

# **European Journal of Technical and Natural Sciences**

**Nº 1 2018**

# European Journal of Technical and Natural Sciences

Scientific journal  
№ 1 2018

ISSN 2414-2352

**Editor-in-chief** Hong Han, China, Doctor of Engineering Sciences

**International editorial board**

Andronov Vladimir Anatolyevitch, Ukraine, Doctor of Engineering Sciences  
Bestugin Alexander Roaldovich, Russia, Doctor of Engineering Sciences  
S.R. Boselin Prabhu, India, Doctor of Engineering Sciences  
Frolova Tatiana Vladimirovna, Ukraine, Doctor of Medicine  
Inoyatova Flora Ilyasovna, Uzbekistan, Doctor of Medicine  
Kambur Maria Dmitrievna, Ukraine, Doctor of Veterinary Medicine  
Kurdzeka Aliaksandr, Russia, Doctor of Veterinary Medicine  
Khentov Viktor Yakovlevich, Russia, Doctor of Chemistry  
Kushaliyev Kaiser Zhalitovich, Kazakhstan, Doctor of Veterinary Medicine  
Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna, Uzbekistan, Doctor of Biological Sciences  
Manasaryan Grigoriy Genrihovich, Armenia, Doctor of Engineering Sciences  
Martirosyan Vilen Akopovna, Armenia, Doctor of Engineering Sciences  
Miryuk Olga Alexandrovna, Kazakhstan, Doctor of Engineering Sciences  
Nagiyev Polad Yusif, Azerbaijan, Ph.D. of Agricultural Sciences  
Nemikin Alexey Andreevich, Russia, Ph.D. of Agricultural Sciences  
Nenko Nataliya Ivanovna, Russia, Doctor of Agricultural Sciences

Ogirko Igor Vasilievich, Ukraine, Doctor of Engineering Sciences  
Platov Sergey Iosifovich, Russia, Doctor of Engineering Sciences  
Rayiha Amenzade, Azerbaijan, Doctor of architecture  
Shakhova Irina Aleksandrovna, Uzbekistan, Doctor of Medicine  
Skopin Pavel Igorevich, Russia, Doctor of Medicine  
Suleymanov Suleyman Fayzullaevich, Uzbekistan, Ph.D. of Medicine  
Tegza Alexandra Alexeevna, Kazakhstan, Doctor of Veterinary Medicine  
Zamazay Andrey Anatolievich, Ukraine, Doctor of Veterinary Medicine  
Zhanadilov Shaizinda, Uzbekistan, Doctor of Medicine

**Proofreading** Kristin Theissen  
**Cover design** Andreas Vogel  
**Additional design** Stephan Friedman  
**Editorial office** Premier Publishing s.r.o. Praha 8  
– Karlín, Lyčkovo nám. 508/7, PSČ 18600  
**E-mail:** pub@ppublishing.org  
**Homepage:** ppublishing.org

**European Journal of Technical and Natural Sciences** is an international, German/English/Russian language, peer-reviewed journal. It is published bimonthly with circulation of 1000 copies.

The decisive criterion for accepting a manuscript for publication is scientific quality. All research articles published in this journal have undergone a rigorous peer review. Based on initial screening by the editors, each paper is anonymized and reviewed by at least two anonymous referees. Recommending the articles for publishing, the reviewers confirm that in their opinion the submitted article contains important or new scientific results.

Premier Publishing s.r.o. is not responsible for the stylistic content of the article. The responsibility for the stylistic content lies on an author of an article.

**Instructions for authors**

Full instructions for manuscript preparation and submission can be found through the Premier Publishing s.r.o. home page at: <http://www.ppublishing.org>.

**Material disclaimer**

The opinions expressed in the conference proceedings do not necessarily reflect those of the Premier Publishing s.r.o., the editor, the editorial board, or the organization to which the authors are affiliated.

Premier Publishing s.r.o. is not responsible for the stylistic content of the article. The responsibility for the stylistic content lies on an author of an article.

**Included to the open access repositories:**



© Premier Publishing s.r.o.

All rights reserved; no part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission of the Publisher.

Typeset in Berling by Ziegler Buchdruckerei, Linz, Austria.

Printed by Premier Publishing s.r.o., Vienna, Austria on acid-free paper.

## Section 1. Architecture

*Knysh Valerii Ivanovych,  
Candidate of Architecture, docent of the Theory of Architecture Chair,  
Kyiv National University of Construction and Architecture,  
E-mail: ucimm.knysh@gmail.com*

### **TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE OF MULTI-APARTMENT HOUSING IN THE DYNAMICS OF CHANGE IN DEMAND FOR THE MODERN REAL ESTATE MARKET OF UKRAINE**

**Abstract:** In the article negative architectural and town-planning trends in the development of multi-storey housing which purposefully deteriorate the social and public infrastructure of the capital in the dynamics of changing demand for apartments in crisis conditions and which affect the construction business in Kyiv, are considering. And also suggestions for a possible way out of the current situation are given.

**Keywords:** trends in the multi-apartment housing development; demand; supply; mass consumer; building densification; compensation for lost; multi-level integration; expansion of space.

*Кныш Валерий Иванович,  
кандидат архитектуры, доцент, кафедра Теории архитектуры  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
E-mail: ucimm.knysh@gmail.com*

### **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛЬЯ В ДИНАМИКЕ ИЗМЕРЕНИЯ СПРОСА НА СОВРЕМЕННОМ ЖИЛИЩНОМ РЫНКЕ УКРАИНЫ**

**Аннотация:** В статье рассмотрены негативные архитектурно-градостроительные тенденции в развитии многоэтажного жилья, которые целенаправленно ухудшают социально-общественную инфраструктуру столицы в динамике изменяющегося спроса на квартиры в условиях кризиса, влияющие на строительный бизнес г. Киева. А также даны предложения возможного выхода из создавшегося положения.

**Ключевые слова:** тенденции развития многоквартирного жилья, спрос, предложение, массовый потребитель, уплотнение застройки, компенсация утраченного, многоуровневая интеграция, расширение пространства.

Более чем за последнее полтора десятилетие в отечественных тенденциях развития много- квартирного жилья (МЖ) произошли значительные изменения. Тем более если сравнить с теми,

которые были ему присущи еще до распада СССР. В стране, где отсутствовали рыночные отношения, а приобретение квартиры, кроме как, кооперативных, было бесплатными.

По истечению переходного периода смены общественных устоев вначале 2000-х, МЖ окончательно превратилось в высоко ликвидный товар массового потребления. При этом в широком диапазоне предложений на выбор. Как по параметрам и площади с учетом места расположения дома, так и качеству предлагаемых планировочных решений. Население постсоветской эпохи, которое ранее не видело ничего, кроме квартир в железобетонных или, в крайнем случае, кирпичных «коробках» от 5 до 16 этажей разбросанных по всему городу, не слишком отличающейся планировкой. Вначале увеличился спрос на крупногабаритные квартиры. То есть, жилье которое, в те времена считалось наиболее комфортным и являлось подтверждением престижности владельцев. При этом сотни «заполненных» крупногабаритными квартирами домов в столице, резко изменили масштаб застройки и силуэт города. Объектами построенными с применением монолитного каркаса в пределах 25 этажей, а так же 100 – метровыми «свечками» и высотными комплексами переменной этажности. Планировочная структура жилых зданий сохранила коридорную и секционную типологию в линейном и точечном исполнении объемно-пространственных решений. На принципах, которые десятилетия использовали до этого архитекторами в Украине.

В период до 2008 г. строительный бизнес в полной мере ощутил все преимущества от реализации крупномасштабных проектов. На чем заказчики и застройщики, что вполне естественно, прилично заработали, всеми силами как тогда, так и сегодня, стараясь удержать, высокую рентабельность собственного бизнеса. Но с наступлением кризиса в 2009 г., для сохранения его доходности, перейти на режим глобальной экономии. Экономии на всем, начиная со снижения затрат на оплату услуг

наняваемых ими субподрядчиков, а так же закупку приобретаемых материалов, оборудования и тому подобного на всех стадиях реализации инвестиционно – архитектурных проектов. Создавая несколько ущербную по качеству архитектуру строящихся объектов, действуя, в контексте недостаточно добросовестно построенных взаимоотношений с потенциально – массовым потребителем. Который, в силу всеобщего снижения покупательной способности, при покупке квартиры, зачастую не обращал внимания, условно говоря, на «мелочи», приобретая жилье теперь уже несколько дешевле, но, не всегда кондиционного качества. На мелочи, которые впоследствии эксплуатации не достаточно продуманно приобретенного жилища без паркингов и соответствующей инфраструктуры, площадок для отдыха и воспитания детей, поддержания физической формы на свежем воздухе, значительно ухудшают условия использования внеквартирной среды гражданского сосуществования его владельцев. Под воздействием запредельно агрессивной среды урбанизированного и чрезмерно уплотненного пространства во дворах и прилегающих к МЖ улицах. Не говоря уже о влиянии недоброкачественной экологии так же и в том жилье планировочные характеристики которого, являются не приемлемыми для долговременного проживания. В не так давно появившихся на рынке «придуманных» или позаимствованных из-за рубежа смарт – квартирах по типу студия, (общей площадью от 10 до 20 м.кв.), долговременное использование которых в соответствии с действующими в Украине строительные нормы, категорически не допускается [1]. Однако их продолжают строить, прикрываясь необходимостью удовлетворять потребности, например, студентов или иных категорий населения, которое нуждается во временном жилье. Вполне допустимо, однако зачем же столь малогабаритные квартиры выставляют на розничную продажу, а не реализовывать оптом весь дом целиком под сдачу во временное пользование? Ответ очевиден: – так более выгодно, если рассчитывать на массовых

потребителей. Большинство из которых, после приобретения такого жилья будет пожизненно обречено проживать в условиях «тюремной камеры» да еще оплачивая значительно больше за предоставленные коммунальные услуги.

Для застройщика, который под прикрытием, благих намерений, фактически, манипулирует их финансово – покупательной не состоятельностью. Тем более, во взаимоотношениях с теми, кто переехал из депрессивных регионов, на постоянное место жительства в столицу. При попустительстве коррупционной вседозволенности, которая яко бы не замечает завуалированных нарушений в архитектурно-градостроительной сфере. Особенно, если это касается застройки центральной ее части, а так же территорий вокруг транспортно-коммуникационных узлов, где спрос на МЖ, с течением времени, лишь только усиливается. В районах, где удовлетворение повышенного спроса на жилье уже на сегодняшний день привело к частичному разрушению среды комфортного городского обетования. Однако, не только для тех сторожил, которых уплотняет подобная урбанизация, но и «осчастливленных» новым жильем граждан, поселившихся, в казалось бы удобном для их проживания месте. Не говоря уже о тех потерях населения мегаполиса, которое в течении суток вынуждено перемещаться по транспортно-пешеходным маршрутам вдоль переуплотненных кварталов города. По улицам и переулкам с бесконечными пробками и тянучкой, а так же постоянными автомобильно – парковочным коллапсами вдоль их проезжей части и на тротуарах. Которые не только затрудняют движение пешеходов, но и влияют на их безопасность в местах остановок общественного транспорта и зонах организованных переходов через «затрамбованные» автотранспортом магистрали. Интенсивное автомобильное движение, по которым, к тому же ощутимо загрязняет экологию на обедненных в части озеленения улицах, дворах и скверах. Таким образом, следует признать то,

что данное стечение обстоятельств, в городе под воздействием рынка создания и реализации жилой недвижимости в среде современных застройщиков в сочетании с ухудшающимся социально-экономическим положением в обществе, заметно обострили градостроительные противоречия в столице. Перенасыщением заселения десятков кварталов по всему городу без соответствующего развития на их территории инфраструктуры, способной компенсировать не полноценность его жизни – устроенности. По причине, как бы, не до оценки застройщиком необходимости идти на определенные «жертвы» или компромисы путем разумного разуплотнения и уменьшения объемов строящегося МЖ. Для создания на выделенных под застройку территориях площадок общественного использования, а так же встроено-пристроенных сооружений и помещений не жилого назначения. При этом вынуждено идти на частичные потери от продажи меньшего количества квартир или разумное увеличение затрат на строительство паркингов и иных временно не востребованных офисов, а так же соответствующей действующим нормативам социальной инфраструктуры. Как кажется, большинству застройщиков строить МЖ подобным способом представляется, не выгодным, гораздо лучше, в обход законодательства, активно использовать, иной подход решения данной проблемы. Позволяющий, под предлогом «виртуальной» наявности по соседству как бы не до загруженных автостоянок, скверов, бульваров и парков, а так же стадионов и прочей социально-общественной инфраструктуры частично или полностью уходить от необходимости инфраструктурного насыщения в обустройстве придомового пространства.

Установившейся тенденциозности, вектор развития которой, требует срочной переориентации, в сторону проектирования и строительства МЖ интегрированного типа. За счет расширения несколькими уровнями искусственно созданного общественно полезного простран-

ства, как в его надземной так и подземной частях, для пропорционального увеличения объемов вводимого в эксплуатацию жилья исключая потери в количестве продаваемых квартир. Но главное без ущерба комфорта будущих жильцов, а так же проживающего населения по соседству.

Примером подобной интеграции для эффективного расширения общественно доступного пространства многофункционального использования в границах застройки отдельно взятой площадки при создании МЖ является разработанный автором данной статьи концептуальный проект жилого дома по ул. К. Малевича в г. Киеве. Подвергнутого проведенным, по его завершению детальным анализом принятых в нем архитектурно-планировочных и объемно – пространственных решений [2]. Исследование, которое подтвердило реальность и доказало возможность более чем в три раза доуплотнить застройку участка, при соблюдении нормативно установленного показателя не занятых сооружениями, а так же искусственно созданных площадей на уровне 12.5м, [3], из расчета на

каждого проживающего. Кроме того, экономическую целесообразность строительства на выделенной площадке встроено – пристроенных объектов торгово – офисного назначения и как минимум двух – уровневых подземных паркингов. Стоимость реализации, полезных площадей и машиномест в которых в одном из центральных районов города является вполне адекватным дополнительно понесенным затратам на их возведение. Даже если не учитывая, существенное повышение комфорта, который получают жильцы от созданной инфраструктуры, что так же повысит стоимость приобретаемых ими квартир в доме.

Таким образом, представляется возможным сделать вывод о том, что переориентация МЖ на массовое строительство интегрированных объектов не только станет для застройщиков выгодным, как в прочем и для иных субъектов градостроительства на рынке создания и реализации жилищной недвижимости но и перспективным для развития архитектурно – урбанистической сферы столицы, где приобретаемый потребителем городской комфорт обязан во всем соответствовать европейским стандартам.

### Список литературы:

1. Государственные строительные нормы Украины. Жилые дома. Основные положения ДБН В.2.2–15–2005. П2.22. табл. 1.
2. Кныш В. Жилищное строительство в центре, сверприбыли, сохранение экологии и комфорт в противоречии интересов. Современные проблемы архитектуры и градостроительства.– Наук.-техн. сборник – Киев., КНУБА, – 2015.– Вип. 40.– С. 370–377.
3. Кныш В., Ищенко И. Объемно-пространственная интеграция многоквартирного жилья в динамике формирования многофункциональных объектов недвижимости и искусственно расширенного пространства.: Современные проблемы архитектуры и градостроительства.– Науч.-техн. сборник.– Киев.– КНУБА, – 2016. Вып. 44.– С. 296–302.
4. Государственные строительные нормы Украины. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных мест. ДБН360–92\*\*. П. 3.8. пр.1.

*Storozhuk Svetlana Sergeevna,  
Assistant of Department of Urban Development,  
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture  
E-mail: mesvet@ukr.net*

## **METHODICAL ASPECTS OF ESTIMATION OF FACTORS OF INFLUENCE ON REORGANIZATION OF DEPRESSIVE ECONOMIC AREAS**

**Abstract:** The article presents a town-planning assessment of the depressed economic areas in Odessa, based on an assessment of the factors influencing their reorganization. The methodology of this analysis provides for a sequential consideration of each factor of impact on the possibility of using the areas under study, the result of a summary assessment of which is decisive for the creation of a favorable urban development environment.

**Keywords:** depressive economic areas, geographical characteristics, urban planning assessment, monuments of cultural heritage.

