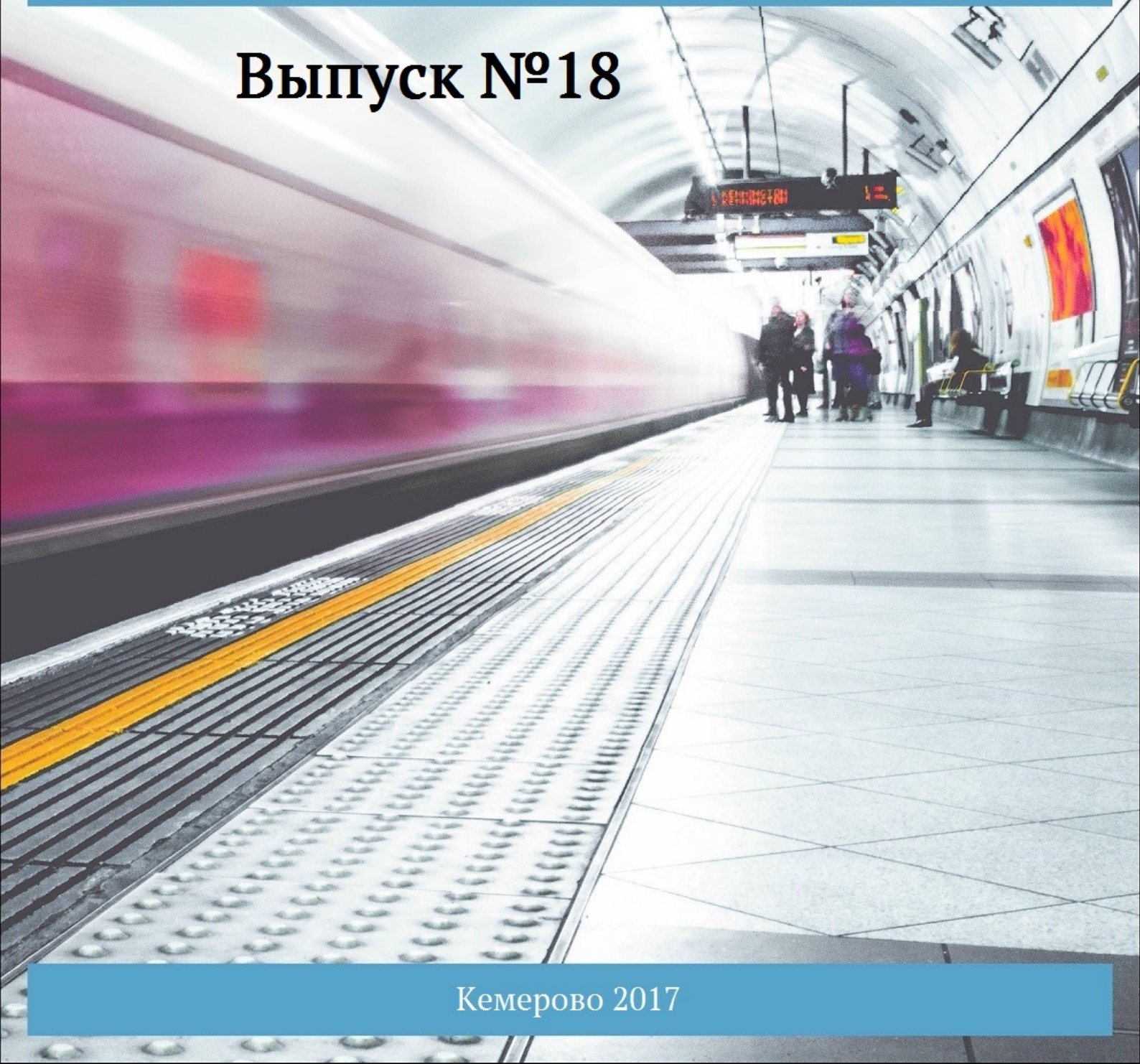
ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на www.t-nauka.ru

ISSN 2500-1132 Издательский дом "Плутон" www.idpluton.ru

Выпуск №18



Кемерово 2017

11 декабря 2017 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISSN 2500-1140
УДК 378.001
Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на www.t-nauka.ru
За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала.

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей.

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении.

Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета.

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими.

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент кандидат технических наук, Московский политехнический университет.

