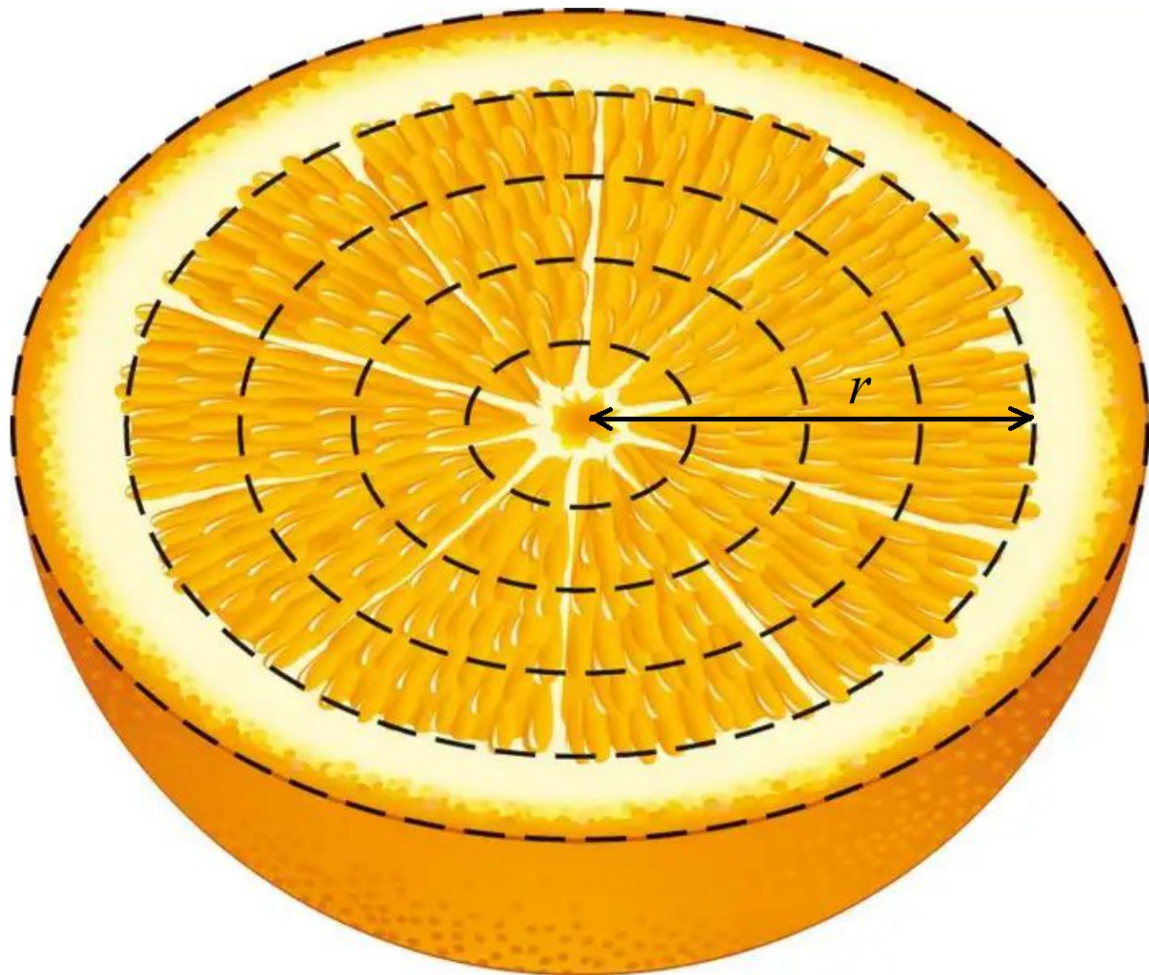




Линейно
не отделимый
случай

А если точки в d -мерном
пространстве и их (экспоненциально) много?





Только половина
объема апельсина
находится в мякоти.
Половина - в кожуре

$$d = 3,$$
$$r = 2^{-1/d} \approx 0.7937$$

Зарубежные научные контакты

- University of Warwick (В.В. Лозин)
- University of Liverpool (В.А. Замараев)
- George Washington University, Washington, DC (М.А. Алексеев)
- Ohio State University, США (Т. Gregory)
- University of Florida (P. Pardalos)
- University of Jena (A. Lohne)
- University of Leicester (А.Н. Горбань)

Сотрудничество с ИТ-компаниями

- Интел – разработка курсов
- Яндекс – ШАД, совместной программа магистратуры
- Хуавей – научно-прикладные проекты по заказу компании, лекции сотрудников компании
- Globus, NetCracker, Harman – участие в учебном процессе

Дисциплины специализации

Математика

<i>Дисциплина</i>	<i>Преподаватель</i>
Основные структуры алгебры	О.А.Муляр
Алгебра: кольца и модули	М.И.Кузнецов
Теория графов	С.В.Сорочан
Топология многообразий	В.И.Звонилов
Группы и алгебры Ли	М.И.Кузнецов
Группы Ли и дифференциальные уравнения	М.И.Кузнецов
Компьютерная алгебра	А.Ю.Чирков

Дисциплины специализации

ПМиИ, ФИИТ

<i>Дисциплина</i>	<i>Преподаватель</i>	<i>ПМиИ</i>	<i>ФИИТ</i>
Вычислительная геометрия	С.И.Веселов	+	+
Дискретная оптимизация	А.Ю.Чирков	+	
Теория графов	С.В.Сорочан	+	
Теория кодирования	Т.Г.Смирнова	+	+
Комбинаторный анализ	С.В.Сорочан	+	+
Помехоустойчивое кодирование	В.Е.Алексеев	+	+
Компьютерная алгебра	А.Ю.Чирков	+	+

Спасибо за внимание!