*Сторожук Светлана Сергеевна,  
Ассистент кафедры градостроительства,  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры  
E-mail: mesvet@ukr.net*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА РЕОРГАНИЗАЦИЮ ДЕПРЕССИВНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Аннотация:** В статье представлена градостроительная оценка исследуемых депрессивных хозяйственных территорий Одессы, исходя из оценки факторов влияния на их реорганизацию. Методикой данного анализа предусмотрено последовательное рассмотрение каждого фактора воздействия на возможность использования исследуемых территорий, результат суммарной оценки которых является определяющим для создания благоприятной градостроительной среды.

**Ключевые слова:** депрессивные хозяйственные территории, географическая характеристика, градостроительная оценка, памятники культурного наследия.

**Введение (постановка проблемы).** В результате проведенного анализа научных исследований проблем рационального использования прибрежных территорий, изучения соответствующих законодательных актов Украины (Водного Кодекса Украины, проекта Закона «О прибрежной полосе морей» и т.п.), регламентирующих градостроительное освоение прибрежных территорий и во-

доохранной зоны Азово-Черноморского побережья; изучения мирового опыта Великобритании, Германии и Франции; и исследования существующих депрессивных хозяйственных территорий Одессы о возможности внедрения на их участках новых рекреационных функций, выявлены методические подходы к их оценке по различным критериям. Установлено, что градостроительная

оценка депрессивных хозяйственных территорий должна учитывать географическое расположение города, размещения в нем исследуемых территорий, характеристику их природных и санитарных условий, историко-культурную ценность данных участков и их территориальное расположение в структуре города и конкретного района.

**Основной материал и результаты.** Одним из первых методических аспектов оценки депрессивных хозяйственных территорий по градостроительным критериям является «географическая характеристика» города Одессы, а именно его природных и санитарных условий, в том числе исследуемых территорий с целью их дальнейше-

го рекреационного освоения, включая выявление благоприятных и неблагоприятных территорий по особенностям рельефа, почв, гидрогеологических условий, затопления и заболоченности местности, наличия оврагов, оползней, карста (пустот) и др. Такая оценка была осуществлена автором для всех депрессивных участков Одессы, которые исследуются.

По результатам проведенной оценки выявлено, что в основном все территории по степени благоприятности для промышленного и гражданского строительства делятся на 3 категории: благоприятные, неблагоприятные и особо неблагоприятные территории (рис. 1) [1].

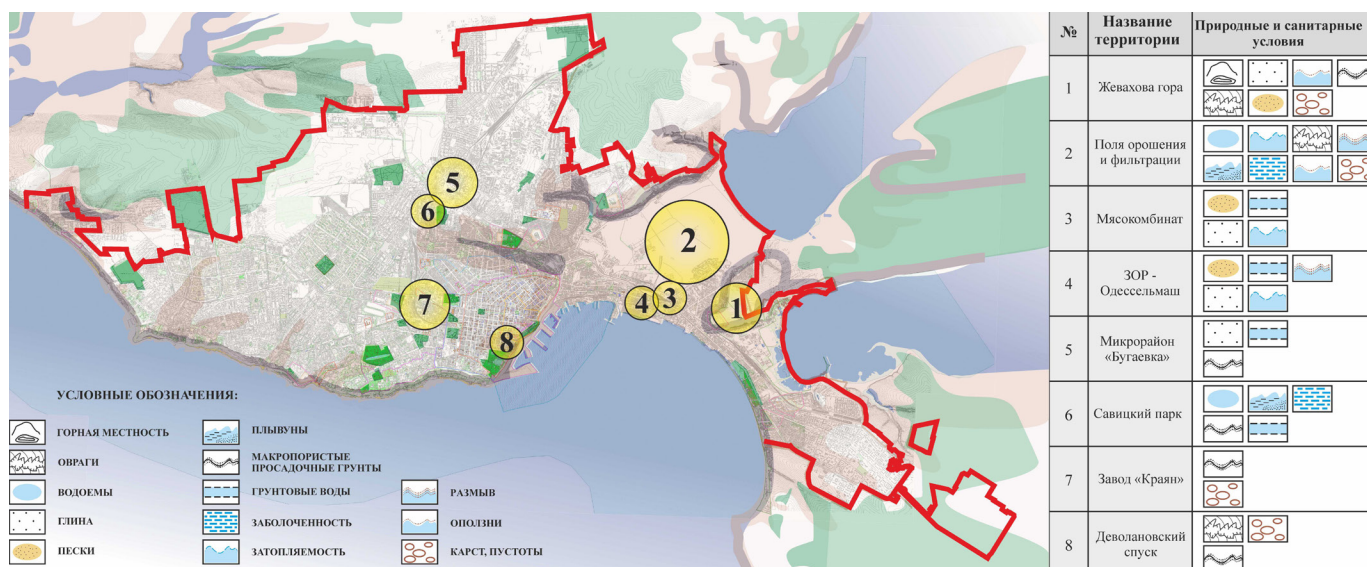


Рисунок 1. Характеристика природных и санитарных условий по степени благоприятности для освоения депрессивных хозяйственных территорий

Известно, что в зависимости от функционального назначения городских территорий (зоны жилой застройки, промышленные зоны, рекреационные зоны) требования к их освоению разные. Например, особые требования предъявляются к зонам зеленых насаждений, что имеет огромное значение для рекреационного использования территорий, — это почвенный слой, возможности эрозии почв, уровень грунтовых вод и т.п.

Методикой данного анализа предусмотрено последовательное рассмотрение каждого фак-

тора воздействия (природно-географического, историко-культурного и т.п.) на возможность использования исследуемых территорий, результат суммарной оценки которых является определяющим для создания благоприятной градостроительной среды.

**Природно-географическая характеристика.** Одесса расположена на берегу Одесского залива Черного моря, большая часть города, включая исторический центр, располагается на равнине, возвышающейся над уровнем моря



в среднем на 50 м (от 4,2 м ниже уровня моря (Куяльницкий лиман) до максимальной высоты – 65 м). Большинство исследуемых участков находятся именно на равнине, кроме Жеваховой горы, расположенной на возвышенном плато, между устьями двух лиманов (Хаджибейского и Куяльницкого). Высота Жеваховой горы – 40 метров, что определяет ее роль как смотровой площадки для всего города и Одесского побережья. Общая длина береговой линии Одессы – 30 км, 33% протяженности которой занимают промышленные зоны [2; 3, 10–14].

Вследствие своего географического положения, геологическое строение Одессы отличается

крайней степенью неоднородности (в основном известняковый слой), что обуславливает необходимость проведения инженерно-геологических исследований, а именно исследований почв, наличия грунтовых вод, возможных условий затопления территории и т.д. [4; 5].

Исходя из инженерно-геологической оценки исследуемых территорий, наиболее неблагоприятными для использования являются «Поля орошения и фильтрации» – это старая городская очистительная система в виде сети заиленных и заросших камышом каналов, куда поступают сточные воды из центра города, расположенные в широкой низине у Хаджибейского лимана.



Рисунок 2. Расположение депрессивных участков в историческом ареале Одессы

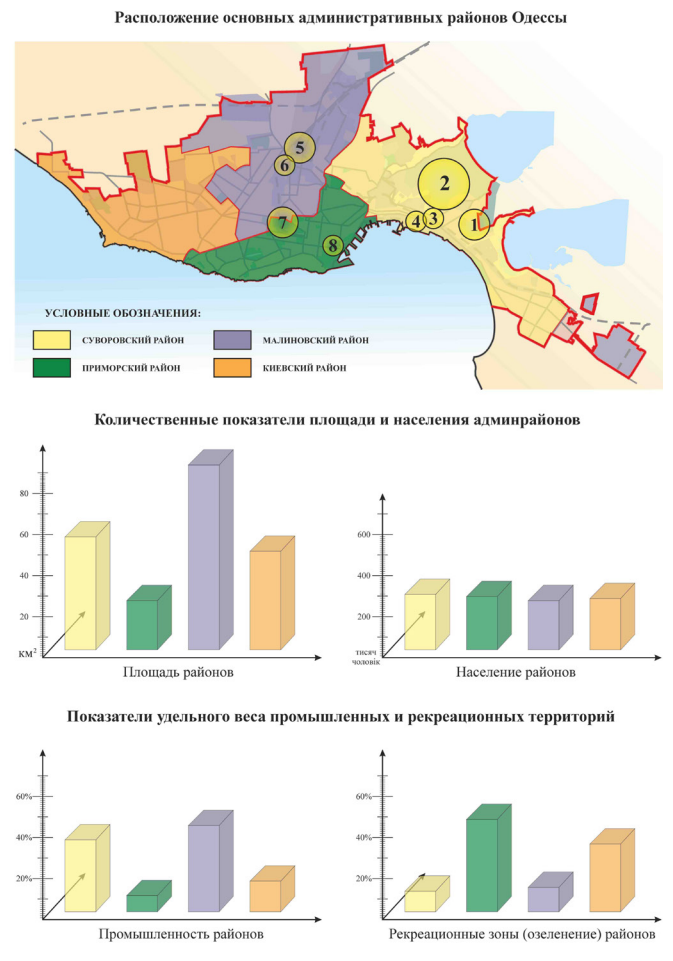


Рисунок 3. Основные градостроительные показатели административных районов Одессы

**Историко-культурные особенности.** Одесса является уникальным объектом национальной культуры, архитектуры и градостроительства, который сформировался как полноценный город и целостный архитектурно-градостроительный ансамбль в течение одного века, и является самобытным примером культурного наследия Украины. В конце 2009 г. исторический центр портового города Одессы был включен в предварительный список Всемирного наследия ЮНЕСКО (33 сессия Комитета Всемирного наследия ЮНЕСКО, г. Севилья, Испания). Учитывая, что Одесса является историческим городом с более чем 1400 памятниками культурного наследия, в 2007 г. «Научно-исследовательским институтом охраны памятников исследований» была разработана градостроительная научно-исследовательская документация – «Историко-архитектурный опорный план, проект зон охраны, определения границ исторических ареалов г. Одессы». Этой документацией определены границы и режимы использования (в том числе

для строительства) исторических ареалов города – «Центрального исторического ареала» и «Исторического ареала «Французский бульвар» (рис. 2) [6, 17–22].

В процессе данного анализа установлено, что в пределы «комплексной охранной зоны» исторического центра города и «исторических ареалов» входят – «Деволановский спуск», «Завод Краян» (Паровозное депо и вагоноремонтные мастерские К. К. фон Унгерн-Штернберга, до 2016 года имели статус – памятника истории и архитектуры местного значения). «Жевахова гора» – выдающийся археологический памятник местного значения.

**Градостроительные условия.** В пределах Одессы расположены четыре административных района – Суворовский, Приморский, Малиновский и Киевский, которые, в результате оценки градостроительной ситуации, имеют перспективы развития новых функций, в том числе и рекреационных. Основные характеристики приведенных районов представлены в (табл. 1) [2].

Таблица 1. Основные показатели административных районов города Одессы

№	Название района	Площадь, кв. км	Население, тыс. чел.	Градостроительные функции, процентное отношение от всей территории – %		
				жилая	промышленная	рекреационная
1.	Суворовский	55,3	263	27,5	35	10
2.	Приморский	24,2	259	23,5	8	45
3.	Малиновский	89,7	242,9	23	42	12
4.	Киевский	47,7	256,58	26	15	33
5.	Всего	216,9	1021,48	100	100	100

Анализ данных (табл. 1) свидетельствует о том, что независимо от различных показателей территориальных площадей этих районов, численность населения в них практически одинакова, а соотношение промышленных и рекреационных зон значительно отличаются. Большинство хозяйственных территорий Малиновского и Суворовского районов находятся в депрессивном состоянии, а выход к морю в этих районах практически закрыт или полностью отсутствует. Особенности данной градостроительной ситуации являются

предпосылками для использования заброшенных хозяйственных территорий этих районов и создания на их территориях новых рекреационных зон (рис. 3).

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** В результате оценки депрессивных хозяйственных территорий по градостроительным критериям было выявлено:

1. Географическая характеристика города Одессы, ее природных и санитарных условий, относительно исследуемых объектов, выявила

наличие благоприятных и неблагоприятных территорий для их дальнейшего рекреационного использования. Наиболее «неблагоприятной» территорией для застройки являются «Поля орошения и фильтрации», «мало благоприятной» – «Жевахова гора». Следовательно, для обоснования нового рекреационного использования этих территорий необходимо учитывать не только географическую, но и экономическую составляющую их использования.

2. Историко-культурные особенности исследуемых объектов свидетельствуют, что дальнейшее рекреационное освоение таких объектов, как «Деволановский спуск», «Завод Краян» (Паровозное депо и вагоноремонтные мастерские К. К. фон Унгерн-Штернберга) и «Жевахова гора» может быть обосновано только при учете

решений «Историко-архитектурного опорного плана, проекта зон охраны, определения границ исторических ареалов г. Одессы», разработанного научно-исследовательским институтом охраны памятников Министерства культуры и туризма Украины в 2007 г. (г. Киев).

3. Оценка градостроительной ситуации исследуемых объектов в пределах четырех административных районов Одессы (Суворовский, Приморский, Малиновский и Киевский), определила, что для дальнейшего обоснования рекреационного использования депрессивных хозяйственных территорий необходимо учитывать процентные соотношения между промышленными, жилыми и рекреационными зонами, расположенными в данных районах, а также нормативные требования по соблюдению соответствующего их баланса.

### Список литературы:

1. Студопедия. Ваша школопедия. Градостроительный анализ территории. Дата добавления: 2014–02–02. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http://studopedia.ru/2\\_389\\_gradostroitelny-analiz-territorii.html](http://studopedia.ru/2_389_gradostroitelny-analiz-territorii.html)
2. Википедия. Свободная энциклопедия. Одесса. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
3. Панченко Т. Ф. Характеристика наявних господарських територій Одеси, що втратили свої основні функції / Т. Ф. Панченко, С. С. Сторожук // Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences. Issue 148, – 2017. – p-ISSN2308–5258, e-ISSN2308–1996, – С. 10–14. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://scaspee.com/all-materials/characteristics-of-existing-economic-areas-of-odessa-which-lost-their-main-functions-t-panchenko-s-storozhuk>
4. Горная энциклопедия. Аа-лава – Яшма. Ракушечник. Рубрики: Минеральные ресурсы [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.mining-enc.ru/r/rakushechnik>
5. Весь мир как на ладони. Одесские катакомбы. Один из самых запутанных в мире лабиринтов. Статья, 7 декабря – 2010, категории: Места, История, др. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://lifeglobe.net/blogs/details?id=141>
6. Шелюгін А. І. Удосконалення законодавства та нормативної бази в галузі будівництва та охорони культурної спадщини як основа комплексного підходу до реновації історичних міст / А. І. Шелюгін // Матеріали III і IV Міжнародних науково-практичних конференцій «Збереження історичної забудови центра Одеси шляхом включення до основного списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО». – Одеса «Астропринт» – 2016. – С. 17–22.

## Section 2. Information technology

*Koshkina Ksenia Valeryevna,  
Studentin der Fakultät für Design und Software Engineering  
E-mail: ksenia\_doc\_post@mail.ru*

*Akhmetshin Dinar Agzyamovich,  
Dozent des Instituts für Informatik und Angewandte Mathematik  
E-mail: dinaron007@mail.ru*

*Nuriev Nail Kashapovich,  
Professor, Leiter des Instituts für Informatik und Angewandte Mathematik  
E-mail: nurievnk@mail.ru*

*Kazaner Nationaler technologischen Forschungsuniversität*

### ENTWICKLUNG VON SIMULATIONSMODELLEN VON PÄDAGOGISCHEN TESTS

**Abstrakt:** Basierend auf der Bedienungstheorie wurde der Prozess des Ausbildungstests für eine Gruppe von Studenten in Betracht gezogen. Die Phasen des Aufbaus des Simulationsmodells zur Verbesserung der Qualität des Testprozesses und zur Beurteilung der Möglichkeit, die Anzahl der verarbeiteten Anforderungen durch das System zu erhöhen, werden vorgestellt. Ein Softwareprogramm wurde in der Programmiersprache „Python“ erstellt.

**Stichwörter:** Simulationsmodell, pädagogische Test, Bedienungstheorie.

Der Artikel handelt von einem Ausbildungsprozess, in dem eine Gruppe von Studenten eine zufällige Anzahl von Tests, mit einer bestimmten maximalen Anzahl von technischen Hilfsmitteln durchführt. Dieser Prozess ähnelt der klassischen Massenbedingung, wobei er aber nicht das explizite Änderungsgesetz beachtet [1]. Diesbezüglich werden in diesem Artikel die Entwicklungsstadien des Simulationsmodells in der Programmiersprache Python erklärt. Neben dem Simulationsmodell muss ein Algorithmus zur Bildung des Tests erstellt werden, der auf den dynamischen Parametern des Systems basiert [2].