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 11.12.2017 г.
Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 300.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. РЕЗУЛТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОТИНЫ НА Р.АЛИНДЖАЧАЙ ДЖУЛЬФИНСКОГО РАЙОН…..……..….2
Абилов Р.С.
2. РАЗВИТИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ. КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПОМОГАЕТ ЛЮДЯМ……..5
Исаев Сергей Дмитриевич, Алтынбаев Ильдар Рякибович, Тверская Софья Юрьевна
3. СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЁННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С МЕДЛЕННО ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ЯДРАМИ И ИХ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ……..……..……..…….....7
Туйчиев Олим Джураевич
4. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ НАНОСПУТНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LI-ION СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ…….…….13
Жадренова Айгерим Мерхатовна
5. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ФОРМАТОВ ……..…….17
Патраль Альберт Владимирович

Абилов Рашад Саффан оглы
докторант, научной сотрудник, лаборатория «Источники альтернативные энергии и малые электрические станции», Азербайджанский Научно-Исследовательский и Проектно-Изыскательный Институт Энергетике, Баку, Азербайджан
Abilov Rashad Saffan oglu
Doctoral student, researcher, laboratory of "alternative energy sources and small power stations" Azerbaijan Scientific-Research and Design Institute of Surveying Energy, Baku, Azerbaijan
E-mail: abilov.rashad54@mail.ru

УДК 626.627.1

РЕЗУЛТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОТИНЫ НА Р.АЛИНДЖАЧАЙ ДЖУЛЬФИНСКОГО РАЙОНА

RESULTS INVESTIGATION OF SEPARATE ELEMENTS OF THE WEB AT R. ALINDZHACHIJ OF JULIFINSK DISTRICT

Аннотации: В статье рассмотрено вопросы проекта взрывонабросной плотины на р.Алинджачай Джульфинского района. На основным выполненных работу, будет ли водохранилище использовано в дальнейшем, как ирригационное, или как против паводковое, необходимо создать против паводковый водосброс до взрыва или, по крайней мере, до прохождения паводка. При заданном гранулометрическом составе навала необходимо дополнительное крепление низового откоса от размыва фильтрационным потоком. Созданию навала должны предшествовать работы по устройству водосброса открытого типа на правом берегу. Согласно выполненным расчетам средний коэффициент фильтрации навала определен Кф=790 м/сут. Пористость материала навала принята 0,29.

Annotations: The article deals with the project of a blast-dam dam on the Alindjachay river of the Djulfa district. The main work performed, whether the reservoir will be used in the future, as irrigation, or as against flood, it is necessary to create a flood spillway before the explosion or, at least, before the passage of the flood. With a given granulometric composition of the bulk, additional anchoring of the bottom slope from erosion by the filtration flow is necessary. The creation of the bulk should be preceded by the work on the arrangement of an open spillway on the right bank. According to the calculations, the average filter coefficient of the bulk is K_f = 790 m / day. The porosity of the bulk material is taken as 0.29.

Ключевые слова: плотины, сооружение, берегу, фильтрационных расход, откос, водосбросное сооружении, навал, русла.

Key words: dams, construction, shore, filtration flow, escarpment, spillway structure, bulk, channel.

Створ плотины располагается на реке Алинджачай, северо-восточнее с.Казанчи в 50 км от г.Нахичевани и в 30 км от г.Джульфы. От створа плотины до с.Казанчи имеется грунтовый участок дороги длиной 3 км, который соединяет с.Казанчи с асфальтовой дорогой, ведущей в г.Джульфу [1].

На участке створа р.Алинджачай протекает в узкой долине с высокими и крутыми берегами. Основание плотины и оба его примыкания сложены плиоценовыми экструзивными породами выраженными диоритовыми отложениями [1].

Состав сооружений против паводковой плотины.

В состав сооружений входят плотина, возводимая направленным взрывом на сброс с последующей досыпкой ее до проектного профиля, катастрофического водосброса на правом берегу и эксплуатационного водовыпуска в теле плотины, в левобережным её примыкании.

В процессе составления проектной документации рассматривалось 3 варианта водосбросных сооружений совмещенный, тоннельного типа, где пропуск паводковых вод и эксплуатационные расходы осуществляются по одному тракту, расположенному на правом берегу водохранилища, вариант паводкового водосброса траншейного типа на правом берегу и эксплуатационный водовыпуск в теле плотины, в левобережном ее примыкании с колодцем управления задвижками в нижнем бьефе.

Плотина.

Запроектирована симметричного профиля с заложением верхового и низового откосов m=2,5. Высота плотины 52,0 м, ширина по гребню 10,0 м, максимальная ширина по основанию в русловой части 270,0 м. Основной объем тела плотины 400 тыс.м^3 возводится направленным взрывом, досыпка плотины до проектного профиля производится обычным способом, с послойной обсыпкой и укаткой [1].