Wir werden das volle Informationsbild der Modellierung aufbauen. Dazu werden wir die Dekomposition nach den Funktionen und Objekten durchführen.

So heben sich die folgenden Objekte heraus: die Anforderung, der Bedienungskanal, die Reihe, der Test.

Jedes der aufgezählten Objekte verfügt über einzigartige Eigenschaften und Parameter. Um die Grenzen des Modells bestimmen zu können, werden wir die logisch-mathematische Beschreibung des Modellsystems entsprechend der Formulierung des Problems aufgeben/angeben/vorstellen. Am Eingang des Programms muss man die allgemeine Einsatzdauer des Experimentes sowie die minimalen und maximalen Bedeutungen für die dynamischen Parameter bestimmen: die minimale Abfertigungszeit einer Anforderung; die minimale Laufzeitverzögerung der Anforderung in der Reihe vor dem Eingang auf die Bedienung; die maximale Abferti-

gungszeit einer Anforderung; die maximale Laufzeitverzögerung der Anforderung in der Reihe vor dem Eingang auf die Bedienung; die minimale Zahl der Fragen in der generierten Prüfung; die minima-

le Zahl der Anforderungen, die sich im Verlauf der Ausführung des Experimentes ergeben können; das Maximum der Anforderungen, die sich im Verlauf der Ausführung des Experimentes ergeben können.



Abbildung 1. das allgemeine Vorgangsschema

Man muss auch solchen Modellparameter, wie die Zahl der Kanäle der Bedienung (die Zahl der Computer im Hörsaal) feststellen, die auch der Schlüssel – im Laufe des Experiments ist.

Das System ist in der Abbildung 1 dargestellt.

Eine rationale Untersuchungsmethode zur Demonstration des beschriebenen Systems ist die Imitationsmodellierung mit der nachfolgenden statistischen Analyse der Experimente. Da für die Zusammenstellung des mathematischen Modells die notwendigen Bedeutungen fehlen, wie zum Beispiel die Verteilungsfunktion für die eingehenden Anforderungen und die Intensität des Stroms der Käufer.

Das Ziel des Imitationsmodells ist das Aufstellen von Möglichkeiten, um die Zahl der bearbeiteten Anforderungen zu vergrößern und gleichzeitig die Qualität der Ausführung der Prüfung zu erhöhen. Ein weiteres Ziel der Konstruktion ist die Demonstration der Möglichkeiten und der Potentiale.

Die Konstruktion des Imitationsmodells

Für die Entwicklung des Imitationmodells wurde die Programmiersprache Python gewählt. Der Algorithmus ist auf den Abbildung 2–4 vorgestellt.

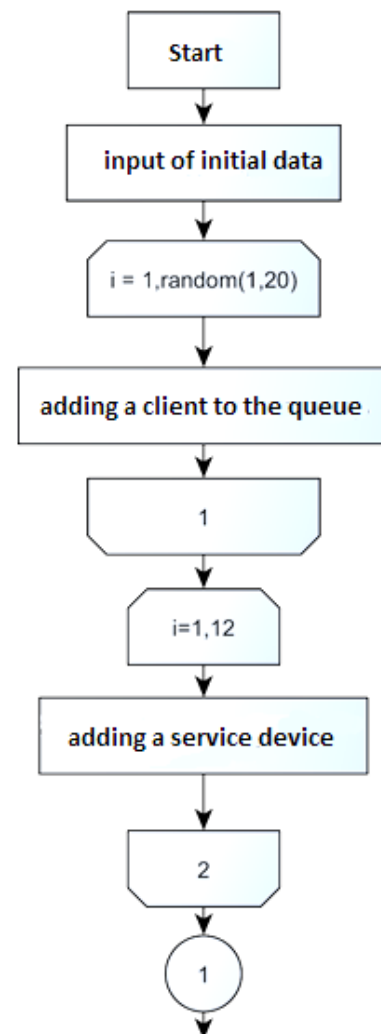


Abbildung 2. die Blockschaltung des Algorithmus

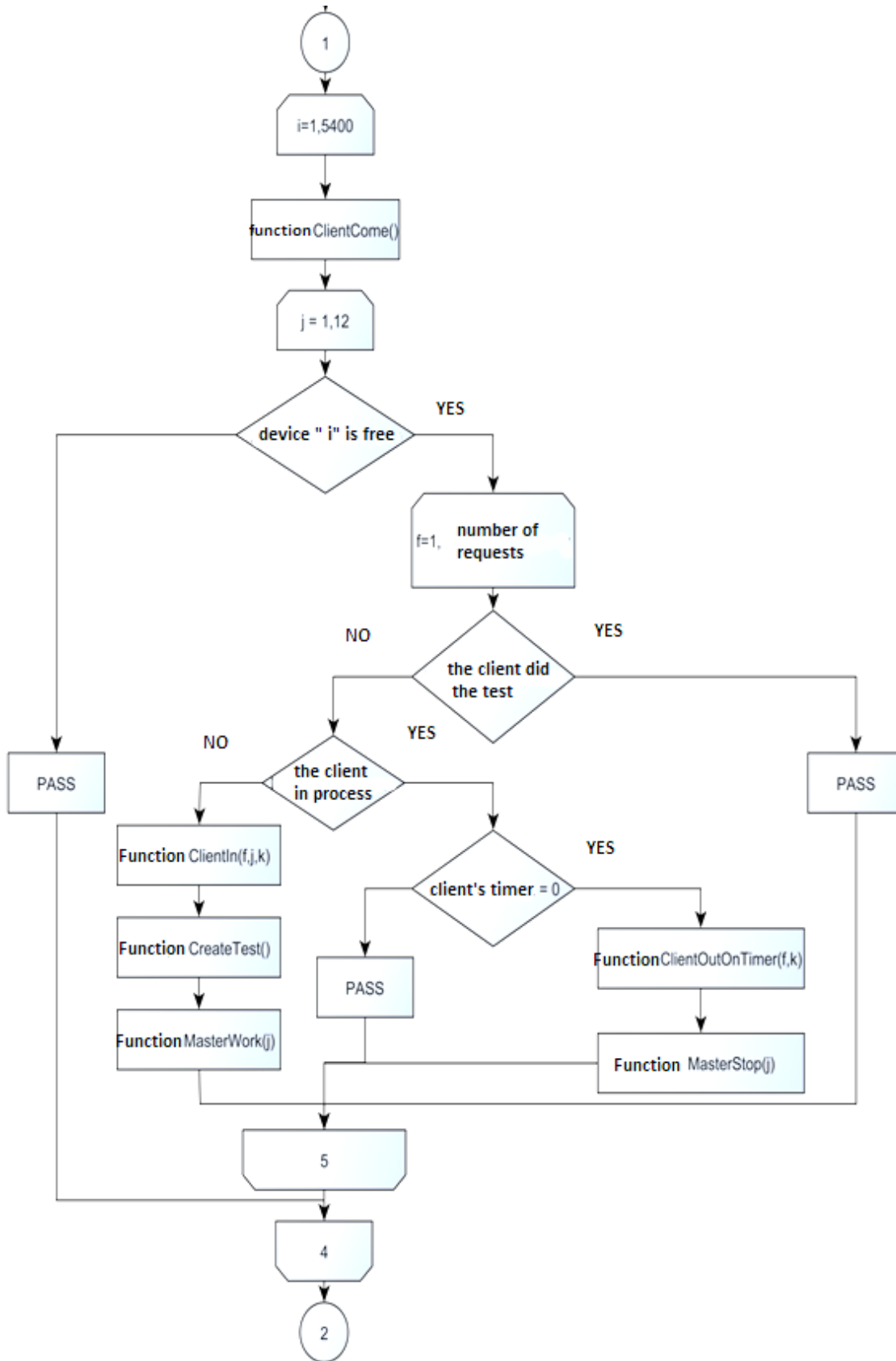


Abbildung 3. die Blockschaltung des Algorithmus

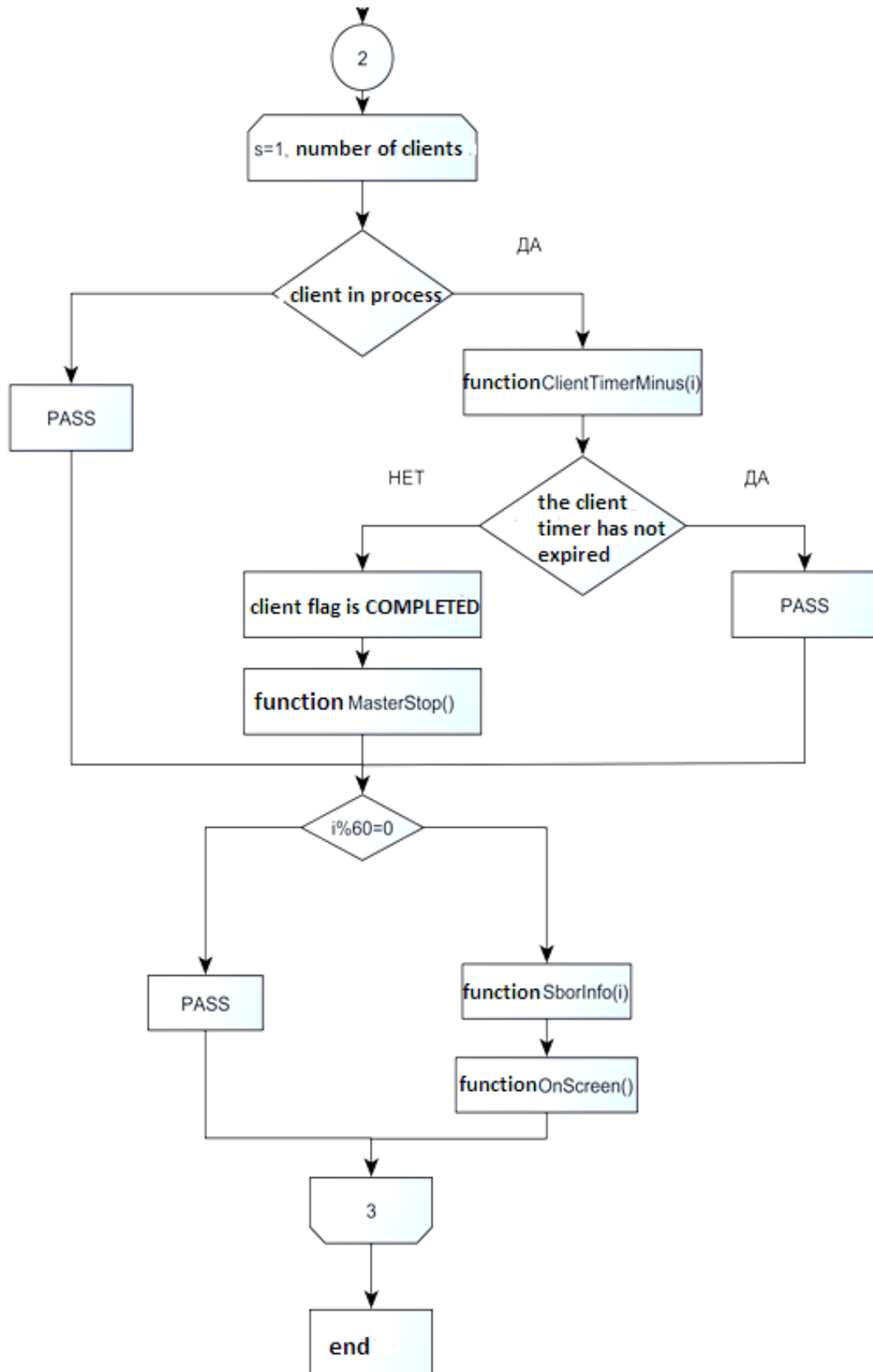


Abbildung 4. die Blockschaltung des Algorithmus

Der Algorithmus des Imitationsmodells wird betrachtet. Nach der Einführung der Ausgangsangaben wird der Algorithmus des Programms gestartet. Wir führen diese Ausgangsangaben ein, solche wie die Anzahl von technischen Hilfsmitteln, die minimale und maximale Anzahl der Menschen in der Gruppe.

1) Es wird die ursprüngliche Schlange aus der  $n$  Zahlen der Anforderungen mit Hilfe des Randomgenerators generiert, der in die Programmiersprache Python (das Paket random) eingebaut wird.

2) Es wird die Liste der Bediengeräte generiert.

3) Es wird der Hauptzyklus des Programms gestartet. Jede Iteration imitiert den Durchgang einer Sekunde der realen Zeit. Der Zyklus arbeitet innerhalb der Werte von 1 bis zu 5400 fortsetzt, was der Dauer der akademischen Stunde entspricht.

4) Während jeder Iteration spricht die Funktion an, die die Wahrscheinlichkeit der Ergänzung in die Reihe von einer oder der Gruppe der Anforderungen zuordnet.

5) Es wird die Verschachtelungsschleife gestartet, die die technischen Hilfsmittel sieht. Falls sich die freien Hilfsmittel finden – wird der Punkt 6 erfüllt, anderenfalls erfolgt der Übergang zur nächsten Iteration.

6) Es wird die Verschachtelungsschleife gestartet, die die Anforderungen durchsieht. Falls die Anforderung gefunden wurde, die nicht bedient wurde, wird der Punkt 7 erfüllt, anderenfalls erfolgt der Übergang zur nächsten Iteration.

7) Wenn die Anforderung in diesem Moment verarbeitet wird- erfolgt der Übergang zu Schritt 8, anderenfalls -Schritt 9.

8) Es wird der Zeitgeber der Anforderung geprüft. Wenn die Zeit auf die Bedienung der Anforderung abgelaufen ist – wird der Punkt 10 erfüllt. Anderenfalls erfolgt der Übergang zur nächsten Iteration.

9) Die Anforderung wird im Moment verarbeitet. Der Kunde bekommt der entsprechende „Flag“ und das Hilfsmittel, das mit dem Kunden beschäftigt ist – wird unzugänglich und übernimmt auch der entsprechende Flag.

10) Die Anforderung verlässt die technischen Hilfsmittel, da die Anforderung schon verarbeitet wurde. Die technischen Hilfsmittel bekommen den Status “frei“.

11) Dann durchläuft das System alle Anforderungen im Zyklus.

12) Wenn die Anforderung schon verarbeitet wurde, erfolgt der Übergang zum Punkt 13, andernfalls erfolgt der Übergang zur nächsten Iteration, die Punkte 13, 14, 15 ausgenommen.

13) Es wird die Verkleinerung des Zeitgebers des Kunden auf 1 Zeiteinheit erfüllt.

14) Dann wird der Wert des Zeitgebers der Anforderung geprüft. Wenn die Zeit auf die Bedienung der Anforderung noch nicht abgelaufen ist – erfolgt der Übergang zur nächsten Iteration, anderenfalls wird der Punkt 15 erfüllt.

15) Die Anforderung wurde verarbeitet und bekommt den Status “verarbeitet”. Das Gerät, das von der Anforderung belegt ist, wird freigegeben und erhält das entsprechende Flag.

16) Es prüft die Teilbarkeit des aktuellen Wertes des allgemeinen Timers um 60, um die angezeigten Informationen jede Minute zu aktualisieren.

17) Informationen über den aktuellen Status von Anforderungen und Geräten werden gesammelt. Dann werden Informationen an den Benutzer ausgegeben.

18) Das Programm wird heruntergefahren.

Um das Programm zu entwickeln, benötigen Sie folgende Punkte. Es ist notwendig, die Architektur des Programms zu entwickeln; die Variablen, ihre Typen und Anfangswerte zu definieren; Klassen und Funktionen müssen beschrieben werden; Pakete, die für die Implementierung benötigt werden, müssen ausgewählt werden; Wählen Sie die Entwicklungsumgebung; Wählen Sie Entwicklungswerkzeuge; Es ist notwendig, die Besonderheiten der Informationsausgabe zu bestimmen; Entwickeln Sie ein Schema der Benutzeroberfläche.

Wenn Sie die Programmmodelle in Module unterteilen, beschleunigt dies das Schreiben des Codes,



verbessert die Lesbarkeit, erleichtert die weitere Wartung und Aktualisierung. Das Programm hat folgende Module.

- Clients.py – Das Modul, das für Anforderungen und deren Verarbeitung verantwortlich ist.
- Masters.py – Das für die Wartung und Verarbeitung zuständige Modul;
- test.py – Modul, das für das Erstellen von Tests zuständig ist.
- Logic.py – Modul, das für die Logik des Modells und die Anzeige der Benutzeroberfläche verantwortlich ist.
- Tkinter.py – integriertes Modul zum Erstellen der Benutzeroberfläche (importiert in das Logic.py-Modul).
- pyLab.py – das Modul, das für die Konstruktion von Graphen und mathematischen Berechnungen benötigt wird.

Die Programmiersprache Python, die hier verwendet wird, ist eine objektorientierte Sprache. Jedes Programmmodul kann eine oder mehrere Klassen enthalten. Beim Schreiben des Programms werden folgende Klassen unterschieden.

- Client-Klasse – implementiert Erstellung, Verarbeitung, Entfernung von Bestellungen. Es befindet sich im Modul Clients.py.
- Master-Klasse – implementiert Erstellung, Verarbeitung, Entfernung von Serving-Geräten. Befindet sich im Modul Master.py.
- StartLogic-Klasse – implementiert die Logik des Imitationsmodells. Befindet sich im Modul Logic.py.
- Gui-Klasse – implementiert die Anzeige der Benutzeroberfläche für die Interaktion mit dem Benutzer. Befindet sich im Modul Logic.py.
- Tests-Klasse – implementiert die Erstellung und Verarbeitung von Tests für Anwendungen. Befindet sich im Modul test.py.

Alle Klassen, die oben beschrieben wurden, haben: einen Initialisierungsblock, eine Reihe von Funktionen und viele Variablen unterschiedlicher Typen.

Jede Klasse, die im Code des Programms Modells beschreibt wird, enthält eine Reihe von Funktionen. Betrachten Sie die Liste der Funktionen, die im Programm verwendet werden.

In der „Logik“:

- *def* START – die Funktion beschreibt die Logik des gesamten Imitationsmodells;
- *def* sborInfo – stellt die notwendige Datensammlung bereit;
- *def* ClientStatus – Ermöglicht die Anzeige des korrekten Status jeder Anforderung.

In der „Gui“:

- *Def* OnScreen – die Funktion, die für die Anzeige der Benutzeroberfläche und die Interaktion mit dem Benutzer verantwortlich ist;
- *def* Graphica – Mit diesem Element können Sie Informationen zu den Anforderungen anzeigen, die den Test in Form von Diagrammen bestanden haben;
- *def* Zapusk – startet den Simulationsvorgang.

In der „Client“:

- *def* clientadd – fügt der Warteschlange einen neuen Auftrag hinzu;
- *def* Client – Übertragung des Status der Anwendung in den Zustand „serviced“;
- *def* clientout – Ändert den Status der Anwendung in den Status „ready“;
- *def* clienttimerminus – Reduzierung des Applikationstimers;
- *def* clientmark – die Funktion setzt einen zufälligen Wert für die Anforderung;
- *def* clienttimer – setzt die Servicezeit in Abhängigkeit von der Note fest;
- *def* clientcome – gibt die Wahrscheinlichkeit der Gegenwart eines oder mehrerer Schüler an;
- *def* clientNotServed – Führt das Zählen von bleibenden Kunden durch.

In der „Master“:

- *def* masteradd – füge einen neuen Servicekanal hinzu;
- *def* masterwork – Übertragung des Servicekanals in den Zustand „Busy“;

– def masrerstop – Transfer des Servicekanals in den Zustand „free“.

In der „Test“:

– def create test – Erstellt einen Testfall für die Anwendung, abhängig von einer Anzahl von Parametern.

Die entwickelte Programmierschnittstelle ermöglicht Ihnen, alle notwendigen Daten über den Verlauf des Experiments zu sehen.

Wenn Sie die Taste „Anfangsdaten“ drücken, wird ein modales Fenster angezeigt, in dem Sie auf-

gefordert werden, Werte für die bedingten Variablen des Programms einzugeben.

Schaltfläche „Grafiken anzeigen“ – generiert und zeigt ein Formular an, in dem die Anzahl der Anforderungen, die verarbeitet wurden, angezeigt wird.

In der Grafik von rechts nach links gibt es Spalten mit den Werten: Anforderungen, die nicht verarbeitet wurden, mit dem Ergebnis „nicht bestanden“, mit dem Ergebnis „ausreichend“, mit dem Ergebnis „gut“, mit dem Ergebnis „sehr gut“.

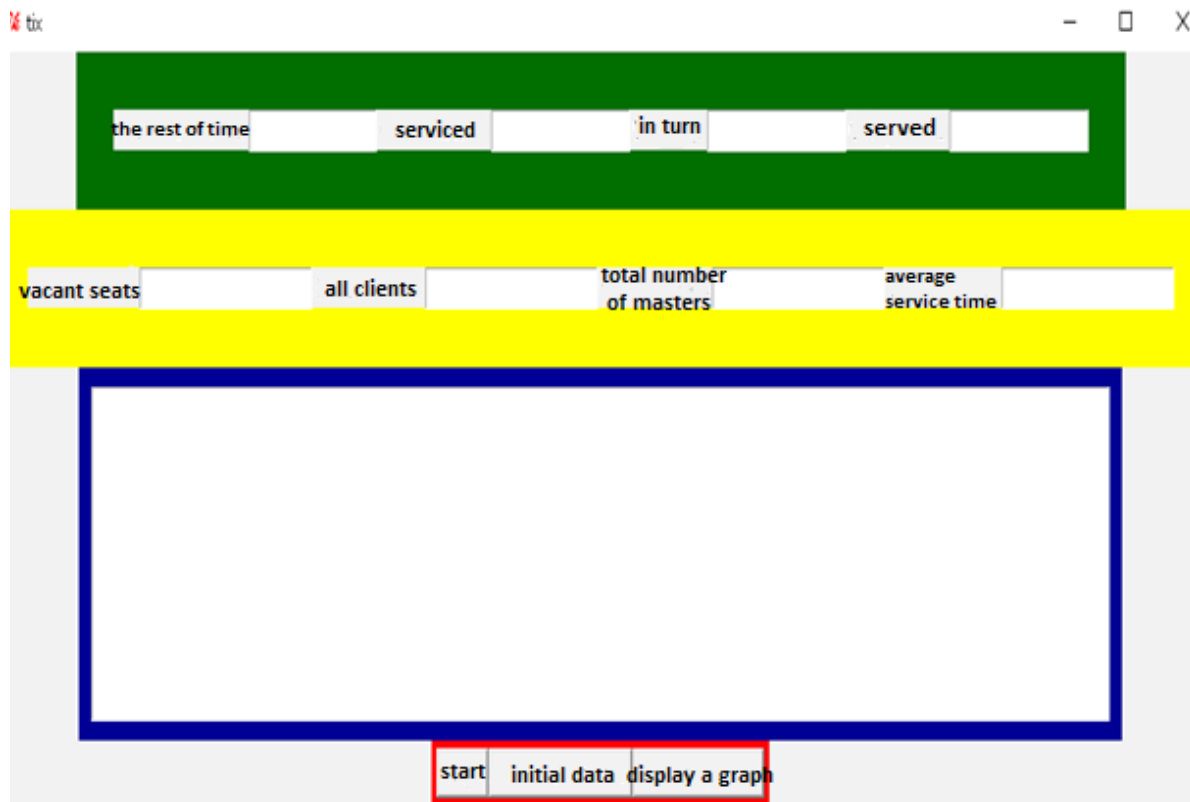


Abbildung 5. das Hauptanwendungsfenster

### Schlussfolgerung

Es ist notwendig, das Softwareprodukt zu bewerten. Berücksichtigen Sie das Verhalten des Modells mit den folgenden Eingabeparametern:

- Gesamtzeit des Experiments – 20 Minuten (1200 Sekunden);
- Anzahl der Bedienungskanäle – 10;
- maximale Anzahl von Anforderungen – 30;
- Die minimale Servicezeit für eine Anwendung beträgt 4 Minuten (240 Sekunden);

- Ergebnis „ausreichend“ – 50;
- Ergebnis „gut“ – 60;
- Ergebnis „sehr gut“ – 70;
- Die Wahrscheinlichkeit der Ankunft der neuen Anforderung beträgt 5%.

Dafür:

- 1) Führen Sie das Softwareprodukt aus.
- 2) Wählen Sie im erscheinenden Fenster die Schaltfläche „Ausgangsdaten“ (Abbildung 5).

In dem erscheinenden Fenster ist es notwendig, alle Zellen mit den entsprechenden Werten zu füllen. (Abbildung 6).

Nach dem Füllen und Anwenden der Anfangswerte, muss die Start-Taste gewählt werden. Danach beginnt der Simulationsvorgang.

Als Ergebnis der Simulation wurden alle 30 Anforderungen verarbeitet. Die mittlere Servicezeit betrug dafür 277 Sekunden.

Das Ergebnis wird auf dem Diagramm dargestellt, das aus den Simulationsergebnissen mit den angegebenen Parametern erstellt wurde.

Wie aus der Graphik ersichtlich ist, wurden alle Anforderungen verarbeitet, was wiederum die Richtigkeit der Wahl der Anfangswerte für das Testen bedeutet.

Die Ergebnisse der Arbeit des Softwaremodells des Informationssystems ermöglichen es, unter Verwendung von Simulationmethoden die Richtigkeit der Auswahl bestimmter Ausgangsdaten für Tests unter Studenten zu bewerten, was dazu beitragen kann, die Zeitkosten unter begrenzten Ressourcen rationaler zuzuordnen. Dieses Softwaremodell ist sehr praktisch im Bildungsprozess [3].

apply
10
number of devices
30
maximum of clients
1200
total experiment time
70
rating "excellent"
60
rating "good"
50
minimum passing score
95
probability of arrival of the application
240
minimum service time

Abbildung 6. Eingabefenster für Anfangswerte

### Referencez:

1. Кошкина К. В. Дидактическая инженерия: проектирование информационной системы для экспертизы качества содержания теста / К. В. Кошкина, С. Д. Старыгина, Н. К. Нуриев // Образовательные технологии и общество. – 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 484–495.
2. Нуриев Н. К., Старыгина С. Д. Дидактическая инженерия: разработка регламента педагогического тестирования / Образовательные технологии и общество. – 2017. – Т. 20. – № 4. – С. 478–483.
3. Проектирование информационной системы для образовательного процесса / Ахметшин Д. А., Нуриев Н. К., Печеный Е. А., Старыгина С. Д. // Ученые записки ИСГЗ. – 2017. – № 1 (15). – С. 63–69.

## Section 3. Mechanics

*Klimov S. V.,  
Head of Department of Designing,  
Adjustment and Testing of Power Equipment  
E-mail: Inerc2016@gmail.com*

*Nikolayev V.A.,  
Doctor of Engineering Sciences, Professor,  
Omsk State Transport University*

*Klimov V.S.,  
Head of Group for Vibration Diagnostics and  
Monitoring Using NDT Methods*

### **EFFICIENCY OF TRANSFORMATION FOR INERTIAL FORCES OF ROTATING WITH VARIABLE ANGULAR VELOCITY OF UNBALANCED MASSES INTO KINETIC TRANSLATIONAL ENERGY OF THE SUPPORTING BODY**

**Abstract:** a method for increasing the efficiency of the operation of propellers, transforming the inertial forces of non-balanced masses rotating with a variable angular velocity into the kinetic energy of the translational uncontrolled motion of the support body is offered. The propellers must contain at least 8 rotating masses, which to reduce the reciprocal force of the reaction of the supports connection, must exchange energy to each other.

**Keywords:** inertial force, reaction forces of the support connection, resultant inertial force, uncompensated inertial force, efficiency.

The laws of physics and mechanics contradict the possibility of creating the effective propellers for vehicles based on the action of internal forces, including the forces of inertia of the rotating unbalanced masses.

According to the laws for conservation of momentum and energy, a closed system consisting of a large number of moving particles (masses) can come into motion owing to reducing the kinetic energy of its constituent parts. Theoretically, this is possible if the particles of the system move due to the collision between themselves and the walls of the closed isolated shell in which they are located,

and the velocities of the particles in one direction will exceed the velocities in the opposite direction. For example, it is in the direction of + OY and – OY axis, respectively. In other directions, + OX and – OX, + OZ and – OZ, the particles (bodies) must move with equal velocities. For this, according to the famous scientist D. Maxwell, it is necessary that “somebody” sort the particles according to velocities, and the fastest ones should be directed toward the assumed motion of the center of mass of the system, and the slowest ones should be sent in the opposite direction [L. 1].

At the same time, the theorems of mechanics for a closed system of a finite set of particles (masses) do not allow changing in the velocity or momentum of the motion of the center of the system mass under the action of internal forces [L. 2].

Numerous supporters of the movement under the action of inertia forces, not without reason, note that the regulation of the velocity of moving masses in different directions can be performed by special devices of the mechanical, electromagnetic principle of action by means of which the velocity of the moving masses in the chosen direction will exceed the velocity in the opposite direction. At the same time, creating experimental models based on this principle, as a rule, they forget to take into account the reaction force of the support connection to the change in the mass rotation velocity, which

reduces the efficiency of such devices to zero, which is confirmed by numerous tests of models of such propellers, including the experiment on the Yubileinyi satellite [L. 3].

Is it possible to have effective movement due to the use of inertia forces of unbalanced masses rotating at a variable angular velocity and how to achieve this?

For this we consider the circular motion of the unbalanced mass  $m_1$  around the axis on the support body  $M$  for  $M \gg m_1$ , with its uneven rotation, with the maximum velocity, for example, in the direction of the  $+ OY$  axis and with the minimum velocity in the direction of the  $- OY$  axis. To neutralize the forces of inertia in the direction of the axes  $- OX$  and  $+ OX$ , we use synchronous, mirror rotation of 2 masses in opposite directions relative to each other (Fig. 1).

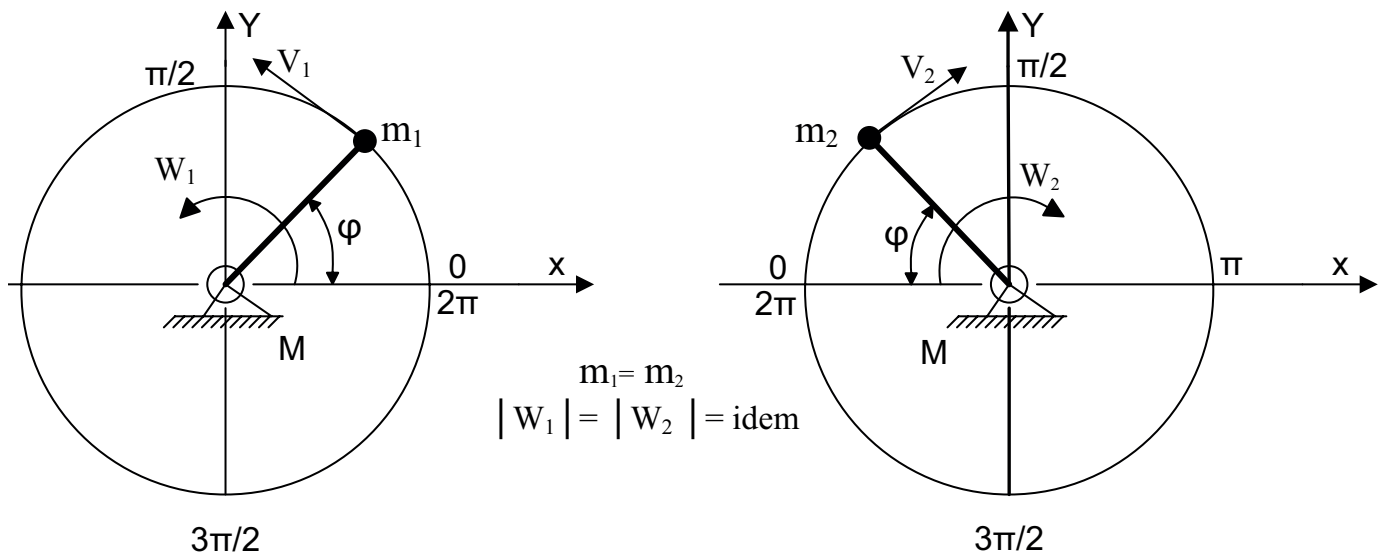


Figure 1.