Величина коэффициента фильтрации навала определялась по кривой гранулометрического состава в соответствии [2;3].

Согласно выполненным расчетам средний коэффициент фильтрации навала определен Кф=790 м/сут. Пористость материала навала принята 0,29.

Гранулометрического состав руслового аллювия принят по аналогу русловых отложений в створе Папанского гидроузла на р.Ак-Бура в Киргизской Республики.

На основании вышеизложенных данных проверены суффозионные свойства навала и грунтов основания. Расчет выполнен по методике приведенной в "Руководстве по расчетам фильтрационной прочности плотин из грунтовых материалов, СНиП II-12-73. В результате расчетов установлено, что суффозионная прочность навала, грунтов основания и руслового аллювия обеспечена [4].

Фильтрационный расход через тело плотины и основание определился при следующих коэффициентах фильтрации: навала $К_ф$=700 м/сут., руслового аллювия 100 м/сут., не разрушенного взрывом скального грунта 2,1 м/сут.

Через навал возможна значительная фильтрация до 5м^3/сек. При таком расходе будет происходить смыв камней с низового откоса навала. Поэтому его необходимо закрепить однородным камнем с d_{50}≥0,2м.

В случае, если сбросное сооружение не будет построено до устройства навала, строительный расход расчетной 10% обеспеченности равный 90 м^3/сек перельется через его гребень. В этом случае для предотвращения размыва навала, необходимо выполнить следующие мероприятия: понизить на 1,5 м гребень навала, низовой откос и гребень укрепить однородным камнем с d_{50}≥1,0м.

Если в дальнейшем водохранилище будет использоваться как ирригационное, то необходимо устройство экрана из суглинистого материала. Порядок его возведения следующий: до отметки мертвого объема экран возводится отсыпкой грунта в воду пионерным способом, выше-послойной отсыпкой и укаткой. В случае небольшой фильтрации через наброску, возможен также замыв верхового откоса разно фракционным дресвяное щебенистым грунтом с суглинистым или супесчаным заполнителем.

Кроме фильтрационных расчетов по плотине, в проекте выполнен расчет по определению превышения гребня плотины над НПУ.

Расчет производился на основании СНиП 2.06.04-82 "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов), в результате расчетов общее превышение гребня плотины над отметкой НПУ равно 3,5м [2].

НПУ-1430 м

Глубина в верхнем бьефе при НПУ-d=48 м

Класс капитальности - III

Скорость ветра $v_w = 28\frac{м}{с}$ (5% обеспеченности)

Непрерывная продолжительность ветра t=6 ч

Длина разгона волны L=2,7 км

Расчетная сейсмичность 8 баллов

Средний диаметр зерен $r = 0{,}34\,м;$

Отметка гребня плотины $h_{гр} = h_{run\,1\%} + \Delta h_{set} + \Delta h_c + a$, где Δh_{set}- высота ветрового нагона м;$h_{run\,1\%}$- высота наката на откос волн обеспеченности 1% по накату м; $\Delta h_c - высота\ гравитационной\ волны$, возникающий от сеймического воздействия; а-запас по высоте плотины принят 0,5 м [2].

$h_{run\,1\%} = к_r . к_p . к_{sp} . к_{run} . h_{1\%}$, где$к_p = 0{,}5; к_r = 0{,}7$ [1;3;4] принимаются в зависимости от относительной шероховатости $\frac{r}{h_{1\%}} = \frac{0{,}34}{1{,}84} = 0{,}18$, где $h_{1\%}$ -высота бегущей волны обеспеченностью 1% определяется следующим образом: по значениям безразмерных величин $\frac{¿}{\upsilon_W} = \frac{9{,}81.6.3600}{28}$ =7567,7;

$u\frac{gL}{\upsilon_W^2}=\frac{9{,}81.2700}{28^2}=34$;