In the future, when considering the composition and operation of the inertial propeller, the presence of the second group of masses rotating in the opposite direction will be missed, implying their presence.

With this motion, each mass passes through the following stages during rotation:

- $\pi/2 - \pi - 3\pi/2$  - deceleration stage,  $\dot{\epsilon} < 0$
- $3\pi/2 - \pi - \pi/2$  - acceleration stage,  $\dot{\epsilon} > 0$

-  $0 - \pi/2 - \pi$  - sector of the maximum angular velocity,  $\omega = \max$

-  $\pi - 3\pi/2 - 2\pi$  - sector of the minimum angular velocity,  $\omega = \min$

In sector  $0 - \pi/2 - \pi$  - the linear and angular velocities of the rotating masses will be the largest, and hence the average inertial force  $F_{e+}$  acting on the support body is in the direction of the  $OY +$  axis (Fig. 2. (a); 2 (b)).

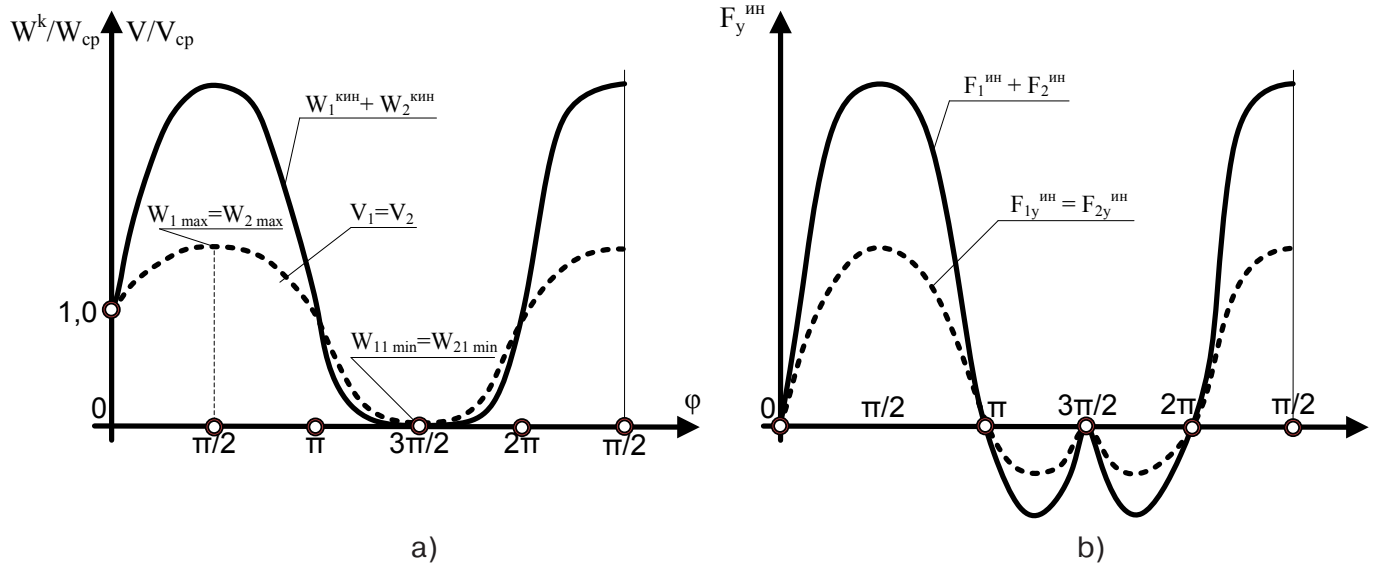


Figure 2.

In the sector  $\pi - 3\pi/2 - 2\pi$  – on the contrary, the average inertia force of  $F_e$  acting on the support body in the direction of the OY axis will be less than in the direction of the + OY axis.

As a result, for a complete revolution we will have the resulting vector of inertia forces ( $F_{e+} - F_{e-}$ ) acting on the support body in the chosen direction of + OY axis (Fig. 2(b)).

The question is only how to organize the motion of rotating masses with varying angular and linear velocities: in the acceleration modes, energy supply and deceleration, the energy extraction for neutralizing the reaction force of the support connection  $R_s$  to the change in the rotation speed of the masses, which will always be directed towards the axis OY–, reducing non-compensated inertial force almost to zero.

$$F_{нк} = (F_{u+} - F_{u-}) - R_{on}$$

Where:

- $(F_{u+} - F_{u-})$  – resultant inertial force;
- $F_{нк}$  – uncompensated (residual) inertial force.

To do this, we take into account that in a closed system, when the rotation velocity of the masses is changed only due to interaction with the support body, the instantaneous or medium forces of the reaction of the support connection for the certain period of time  $R_{on}$  are always equal in magnitude and

opposite in direction to the resultant inertial force, i.e. when moving in the stages of deceleration or acceleration,  $R_{oni} = -(F_{ui} - F_{u(i-1)})$  or  $R_{on} = -\Delta F_u$ , including for a full turnover

$$R_{cp.on} = -(F_{ucp+} - F_{ucp-}), \quad (1)$$

If the inertial forces  $F_{cp.u+}$  and  $F_{cp.u-}$  during the revolution are equal to each other, which is possible only if the mass rotation speed is constant, then the reaction force of the support connection  $R_{on}$  is absent.

At the same time, the inertial force  $F_u$  for circular rotation is always directly proportional to the kinetic energy of the rotating mass, i.e.  $F_u = m W_k$  and, consequently, can be written as:

$$dF_u = m dW_k, \quad (2)$$

or for any interval of time, within one half-period,

$$\Delta F_u = m \Delta W_k, \quad (3)$$

i.e. the change in the kinetic energy is always proportional to the change in the inertial force and, conversely, the change in the inertial force is always proportional to the change in the kinetic energy, where:

- $m$  – proportionality;
- $\Delta W_k$  – change in the kinetic energy of the rotating mass;
- $\Delta F_u$  – change of the inertia force of the rotating mass.

From equations (1)  $R_{cp.on} = -(F_{u\ cp.+} - F_{u\ cp.-})$  and (3)  $\Delta F_u = m \Delta Wk$ , one can write  $(F_{u\ cp.+} - F_{u\ cp.-}) = m (Wk_{cp.+} - Wk_{cp.-})$  and that means:

$$R_{cp.on} = -m (Wk_{cp.+} - Wk_{cp.-}) \quad (4)$$

Since the movement in the direction of OX axis is limited by the counteracting force of the second group of masses rotating in the opposite direction relative to the first one, the kinetic energy of mass rotation can be used only to exert force and the motion of the support body in the direction of the OY axis (Fig. 2 (b)).

If we decompose the inertial force  $F_u$  along the coordinate axes in the direction of OX and OY axes, then we can write:  $F_u = \sqrt{F_{ux}^2 + F_{uy}^2}$  (4')

Since  $F_{ux} = 0$  and  $F_u = F_{uy}$ , we can write  $dF_{uy} = m dW_k$ ,  $\Delta F_{uy} = m \Delta W_k$  and for the half-period:

$$(F_{uy\ cp.+} - F_{uy\ cp.-}) = m (Wk_{cp.+} - Wk_{cp.-}) \quad (5)$$

If the motion of the support body is limited in the direction of OX and OY axis, the kinetic energy

of mass rotation cannot be realized in any direction, and therefore remains unchanged in time, and the resulting force action on the support body is absent and causes vibration, as it has a uniform, circular nature.

Let us consider whether it is possible to reduce the reaction force of the support connection by transferring the kinetic energy from one rotating mass while deceleration it by the other, to accelerate it and, as a result, to minimize the change in the rotation speed of the masses due to interaction with the support body.

Let for this purpose in each group to rotate with a variable angular velocity in one direction, instead of one, two unbalanced masses  $m_1$  and  $m_2$ , one of which, for example,  $m_1$  of the half-period moves in the acceleration mode, and the other  $m_2$  at the same time in the other half of the period – in the mode deceleration (Fig. 3).

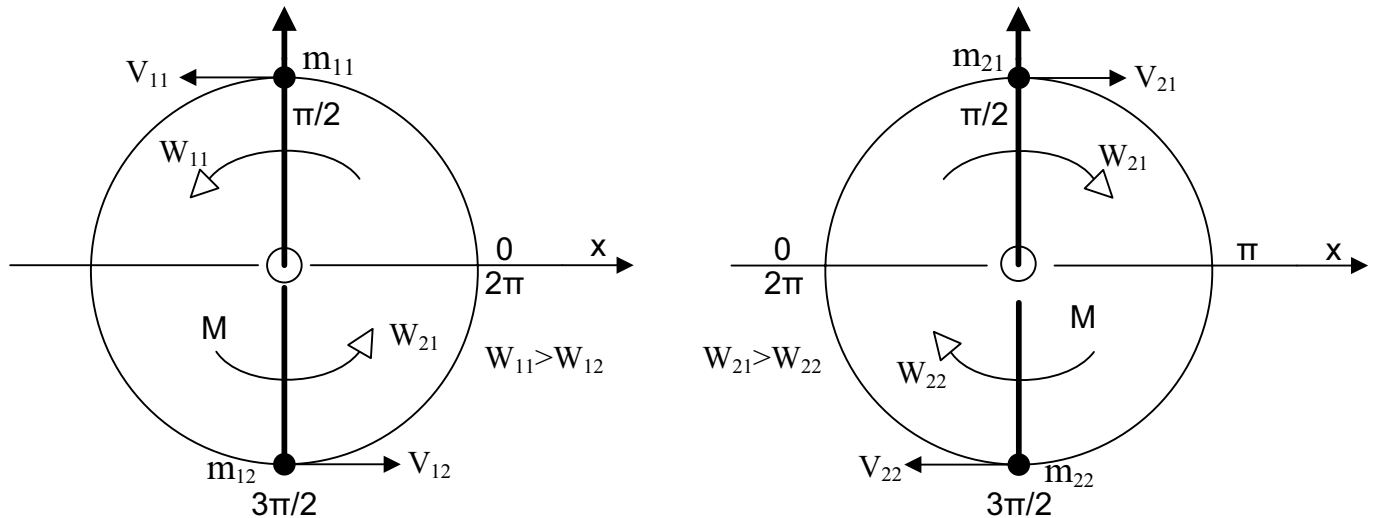
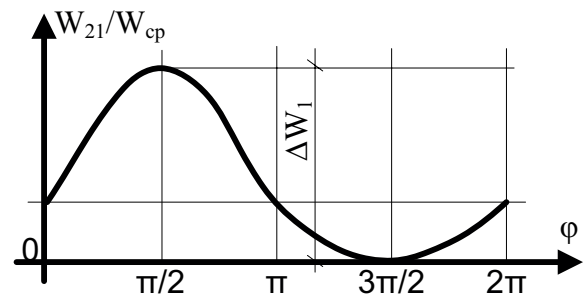
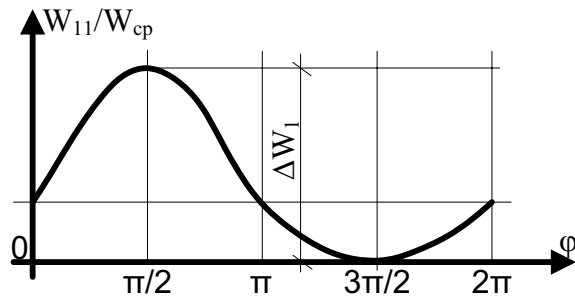


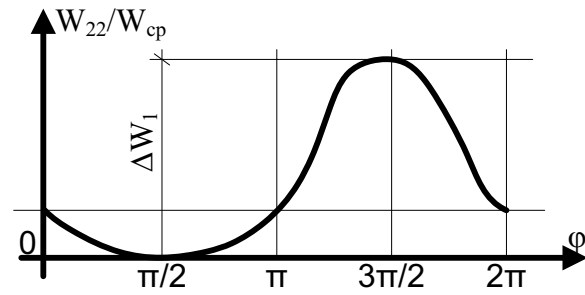
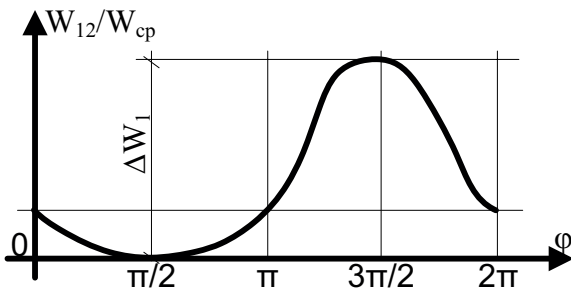
Figure 3.

To analyze this motion, we consider in detail the exchange of kinetic energy between these masses  $m_1$  and  $m_2$ . Since, one of the masses  $m_1$  of the half-period moves in the acceleration mode, and the other mass  $m_2$ , at the same time in the other half of the period – in the deceleration mode, then for the possibility of such motion, the masses  $m_1$  and  $m_2$  in every half-period must be exactly in opposite phase

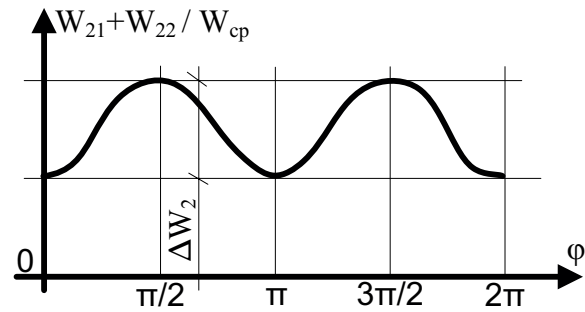
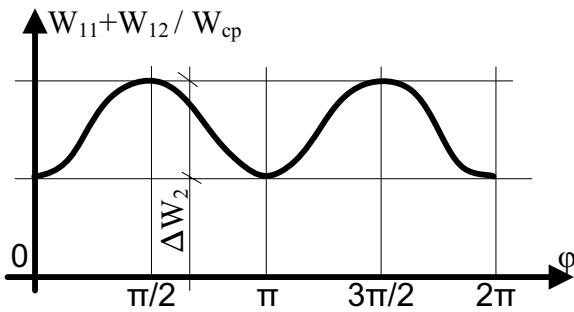
to each other. Let from this moment of time – the first mass is accelerated, and the second – is braked due to energy exchange among themselves and in half of the period on the contrary – the second mass is accelerated, and the first is slowed down (Fig. 4 (a), 4 (b), 4 (c)).



a)



b)



c)

Figure 4.

For equal intervals of time, during the entire half-period of the movement of two masses  $m_1$  and  $m_2$ , in view of the difference in the time of their rate of decrease – increase in kinetic energy, the complete transfer of energy from one mass to the other, without the use of energy accumulators, is in principle impossible.

Theoretically, the complete transfer of kinetic energy between two rotating masses is possible only if the rates of decrease – increase in their kinetic energy is equal for any moment of time, which cannot be performed with circular rotation.

For such a movement, if it could be realized, the total kinetic energy of rotation of the two masses for any time was kept constant.



This value can be used as a criterion for the degree of energy transfer from one rotating mass to another or the completeness of energy exchange between interacting groups of rotating masses.

Therefore, for the more complete decrease – increase in the kinetic energy of each rotating mass due to the exchange of energy with another, it is necessary to increase the amount of rotating masses exchanging kinetic energy among each other. This will increase the energy exchange between them, reduce the fluctuations of the total kinetic energy, and hence the degree of interaction with the support body, and thereby reduce the back force of the reaction of the support connection and increase the efficiency factor and the traction of the inertial propeller.

Calculations show that in order to increase the degree of kinetic energy exchange between rotating masses and decrease the further decrease in kinetic energy due to interaction with the support body, it is necessary to increase the number of rotating masses interacting each other from 2 to 16 and even 32 ones.

According to the calculations performed, the fluctuations in the total kinetic energy due to rotation of

several interconnected masses, in comparison with the maximum energy fluctuation during rotation of a unit mass, with the coefficient of non-uniformity of rotation  $V_{min} / V_{max} = 0.189$ , can reach 87.3% for 2 masses, 43% for 4 and 15% for 8 masses. And this means, taking into account equality (4), that the reaction force of the support connection decreases by 13.7% in case of 2 masses, by 57% for 4 and by 85% for 8 masses, respectively.

The arrangement of synchronous, mirror motion of two groups of masses in opposite directions around the axes on the support body does not present any special problems.

The transfer of energy from one rotating body to another and vice versa in the next half-period by converting the kinetic energy of one mass, when it is braking, to the kinetic energy of another mass, for its acceleration, due to the interaction of rotating bodies, is also can be performed and technically fulfilled at present in various ways.

The inertial forces from the rotation of a pair of masses in the direction of  $OY +$  and  $OY -$  axes with decrease in the rotation speed in the angular sector  $3\pi/2$  to zero, are shown in (Fig. 5).

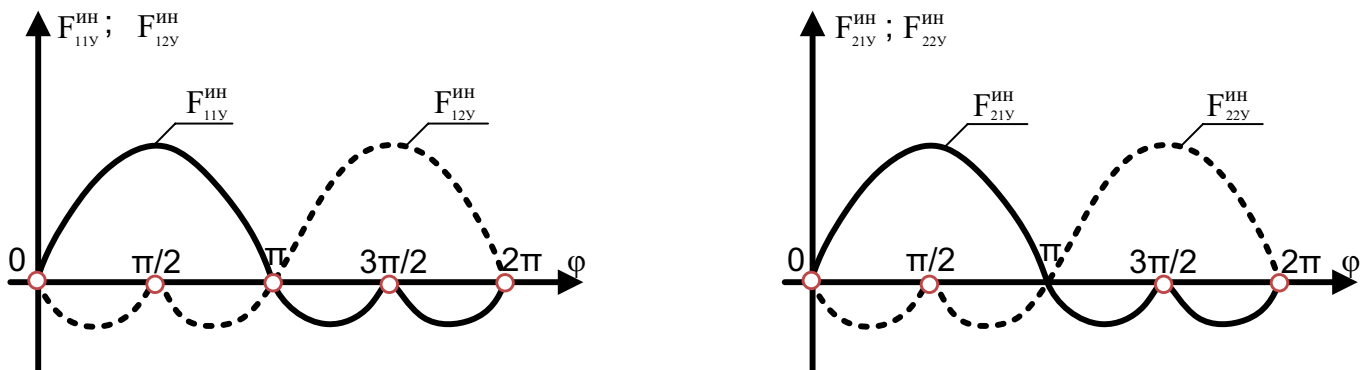


Figure 5.

The arrangement of rotation of several pairs of masses in anti-phase to each other creates permanently acting force in the direction of  $OY +$  axis, excludes vibration and increases the traction of the inertial propeller by 2, 4 and 8 times.

The decreasing coefficient  $k$  for calculating the reaction force of the support connection, in the case of incomplete energy exchange between mutually related masses, according to equations (1) and (3) is calculated by the formula:

$$k = \Delta W^n / (W^1_{max} - W^1_{min}) \quad (6)$$

Where:

–  $(W^1_{max} - W^1_{min})$  – the maximum and minimum kinetic energy of single masses rotating with a variable angular velocity;

–  $n$  – the number of rotating masses exchanging the kinetic energy among each other;

–  $\Delta W^n$  – oscillations of the total kinetic energy of a system of interconnected rotating masses in the course of energy exchange between them.

If we denote the efficiency of propeller with complete conversion of the inertial forces from rotation with variable angular velocity of unbalanced masses to the kinetic energy of the support body –  $\eta_p$ , which is possible to realize when

$R_{cp.on} = 0$ , then the actual efficiency factor  $\eta$  of the inertial propeller operation in conditions of incomplete exchange of kinetic energy between rotating masses, according to equations (1) and (4) will be calculated by the formula:

$$\eta = \eta_t (1 - k), \quad (7)$$

Where:

$\eta_t = (JF_{u.cp.+} - JF_{u.cp.-}) / (JF_{u.cp.+} + JF_{u.cp.-})$  (8)  
and  $JF_{u.cp.+}$ ,  $JF_{u.cp.-}$  – impact pulses of inertial forces in the direction of + OY and

– OY axis.

As shown by the calculations,  $\eta_t$  depends only on the unevenness of the mass rotation with  $V_{min}/V_{max} = 0.67; 0.44; 0.189$   $\eta_t = 0.1; 0.34; 0.62$  respectively.

Formulas (7) and (8) explain the reasons for the low efficiency of the inertial propellers created in previous years – this is the insufficient unevenness

of the mass rotation (0.8) and the absence of energy exchange between them ( $k = 1$ ).

### Conclusions

To design the efficient inertial propellers it is necessary:

1. To arrange the location on the support body  $M$  of two groups of masses rotating synchronously, mirror to each other with the variable angular velocity in opposite directions and consisting of pairs of masses:  $m_{11}$  and  $m_{12}$ ,  $m_{21}$  and  $m_{22}$  (Fig. 3).

2. To arrange the rotation of the pairs of masses  $m_{11}$  and  $m_{12}$ ,  $m_{21}$  and  $m_{22}$  in anti-phase to each other, with synchronous reduction of the kinetic energy of rotation of one mass  $m_{11}$  ( $m_{21}$ ), in the half-period  $\pi/2 - \pi - 3\pi/2$  and simultaneous increase in the rotational energy of the second mass  $m_{12}$  ( $m_{22}$ ), in the half-period  $3\pi/2 - 2\pi - \pi/2$  and vice versa in the following half-periods (Fig. 4 (a), 4(b)).

3. To arrange the maximum reduction, increase in the kinetic energy in the braking and acceleration modes of the mass pairs rotating in anti-phase, due to the energy exchange between them, in order to reduce the reaction forces of the supports connection  $R_{on}$  arising when decreasing, increasing the residual mass rotation speed, due to interaction with the support body  $M$  (Fig. 4).

4. To reduce the fluctuations of the residual total kinetic energy of the rotating masses and the reaction force of the support connection, in order to increase the efficiency and magnitude of the traction force of the inertial propeller, the number of rotating masses must be at least 8.

### References:

1. Bol'cman L. Je. Izbrannye trudy. – Moskva. Izdatel'stvo nauka, – 1984.
2. Ol'hovskij I. I. Kurs teoreticheskoy fiziki. – Moskva, – 1970.
3. Tolchin V. N. Inercioid. Sily inercii kak istochnik postupatel'nogo dvizhenija. Perm', – 1977.

## Section 4. Technical science

*Taimanov Mikhail Alexandrovich,  
professor, faculty of energy engineering  
Kazan state energy University,  
E-mail: taimarovma@yandex.ru*

*Lavirko Yuri Vasilevich,  
associate Professor, faculty of energy engineering  
Kazan state University of architecture and construction,  
E-mail: lav.yu55@gmail.com*

### REDUCTION IN EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES ENERGY BOILERS

**Abstract:** the article deals with the problem of reducing harmful emissions of nitrogen oxides from the combustion of fuel in power boilers of thermal power plants. Analyzes methods of reducing emissions in order to determine the feasibility of implementing them in practical application.

**Keywords:** nitrogen oxides, power boilers, reduction, emissions, burner, temperature, fuel, excess air.

*Таймаров Михаил Александрович,  
профессор, энергетический факультет  
Казанский государственный энергетический университет,  
E-mail: taimarovma@yandex.ru*

*Лавирко Юрий Васильевич,  
доцент, энергетический факультет  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
E-mail: lav.yu55@gmail.com*

### СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОТЛАМИ

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы снижения вредных выбросов в атмосферу оксидов азота, образующихся при сжигании топлива в энергетических котлах тепловых электрических станций. Проводится анализ методов уменьшения выбросов с целью определения возможности внедрения их в практическое применение.

**Ключевые слова:** оксиды азота, энергетические котлы, снижение, выбросы в атмосферу, горелки, температура, топливо, избыток воздуха.

**Введение.** Выбросы оксидов азота энергетическими котлами ТЭС являются главным антропогенным фактором загрязнения атмосферы вредными газообразными веществами. Наряду с другими методами, на ТЭС применяется снижение выбросов оксидов азота путем организации нестехиометрического сжигания топлива и устранения зон факела с повышенными температурами. Для этого применяется изменение направлений и интенсивности крутки воздуха в горелках и подача газов рециркуляции в топку [1–4].

**Результаты исследования.** В данной статье исследуются результаты экспериментов по измерению выбросов оксидов азота при работе на газообразном топливе котлов ПК-47 Заинской

ГРЭС и ТГ-104 Сургутской ГРЭС-1. Котлы различаются компоновкой горелок в топке и организацией крутки воздуха, подаваемого на горение. Кроме того на Сургутской ГРЭС-1 при нагрузках до 510 т/ч применена рециркуляция дымовых газов, отбираемых из опускного газохода через смеситель в топку котла. Измерение тепловых потоков от факела выполнено при помощи радиометра ТЕРА-50, измерение концентрации оксидов азота выполнено при помощи газоанализатора ДАГ-500.

В (табл. 1) приведены экспериментальные данные по работе прямоточного котла ПК-47(Пп-640–140) при различных паровых нагрузках во время опытов.

Таблица 1. – Показатели работы прямоточного котла ПК-47(Пп-640–140) производства ЗИО при работе на природном газе с теплотой сгорания 33558 кДж/м<sup>3</sup> со встречным боковым расположением горелок

Нагрузка одного корпуса, т /ч	160	180	240	285	320
Концентрация NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup> (при пересчете на а	160	201	237	266	275
Содержание кислорода, %	1	1	0,7	0,7	0,7
КПД, %	94,22	94,29	94,63	94,61	94,50
Падающий тепловой поток от факела, кВт/м <sup>2</sup>	140	150	170	180	200
Температура уходящих газов, °	118	119	120	121	122

Прямоточный котел ПК-47(Пп-640–140) двухкорпусной производства Подольского завода имени Орджоникидзе (ЗИО) с температурой перегретого пара 545° С и давлением 14 МПа с промежуточным перегревом пара. Высота топки 27,55 м при одно квадратурном исполнении в поперечном сечении. Расчетная температура продуктов сгорания на выходе из топки 1040° С.

Горелки расположены по 3 шт. на каждой боковой стене. Горелки с единичной мощностью 48,5 МВт двух поточные вихревые газомазутные производства ЗИО расположены на каждой стороне в 2 яруса: верхний 9739 мм ( $h_r/h_m = 0,302$ ) имеет 2 горелки, нижний ярус 7187 мм ( $h_2/h_m = 0,256$ ) имеет по 1 горелке на каждой стороне, где  $h_r, h_m$  – соответственно высота расположения горелок и высота топки.

Сечение топки прямоугольное размером 9,5 × 9,5 м при П-образной компоновке котла ПК-47. Направление вращения при крутке воздуха для горелок нижнего яруса – встречное с восходящим потоком у стенки, для верхнего яруса правое вращение. Принятая ориентация горелок увеличивает тепловые потоки на под топку. При сжигании мазута используются механические форсунки. Горелки имеют нерегулируемые тангенциальные лопаточные завихрители в обоих потоках воздуха. На всех горелках используется периферийная эшелонированная в два ряда подача газа через трубы с диаметром  $d_1 = 8$  мм,  $d_2 = 13$  мм. Пережим горелок равен 0,92.

Как видно из (табл. 1), с ростом нагрузки в 2 раза выбросы оксидов азота увеличиваются на 72%. Это объясняется повышением на 43% величины

теплового потока, падающего от факела на уровне горелок второго яруса.

Тангенциальная крутка воздуха в горелках при встречном расположении горелок дает восходящий факел с зонами повышенных температур, которые

способствуют достаточно сильной генерации термических оксидов азота.

В (табл. 2) приведены результаты экспериментов на котле ТГ-104 Сургутской ГРЭС-1.

Таблица 2. – Показатели работы барабанного котла ТГ-104 производства ТКЗ при работе на попутном газе с теплотой сгорания 33855 кДж/м<sup>3</sup> с фронтальным расположением горелок

Нагрузка котла, т /ч	335	390	450	510	580	670
Рециркуляция газов, %	15	15	15	7	-	-
Концентрация NO <sub>x</sub> , мг/м <sup>3</sup> (при пересчете на а	15	18	25	35	100	165
Содержание кислорода, %	3,71	3,81	3,89	3,95	4,04	4,2
КПД брутто, %	95,57	95,58	95,59	95,6	95,54	95,35
Падающий тепловой поток от факела, кВт/м <sup>2</sup>	250	279	310	373	410	490
Температура уходящих газов, °	107,2	109,3	111,4	113,5	115,9	119

Котел ТГ-104 (Е-640/140ГМ) производства Таганрогского котельного завода (ТКЗ) барабанный с естественной циркуляцией и промежуточным перегревом пара П-образной компоновки с двух ярусным фронтальным расположением 12-ти прямоточно вихревых газомазутных горелок ГМПВ-50 с единичной тепловой мощностью 47 МВт, предназначенных для работы с паромеханическими форсунками с корневым углом раскрытия факела 90 °С.

Расчетная производительность котла ТГ-104 равна 670 т/ч при давлении пара 14 МПа и температуре 545 °С. Горелки расположены по 6 шт. в каждом ярусе.

Горелки двухпоточные с управляемым регулированием подачи воздуха с помощью шиберов и аксиальной круткой воздуха. Топка с уравновешенной тягой призматическая с размером поперечного сечения 18,43х7,23 м. Горелки допускают подачу газов рециркуляции в топку в количестве 15% при коэффициенте избытка воздуха в режимном сечении 1,07. Горелки позволяют выдерживать температуру металла труб заднего экрана не выше 385 °С, что показывает эффективность аксиальной крутки воздуха. Крутка воздуха в горелках верхнего яруса – левая, нижнего яруса – правая и осуществляется аксиальными лопатками с постоянным углом наклона для внешнего и внутреннего завихрителя.

По периферии внешнего воздушного завихрителя расположено 12 газоподающих чередующихся трубок с истечением газа вдоль оси и под углом 45 °С. к оси с диаметром 11 мм для верхнего яруса и 12,5 мм для нижнего яруса, что соответствует расходу газа 44 и 56 % соответственно.

Как видно из табл. 2, использование аксиальной крутки воздуха в горелках в совокупности с рециркуляцией газов до нагрузки 510 т/ч приводит к снижению выбросов оксидов азота более чем в 10 раз. При нагрузках свыше 510 т/ч рециркуляционный дымосос не использовался по причине необходимости поддержания высокой температуры промежуточного перегрева пара. Применение аксиальной крутки позволило повысить КПД, по сравнению с тангенциальной круткой в котле ПК-47.

### Выводы

1. Встречное расположение горелок при тангенциальной крутке воздуха не позволяет получать низких выбросов оксидов азота по сравнению с аксиальной круткой и организацией большей подачи газообразного топлива в горелки нижнего яруса.

2. Наиболее значительный эффект снижения выбросов оксидов азота достигается путем рециркуляции дымовых газов в топку котла через смеситель. Отключение рециркуляции увеличивает выбросы оксидов азота в 3 раза.

### Список литературы:

1. Таймаров М. А. Разработка методов снижения выбросов окислов азота котлами ТЭС. Казань, КГЭУ, – 2013. – 69 с.
2. Таймаров М. А., Лавирко Ю. В. Лучистый поток от факела в котлах ТГМ-96 и ТГМЕ-464. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 1 (35), – С. 143–148.
3. Таймаров М. А. Чикляев Д. Е. Образование термических окислов азота при сжигании газа. Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2013. – Т. 16. – № 23. – С. 73–75.
4. Таймаров М. А., Кувшинов Н. Е., Чикляев Д. Е. Снижение выбросов окислов азота в котлах путем управления процессом горения на основе компьютеризированных теплотехнических расчетов. Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2015. – 2016. – Т. 19. – № 8. – С. 62–64.

*Saveliev Dmytro Igorevich,  
Post Graduate Student, Faculty of Operational and Rescue Forces  
E-mail: saveliev.dmitriy86@gmail.com*

*Khrystych Olena Valeryevna,  
Candidate of Technical Sciences,  
Faculty of Operational and Rescue Forces  
E-mail: el-green@ukr.net*

*Kirieiev Oleksandr Aleksandrovich,  
Doctor of Technical Sciences,  
Faculty of Operational and Rescue Forces  
E-mail: 53kireev@gmail.com*

*Chyrkina Marina Anatolievna,  
Candidate of Technical Sciences,  
Faculty of Operational and Rescue Forces  
National University of Civil Protection of Ukraine  
E-mail: marina\_ch25@ukr.net*

## **BINARY FIRE-EXTINGUISHING SYSTEMS WITH SEPARATE APPLICATION AS THE MOST RELEVANT SYSTEMS OF FOREST FIRE SUPPRESSION**

**Abstract:** The authors considered the possibility of enhancing forest fire suppression efficiency by constructing fire breaks by means of binary fire-extinguishing systems, including gel-forming and foam-forming. The functional characteristics of the compositions under investigation were analyzed and optimized with regard to their fire-retardant properties. The method of application of the compositions was suggested and the plant for separate application of the fire-retardant substance for forest fire suppression with the help of gel-forming systems was tested.

**Keywords:** forest fire suppression, fire break, binary fire-extinguishing means, gel-forming systems, foam-forming systems, simultaneous and separate application, functional characteristics of fire-extinguishing compositions, effective isolation of flammable substances.

*Савельев Дмитрий Игоревич,  
адъюнкт, факультет оперативно-спасательных сил  
E-mail: saveliev.dmitriy86@gmail.com*

*Христич Елена Валерьевна,  
канд.техн.наук, факультет оперативно-спасательных сил  
E-mail: el-green@ukr.net*

*Киреев Александр Александрович,  
докт. техн. наук, доцент,  
факультет оперативно-спасательных сил  
E-mail: 53kireev@gmail.com*

Чиркина Марина Анатольевна,  
канд.техн.наук, факультет оперативно-спасательных сил  
Национальный университет гражданской защиты Украины  
E-mail: marina\_ch25@ukr.net

## БИНАРНЫЕ ОГNETУШАЩИЕ СИСТЕМЫ С РАЗДЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ, КАК НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

**Аннотация:** Рассмотрены результаты исследования возможности повышение эффективности тушения лесных пожаров за счет применения при создании заградительных полос бинарных огнетушащих систем, с высокими оперативными огнезащитными свойствами (пенообразующие системы с внешним пенообразованием и гелеобразующие огнетушащие системы). Экспериментально определены функциональные характеристики предложенных композиций, проведена оптимизация состава, предложен метод и апробирована установка с раздельной подачей огнетушащего вещества для тушения пожаров гелеобразующими составами.

**Ключевые слова:** тушение лесных пожаров, заградительная полоса, бинарные огнетушащие средства, гелеобразующие системы, пенообразующая система, одновременно-раздельная подача, функциональные характеристики огнетушащих композиций, эффективная изоляция горючих веществ.

**Постановка проблемы:** Статистика чрезвычайных ситуаций показывает, что доля природных пожаров и вызываемых ими последствий составляет приблизительно 24% от общего числа чрезвычайных ситуаций природного характера. Леса выполняют общемировую экологическую, защитную и средообразующую функции, а также удовлетворяют различные потребности промышленности и общества, являются для нашего лесодефицитного государства не только экологическим, но и важным экономическим аспектом. Поэтому актуальным направлением обеспечения сохранности лесов является их защита от пожаров. Разнообразие возникновения и распространения лесных пожаров оставляет интерес открытым к проблеме предотвращения и тушения лесных пожаров. Для предотвращения возникновения пожаров, проводятся различные профилактические мероприятия. Одним из эффективных упреждающих методов по борьбе с лесными пожарами является создание минерализованных полос. Минерализованные полосы представляют собой искусственно созданные почвенные поло-

сы, очищенные от горючих материалов, которые могут быть: заградительными или опорными [1]. Также минерализованные полосы могут быть самостоятельными, противопожарными барьерами или входить в состав сложного (комбинированного) противопожарного барьера. Заградительные минерализованные полосы создают для остановки и тушения лесных пожаров. Заградительные минерализованные полосы прокладывают вдоль полос отвода земель у железнодорожных и автомобильных дорог, трубопроводов, линий электропередачи, обеспечивая защиту от пожаров на землях лесного фонда. При очаговых возгораниях заградительная минерализованная полоса оказывает положительное влияние, препятствуя распространению низового пожара.

В последнее время для увеличения эффективности борьбы с лесными пожарами предлагается применение таких аспектов: использование химического замедлителя горения – хлорида магния (бишофита); привлечение авиации; использования водо-пенных средств пожаротушения, использованием метода контролируемого выгорания, а так-



же применение гелеобразующих огнетушащих систем для создания заградительных полос [2–5]. Одним из перспективным направлением исследований является разработка метода и подбор эффективных компонентов бинарных огнетушащих средств, позволяющие уменьшить расход ОВ на тушение, уменьшить время тушения и сократить ущерб от действия входящих в состав веществ.

**Общая задача исследования:** Целью работы является рассмотрение возможности повышение эффективности тушения лесных пожаров за счет применения при создании заградительных полос средств с высокими оперативными огнезащитными свойствами пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) и гелеобразующих огнетушащих систем (ГОС), определение оптимальных составов и способов подачи бинарных огнетушащих веществ.

**Результаты и обсуждения:** Эффективность огнетушащих веществ определяется комплексом их свойств. Так огнетушащие свойства определяются четырьмя основными составляющими: способностью охлаждать зону горения или поверхность горючего материала, ингибирующим, изолирующим и разбавляющим действием. Важной характеристикой для бинарных жидкофазных средств с огнезащитными свойствами являются, также небольшие потери при их нанесении на лесные горючие материалы. Рассмотренные в ходе работы гелеобразующие огнетушащие и пенообразующие системы представляют собой два отдельно хранящихся и отдельно подаваемых в очаг горения раствора. Компоненты гелеобразующего раствора подобраны таким образом, чтобы при их смешении образовывался нетекущий слой геля. Основным компонентом такого геля является вода, которая обеспечивает такому ОВ высокие охлаждающие свойства. Другие компоненты подбираются так, чтобы обеспечить составу высокие огнезащитные характеристики.

Ранее рассмотренные методы тушения низовых лесных пожаров с помощью ГОС [5; 6], имеют некоторые недостатки (возможность про-

никновение пламени под слоем геля). Как альтернативный способ было предложено использовать пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) [7]. В качестве пенообразующих систем нами были выбраны насыщенные растворы компонентов с пенообразователем (ПО) 6%:  $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (ПОС1);  $\text{NaHCO}_3 + \text{аммофос}$  (ПОС2);  $\text{NaHCO}_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (ПОС3); углеаммонийная соль +  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (ПОС4); углеаммонийная соль + аммофос (ПОС5); углеаммонийная соль +  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  (ПОС6).

В качестве поверхностно-активного вещества (ПАВ) использовались пенообразователь общего назначения «Альпен», «Морской» и пищевой пенообразователь-экстракт мыльного корня (ЭМК). В результате лабораторных исследований были определены некоторые характеристики стойкости и кратности пены, а также огнепреграждающие свойства лесной подстилки обработанной пенообразующими системами [8].

Основным достоинством ПОС является то, что образуемая в ней пена обладает большими проникающими способностями в сравнение с ГОС. В ПОС предусматривается отдельная подача двух жидких компонентов с пенообразователем в распыленном виде. При попадании на лесную подстилку компоненты смешиваются и образуют пену. Данная система позволяет образовывать пену, как на поверхности, так и в слоях подстилки. Для образования пены в слоях подстилки необходима последовательная подача компонентов, что обеспечивает проникновение компонентов в глубь подстилки.

Известно, что важным механизмом прекращения горения является изоляция горючих веществ от поступления к его поверхности кислорода. Изоляция особенно важна на стадии гетерогенного горения карбонизованного остатка целлюлозосодержащих материалов. Изолирующее действие является доминирующим механизмом при тушении пенами. Однако пены быстро стекают с вертикальных и наклонных поверхностей, что

делает их малоэффективными при тушении ТГМ. Кроме того пены разрушаются под действием интенсивного теплового излучения. Этим обоим недостаткам лишены гелеобразные слои. Они прочно удерживаются на всех видах ЛГМ и во влажном виде надёжно изолируют во времени материал от поступления к его поверхности кислорода.

Поэтому для дальнейшего исследования [9] объектом были выбраны составы ГОС  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2 + \text{CaCl}_2$ , при раздельно-последовательном нанесении компонентов которого создается наиболее эффективный огнепреграждающий слой. Экспериментально исследовано влияние концентрации компонентов ГОС, масса и временем сушки покрытия на время огнезащитного действия ГОС в случае использования раздельно-последовательной подачи компонентов. В качестве лабораторного модельного очага низового лесного пожара была воспроизведена лесная подстилка из соснового опада размером  $(10 \times 10)$  см, загрузкой 25 г, что соответствует удельной нагрузке  $2,5 \text{ кг/м}^2$ , и толщине 5 см. В качестве количественного показателя огнезащитного действия гелеобразующих составов было принято время воспламенения верхней части модельного очага низового лесного пожара в условиях действия открытого пламени. Огневое воздействие производилось с помощью газовой горелки. Высота пламени была на 5 см выше верхней части модельного очага. При этом горелка устанавливалась так чтобы центр пламени находился на расстоянии 2 см в к середине модельного очага.

Обработка полученных результатов выполнена с использованием методов теории планирования эксперимента [10]. С учётом химической совместимости компонентов ГОС и условия возможности быстрого гелеобразования были определены уровни варьирования этих факторов, а именно – уменьшение значения концентрации  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2$  в ГОС, дает наибольший эффект и ведет к увеличению огнезащитной способности покрытия. Увеличение массы нанесенного по-

крытия улучшает время огнезащитного действия. Так же установлена взаимосвязь между временем сушки обработанного участка и временем огнезащитного действия. В рамках изучаемого предела показатели времени сушки уменьшают время огнезащитного действия. В результате исследования установлено, что максимальное значение времени воспламенения (максимальная огнезащитная эффективность) гелеобразующей системы ( $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2$ ) достигается при минимальных значениях концентрации  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7 \text{ SiO}_2$  и времени сушки обработанного участка, а также при максимальных значениях концентрации  $\text{CaCl}_2$  и массы нанесенного огнезащитного покрытия. При этом нужно иметь в виду, что концентрацию  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7 \text{ SiO}_2$  нельзя уменьшить ниже концентрации 5% во избежание потери способности к гелеобразованию, а максимальное значение концентрации хлорида кальция 35%. На основании экспериментальных исследований была установлена взаимосвязь между её временем воспламенения и концентрациями компонентов, массой ГОС, временем сушки обработанного участка. Установлено, что ГОС оптимального состава обеспечивает время огнезащитного действия более 20 минут при удельном расходе  $1 \text{ г/см}^2$  при времени сушки до 45 мин [9].

Известно, что при тушении пожаров большое значение имеет огнезащитное действие ОВ, которое определяется в основном изолирующими и теплозащитными свойствами. Кроме того, существенное значение имеет такой интегральный показатель как коэффициент использования ОВ, который определяется долей его непроизводительных потерь. Коэффициент использования зависит от способа подачи ОВ и его физико-химических свойств.

Поэтому по результатам теоретических и экспериментальных исследований был предложен метод тушения и ограничения распространения лесных пожаров с использованием гелеобразующих огнетушащих систем путем образования и удержание водосодержащего слоя в среде лес-

ной подстилки с использованием гелей, а также апробирована установка с отдельной подачей ОВ для тушения пожаров гелеобразующими составами. Поставленная задача решается тем, что компоненты для образования геля подаются раздельно-последовательно, что обеспечивает образование геля как во внутренних слоях лесной подстилки, так и на ее поверхности, что предотвращает распространение горения или тления по обработанной полосе. Способ подачи компонентов предлагается раздельно-последовательный – подают к очагу пожара в виде распыленных или компактных струй, направляя на полосу лесной подстилки шириной 1 м. Первыми подают раствор гелеобразователя с коагулятором, а с интервалом несколько секунд подают раствор катализатора гелеобразования, что обеспечивает первоначально пропитку слоя лесной подстилки раствором гелеобразователя и после этого образования геля во всем смачиваемом объеме.

В то же время слой геля образуется на ветвях нижнего яруса леса. При попадании на поверхности между компонентами растворов также происходит взаимодействие, которое в течение времени до 1с приводит к образованию слоя твердого геля, чем обеспечивается предотвращение распространения пламенного горения над негорючей полосой шириной 1 м. Гель способен закрепляться на вертикальных и наклонных поверхностях. За время реакции растворы успевают затекать на обратные поверхности ветвей, поэтому гель охватывает ветвь со всех сторон.

Важным экологическим аспектом и преимуществом ГОС перед традиционными методами создания огнезащитных полос является умень-

шение потерь лесных насаждений – растения, обработанные ГОС, не погибают. Также в состав разработанного состава ГОС входит хлорид кальция, являющийся отходом производства соды, т.е. использование данного компонента гелеобразующей системы даст возможность решить проблему утилизации многотоннажных отходов и сохранения окружающей среды.

**Выводы:** В ходе работы рассмотрены возможности повышения эффективности тушения лесных пожаров за счет применения при создании заградительных полос бинарных огнетушащих систем с высокими оперативными огнезащитными свойствами пенообразующие системы с внешним пенообразованием (ПОС) и гелеобразующих огнетушащих систем (ГОС). По результатам исследований разработан новый эффективный метод тушения лесных пожаров с использованием гелеобразующих огнетушащих систем, экспериментально определены функциональные характеристики предложенных гелеобразующих огнетушащих композиций, проведена оптимизация состава гелеобразующих композиций с учётом огнетушащих и огнезащитных свойств и экономической эффективности; также апробирована установка с отдельной подачей ОВ для тушения пожаров гелеобразующими составами.

Таким образом, применение предложенного способа тушения низовых лесных пожаров гелями позволяет осуществлять эффективное тушение процесса горения лесной подстилки и ограничения распространения низовых лесных пожаров, а также осуществить решение существенной экологической задачи переработки отходов химического производства.

### Список литературы:

1. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Швиденко А. Й. Лісова пірологія. – К.: Агропромвидав України, – 1999. – 172 с.
2. Арцыбашев Е. С. Лесные пожары и борьба с ними / Е. С. Арцыбашев. – Л.: ЛенНИИЛХ, – 1986. – 152 с.
3. Москвлин Е. А. Применение авиации для тушения лесных пожаров // Пожарная безопасность. – 2009. – № 1. – С. 89–92. Хасанов И. Р., Москвлин Е. А. Авиационные методы тушения лесных по-

- жаров. Крупные пожары: предупреждение и тушение. Материалы XVI научно-практической конференции. – Ч. 2. – М. – 2001. – С. 391–392.
4. Carlson G. P. What's all the talk about class A foam // Fire engineering. – 1991. – V. 144. – No. 10. – P. 10–12. Rochnu R. High expansion foam as a fire break // Wildfire – 1999. – V. 8. – No. 3. – P. 27–30. Rawet D., Smith R., Kravaninis G. A comparison of water additions for mopping up after forest fire // International Journal Wildland Fire. – 1996. – V. 6. – No. 1. – P. 37–43.
  5. Сумцов Ю. А., Киреев А. А., Бабенко А. В. Совершенствование жидкостных средств тушения лесных пожаров // Збірник наукових праць «Пожежна безпека» – Львів: СПОЛОМ. – 2005. – № 6. – С. 29–31.
  6. Кіреєв О. О., Бабенко О. В., Аналіз шляхів підвищення вогнегасної ефективності рідинних засобів пожежогасіння // Проблеми пожежної безпеки. – 2002. – Вып. 11. – С. 101–104.
  7. Киреев А. А. Экспериментальное исследование охлаждающего действия гелеобразующих огнетушащих составов // Проблеми пожежної безпеки, – 2007. вып. 22, – С. 87–93.
  8. Киреев А. А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / А. А. Киреев, А. Н. Коленов // Проблеми пожежної безпеки. – 2008. – вып. 24. – С. 50–53.
  9. Савельев Д. И. Экспериментальные исследования огнепреграждающих свойств лесной подстилки, обработанной пенообразующими системами / Д. И. Савельев, А. А. Киреев, К. В. Жерноклев // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУЦЗУ, – 2016. – Вып. 40. – С. 169–173. Режим доступа: URL: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol40/Saveliev.pdf>.
  10. Савельев Д. И. Повышение эффективности использования гелеобразующих составов при борьбе с низовыми лесными пожарами / Савельев Д. И., Киреев А. А., Жерноклев К. В. // Проблеми пожежної безпеки. – Х.: НУЦЗУ, – 2016. – Вып. 39. – С. 237–242.
  11. Винарский В. С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / В. С. Винарский, М. В. Лурье. – Киев: Техника, – 1975. – 168 с.

## Section 5. Physics

*Barykinsky Gennady Mikhailovich,  
Institute of conceptual studies  
Moscow, Russia  
E-mail: k@genn.ru*

### THE LAW OF SCALING OF FUNDAMENTAL PROPERTIES OF ELEMENTARY PARTICLES

**Abstract:** in this paper proposed for discussion a new law that determines the scaling of the fundamental properties of the electron. Using simple mathematical analysis describes some arising from it, consequences. Focuses on the study of such parameters of the electron as: spatial distribution of zones, in which show their effects of atomic and molecular electromagnetic forces of the electron.

**Keywords:** electron, monopole, structure, charges, forces, scaling.

*Барыкинский Геннадий Михайлович,  
Институт концептуальных исследований  
Москва, Россия  
E-mail: k@genn.ru*

### ЗАКОН МАСШТАБИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

**Аннотация:** в данной работе предложен для обсуждения новый закон, который определяет масштабирование фундаментальных свойств электрона. С помощью несложного математического анализа приводится описание некоторых, вытекающих из него, следствий. Основное внимание сосредоточено на изучении таких параметров электрона как: пространственное распределение зон, в которых проявляют своё действие атомные и молекулярные электромагнитные силы электрона.

**Ключевые слова:** электрон, монополю, структура, заряды, силы, масштабирование.

*Вещей суть познавая,  
Мы обретаем знание.  
А смысл вещей осознавая,  
Мы создаем сознание [1].*

Настоящая статья является второй частью цикла работ под общим названием: The relativity of the fundamental properties of the electron [2].

В завершении первой части цикла отмечено, что генерация электрического и гравитационного полей электрона, очевидно, связана с действием

внутренней энергии электрона  $m_e c^2$ , а все взаимодействия электрона с окружающей средой происходят на внешней стороне поверхности электрона, ограниченной сферой радиуса Комптона  $r_c$ , в результате чего именно на этой поверхности происходят процессы рождения квантов его собственных полей: электрического и гравитационного.

Современные представления физики элементарных частиц, построены на отсутствии какой бы то ни было приемлемой физической модели электрона. Поэтому, необходима модель, которая могла бы адекватно объяснить внутренний мир элементарных частиц, а соответственно и более точно описать наблюдаемые физические взаимодействия этих частиц с окружающей их внешней средой. Нерешенность этой проблемы влечет за собой целый ряд фундаментальных проблем и противоречий, вследствие чего теоретическое описание фундаментальных свойств электрона не в полной мере соответствует существу происходящего. Интересно в этом отношении высказывание авторов работы [3] подчеркивающих актуальность обсуждаемой проблемы: «Несомненно, что выяснение строения элементарных частиц будет представлять собой столь же значительный шаг, как и открытие строения атома и ядра».

Вектор, определяющий направление поиска и развитие идей, связанных с решением столь сложных проблем, задаёт выдающийся физик и философ Niels H. D. Bohr, который неоднократно отмечал, что важно создавать теории как можно более безумные, при этом писал: «решающим является признание следующего основного положения: как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные должны описываться при помощи классических понятий» [4].

В качестве первого и более общего шага в изучении обсуждаемой проблемы целесообразно рассмотреть вопрос: «А существует ли закон согласно которому происходит масштабирование и соответствующее разрушение симметрий, опре-

деляющих мир фундаментальных взаимодействий элементарных частиц?». До сих пор не ясно по какому закону меняются фундаментальные свойства элементарных частиц по мере перемещения в пространстве от их центра к их периферии и далее вплоть до расстояний много больше их собственных размеров. До сих пор не ясно что определяет бытие существования огромного разнообразия объектов во Вселенной, и в частности объектов, обязанных своим существованием действию различных проявлений сил электромагнитного происхождения.

К настоящему времени хорошо известны выражения для целого ряда пространственных характеристик элементарных частиц, например, для электрона таких как: классический радиус  $r_e$ , длина волны Комптона  $\lambda_c$ , радиус орбиты Бора  $r_b$ , длина волны де Бройля  $\lambda_b$  и некоторые другие. Известны также и отдельные связи между этими характеристиками. Несмотря на то, что суть этих и некоторых других параметров требует своего уточнения, хотелось бы, чтобы существовало математическое выражение, проливающее свет на суть и смысл иерархии ступенчатого усложнения существующих форм материи.

Анализ указанных выше и некоторых других математических выражений, описывающих различные пространственные характеристики элементарных частиц  $r_n$  приводит к обобщению, которое соответствует статусу закона масштабирования:

$$r_n = r_k \beta^{2n}, \quad (1)$$

где:  $r_k$  – определяется уравнением:  $\lambda_k = 2\pi r_k$ ,  $\beta$  – знаменатель геометрической прогрессии, определяющийся уравнениями:  $\beta^2 \alpha = 1$  или  $e\beta = q$ ,  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры,  $q$  – внутренний заряд электрона,  $e$  – внешний электрический заряд электрона,  $n$  – квантовое число масштабирования, принимающее целое или полуцелое значение;

Обсуждение некоторых следствий, вытекающих из закона (1).

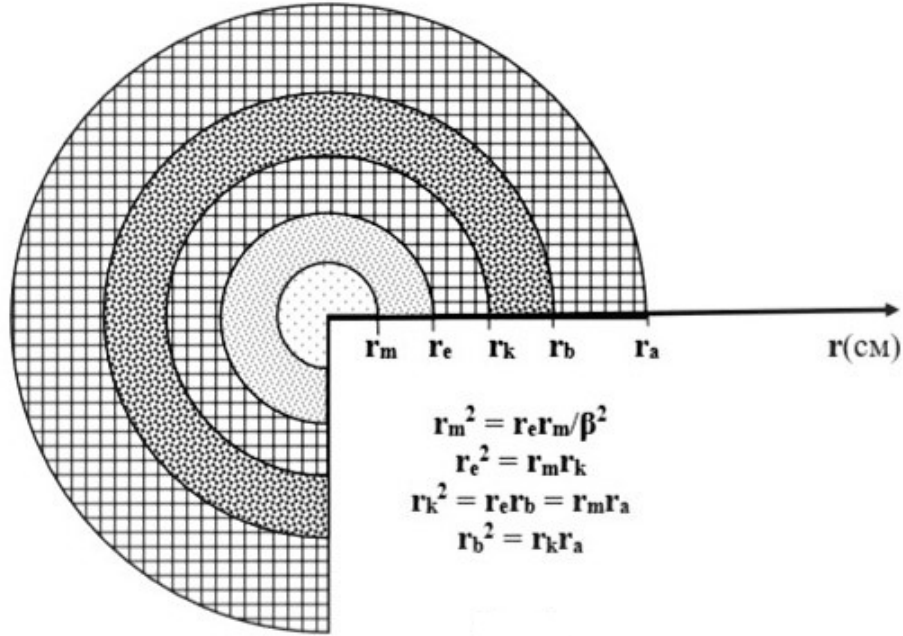


Рисунок 1.

**Первое.** Ниже в таблице № 1 представлены известные параметры пространственных характеристик электрона, полученные из выражения (1). Полное соответствие известным получен-

ных выражений и их значений подтверждает справедливость предложенного выражения для описания закона масштабирования.

Таблица 1.

n	Параметр	(см)	Соответствие параметру
-2	$r_{-2} = r_m = e^4 / m_e c^3 \hbar$	$2,06 \cdot 10^{-15}$	Размер монополя
-1	$r_{-1} = r_e = e^2 / m_e c^2$	$2,82 \cdot 10^{-13}$	Классический радиус электрона
0	$r_0 = r_k = \hbar / m_e c$	$3,86 \cdot 10^{-11}$	Радиус Комптона
1	$r_1 = r_b = \hbar^2 / m_e e^2$	$5,29 \cdot 10^{-9}$	Мин размер атома, радиус Бора
2	$r_2 = r_a = \hbar^3 c / m_e e^4$	$7,25 \cdot 10^{-7}$	Мах размер атома

На (рис. 1) показана сменяемость пространственных зон электрона, в которых, при движении от центра к периферии, происходит изменение сущности его электромагнитных взаимодействий и соответственно возникновение новых периодически усложняющихся форм материи. При этом фундаментально то, что каждая точка соответствующая текущему дискретному пространственному параметру электрона, представляет из себя среднее геометрическое двух соседних, что и представлено уравнениями на (рис. 1). Более

того именно в этих точках и происходит разрушение определенной части предыдущих симметрий.

**Второе.** Пространственное масштабирование электромагнитных сил, в основе которого лежит закон Кулона  $F_{кул} \sim 1/r^2$ , ответственно за распад, казалось бы, простой силы Кулона на остаточные, но более сложные силы, определяющие межатомное и межмолекулярное взаимодействие. Например, такие как:

**Межатомные силы:** дипольные, квадрупольные, ионные, металлические, водородные,

валентные, ковалентные, Ван-дер-ваальса и некоторые другие.

**Межмолекулярные силы:** Ван-дер-ваальса, поляризонные, индукционные, дисперсионные, ориентационные и некоторые другие.

Следует отметить, что и сама электрическая сила, определяемая законом Кулона, также является остаточной, поскольку внешний электрический заряд электрона в  $\beta$  раз меньше внутреннего. По этой причине именно внутренний заряд как более сильный и определяет взаимодействие электрона с внешней вакуумной средой.

В результате пространственного масштабирования фундаментальных свойств электрона

возникают функциональные с высокой специфичностью зоны, при перемещении между которыми начиная от центра происходит поэтапное усложнение создаваемых объектов материи, т.е. образование форм от простых к более сложным, что и показано в таблице № 2. Очевидно, что за образование многих форм ответственность несет не только электрон, а наоборот, в большей степени такие важные частицы такие как протон и нейтрон, поскольку они также структурно построены на электрических зарядах, а соответственно и имеют свои специфичные им зоны масштабирования.

Таблица 2.

Дискретная зона	Примеры специфичности
$r_{-1} - r_{-2} = 2,82 \cdot 10^{-13} - 2,06 \cdot 10^{-15}$	Действие монополя. К-захват. Мюон.
$r_0 - r_{-1} = 3,86 \cdot 10^{-11} - 2,82 \cdot 10^{-13}$	Действие внутренней энергии – $m_e c^2$ .
$r_1 - r_0 = 5,29 \cdot 10^{-9} - 3,86 \cdot 10^{-11}$	Действие заряда $q$ , генерация силовых полей.
$r_2 - r_1 = 7,25 \cdot 10^{-7} - 5,29 \cdot 10^{-9}$	Зона электронных оболочек атомов.
$r_3 - r_2 = 9,93 \cdot 10^{-5} - 7,25 \cdot 10^{-7}$	Молекулы воды, ДНК, вирусы.
$r_4 - r_3 = 1,36 \cdot 10^{-2} - 9,93 \cdot 10^{-5}$	Бактерии, эритроцит, ядро клетки.
$r_5 - r_4 = 1,86 \cdot 10^{-1} - 1,36 \cdot 10^{-2}$	Клетка кожи, крупная бактерия, амёба.
$r_6 - r_5 = 2,55 \cdot 10^1 - 1,86 \cdot 10^{-1}$	Муравей, куриное яйцо.
$r_7 - r_6 = 3,49 \cdot 10^3 - 2,55 \cdot 10^1$	Человек

**Третье.** Запишем выражение для силы, действующей между внутренними зарядами электрона для  $n = 0$  в следующем виде:  $F_{кул} = q^2 / r_0^2$ . Это выражение полностью симметрично по отношению к электрическому  $e$  и магнитному  $\mu$  зарядам электрона. Теперь запишем выражение  $F_{кул}$  для  $n = 1$  и  $-1$ :

$$F_{кул} = q^2 / r_1^2 \beta^2, \text{ при } q^2 / \beta^2 = e^2, \Rightarrow: F_{кул} = e^2 / r_1^2. \quad (2)$$

$$F_{кул} = q^2 \beta^2 / r_{-1}^2, \text{ при } q^2 \beta^2 = \mu^2, \Rightarrow: F_{кул} = \mu^2 / r_{-1}^2. \quad (3)$$

Из (2) и (3) следует, что симметрия внутреннего заряда электрона распалась на классический электрический и магнитный заряды. Исключая из (2) и (3)  $\beta$  и учитывая, что  $q^2 = \hbar c$ , получим:

$$e\mu = \hbar c, \quad (4)$$

В 1931 году Dirac P.A.M., выдвинувший идею о существовании магнитных монополей, получил выражение для квантования электрического заряда в следующем виде [5]:

$$e\mu = (n/2) \hbar c, \quad (5)$$

В расчетах (5) было использовано условие о том, что орбитальный магнитный момент электрона квантуется, однако для нашего случая  $n = 1$ , поскольку для получения (4) в (2) и (3) было рассмотрено только основное состояние, а двойка вообще должна отсутствовать т.к. в расчетах магнитного момента электрона (в рамках современной модели электрона) полная площадь токового листа заматывается полностью при повороте не



на  $2\pi$ , в два раза меньше. Таким образом в нашем случае выражения (4) и (5) совпадают.

**Четвертое.** Интересен результат, получающийся из выражения (1) для случая, когда  $n = -1/2$ :

$$r_{-1/2} = r_k / \beta, \quad (6)$$

Оказывается, что выражение (6) точно совпадает с известным выражением для среднеквадратичного смещения электрона  $r_v$  при взаимодей-

ствии его с полем виртуальных фотонов вакуума [6], при этом автор этой работы рассмотрел это явление методами классической теории. Отметим, что это же явление в научной литературе более известно, как «Лэмбовский сдвиг уровней». В свою очередь добавим, что  $r_v$  также является среднегеометрическим между  $r_k$  и  $r_e$ , т.е.  $r_v^2 = r_k r_e$ .

### Список литературы:

1. Barykinsky G. M. / Вселенная сознания и картина мира // Mat. "The VII Russian philosophical Congress", 6–10 oct., – 2015. Ufa, – 2015. – v. 2. – 117 p.
2. Barykinsky G. M. / The relativity of the fundamental properties of the electron // The European Journal of Technical and Natural Sciences, Vienna. – 2017. – No. 2. – 62 p.
3. Арбузов Б. А., Логунов А. А. // УФН, ноябрь – 1977.
4. Бор Н. // Избранные научные труды, – М. Наука, – 1989. – т. 2. – С. 406, 556.
5. Dirac P. A. M. // Proc. R. Soc., – 1931. – v. A, – 133. – 60 p.
6. Вельтон Т. // Сдвиг уровней атомных электронов., сб. под ред. Иваненко Д. Д. – Москва, – 1950.

# Contents

<b>Section 1. Architecture</b> .....	<b>3</b>
<i>Knysh Valerii Ivanovych</i> TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF ARCHITECTURE OF MULTI-APARTMENT HOUSING IN THE DYNAMICS OF CHANGE IN DEMAND FOR THE MODERN REAL ESTATE MARKET OF UKRAINE .....	3
<i>Storozhuk Svetlana Sergeevna</i> METHODICAL ASPECTS OF ESTIMATION OF FACTORS OF INFLUENCE ON REORGANIZATION OF DEPRESSIVE ECONOMIC AREAS.....	7
<b>Section 2. Information technology</b> .....	<b>12</b>
<i>Koshkina Ksenia Valeryevna, Akhmetshin Dinar Agzyamovich, Nuriev Nail Kashapovich</i> ENTWICKLUNG VON SIMULATIONSMODELLEN VON PÄDAGOGISCHEN TESTS.....	12
<b>Section 3. Mechanics</b> .....	<b>20</b>
<i>Klimov S. V., Nikolayev V. A., Klimov V. S.</i> EFFICIENCY OF TRANSFORMATION FOR INERTIAL FORCES OF ROTATING WITH VARIABLE ANGULAR VELOCITY OF UNBALANCED MASSES INTO KINETIC TRANSLATIONAL ENERGY OF THE SUPPORTING BODY .....	20
<b>Section 4. Technical science</b> .....	<b>27</b>
<i>Taimanov Mikhail Alexandrovich, Lavirko Yuri Vasilevich</i> REDUCTION IN EMISSIONS OF NITROGEN OXIDES ENERGY BOILERS.....	27
<i>Saveliev Dmytro Igorevich, Khrystych Olena Valeryevna, Kirieiev Oleksandr Aleksandrovich</i> BINARY FIRE-EXTINGUISHING SYSTEMS WITH SEPARATE APPLICATION AS THE MOST RELEVANT SYSTEMS OF FOREST FIRE SUPPRESSION .....	31
<b>Section 5. Physics</b> .....	<b>37</b>
<i>Barykinsky Gennady Mikhailovich</i> THE LAW OF SCALING OF FUNDAMENTAL PROPERTIES OF ELEMENTARY PARTICLES .....	37