и верхний огибающий кривой определяем значения $\frac{g\acute{h}_d}{\upsilon_W^2}$=0,011 и$\frac{g\acute{T}}{\upsilon_W}=1{,}2$ [1] по меньшим их величинам, тогда средная высота $\acute{h}_d=\frac{0{,}011\upsilon_W^2}{g}=\frac{0{,}011.28^2}{9{,}81}0{,}879\,м$, средний период волн $\acute{T}$ = $\frac{1{,}2\upsilon_W}{g}=\frac{1{,}2.28}{9{,}81}$=3,43с. Расчет велся в предположение глубоководной зоны, т.е. что d>0,5λ_d,среднюю длину волн λ_d находим по формуле [1]. $\acute{\lambda}_d=\frac{g\acute{T}^2}{2\pi}=\frac{9{,}81.3{,}43^2}{2.3{,}14}=18{,}38\,м, т.е\ условие\ d>0{,}5d$ 48>0,5.18,38 удовлетворяется;$h_{1\%}=h_d.\kappa_\iota=0{,}879.2{,}1=1{,}84\,м, где\ \kappa_\iota$ принят по граф .рис 2[1] прилож. 1.κ_{sp}=1,3;табл.7[1] ;$\kappa_{run}=1{,}31$ график рис.10 [1].;$h_{run\,1\%}=0{,}7.0{,}5.1{,}31.1{,}84=1{,}1\,м$.

Высоту ветрового нагона Δh_{set} определяем методом последовательных приближений по формуле [1] $\Delta h_{set}=\kappa_W\frac{\upsilon_{WL}}{g(d+\Delta h_{set})}\cos\alpha_W$, где α_W -угол между продольной осью водоема и направлением ветра,$\alpha_W=0^0$; L- разгон, м L=2700,$K_W-коэффициент\ принимаемый\ по\ таблице$ [1] стр.29,$k_W=3{,}0.10^{-6}$

$\Delta h_{set}=3.10^{-6}\frac{28^2 2700}{g(d+\Delta h_{set})}=\frac{0{,}647}{(48+\Delta h_{set})}$;$\Delta h_{set}=0{,}0135\,м$.

Высота гравитационной волны , возникающей от сейсмического воздействия

Δh_c=0,5$\kappa_c T_\iota\sqrt{gH}$ ([2] .формула 17) ;$\kappa_c=0{,}05$принят по табл.2[2]

T_ι- преобладающий период сейсмических колебаний ложа водохранилища T_ι=¿1с.[2] ; $\Delta h_c=0{,}5.0{,}05.1\sqrt{9{,}81.48}$ =0,54м ; $h_{гр}=1{,}1+0{,}0135+0{,}54+0{,}5=2{,}15$м;

Принято в проекте $h_{гр}=3{,}5\,м$;

Отметка гребня плотины $\Delta_{гр}=1430+3{,}5=1433{,}5$ м.

Библиографический список:

1. Абилов Р.С. Рроектирование и строительство малых ГЭС «Астара-1» на р. Истису, Наука Техника и Образовании РИНС. №4 (34), с.27…30, М.:2017.

2. Проект взрывонабросной по защите сельскохозяйственных угодий Джульфинского района Нахичиванской АССР от поводковых вод р.Алинджачай, Гидротехнический част, М.: 1984.

3. СНиП 2.06.04-82-Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).

4. СНиП II А.12-69-Строительство в сейсмических районах.

5. СНиП II -53-73-Плотины из грунтовых материалов.

Исаев Сергей Дмитриевич
Isaev Sergej Dmitrievich
студент 2 курса, специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» «Пензенский государственный университет»

Алтынбаев Ильдар Рякибович
Altynbaev Il'dar Rjakibovich
студент 2 курса, специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» «Пензенский государственный университет»

Тверская Софья Юрьевна
Tverskaja Sof'ja Jur'evna
студент 2 курса, специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» «Пензенский государственный университет»

УДК 004.032.2

РАЗВИТИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ. КАК ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ПОМОГАЕТ ЛЮДЯМ

THE DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORKS. HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS HELPING PEOPLE

Аннотация: в статье рассмотрены этапы становления и развития нейронных сетей, анализируются, некоторые, наиболее актуальные, сферы применения нейронных сетей.

Abstract: the article describes the stages of Stanley and the development of neuron networks, are analyzed, some of the most relevant, the scope of application of neuron networks.

Ключевые слова: нейронная сеть, искусственный интеллект, алгоритм.

Keywords: neural network, artificial intelligence, algorithm.

Нейронные сети в последнее время получили широкую популярность почти в каждой сфере деятельность. Однако путь развития нейросетей составляет более 70 лет. Внедрение алгоритмов искусственного интеллекта оптимизировало производство, сократило время, потраченное на обработку данных, увеличило продажи и это еще не все.

Первые упоминания о нейронных сетях появились еще в первой половине XX века, когда в 1943году Уорреном Маккалоком и Уолтером Питтсом были разработаны ячейки формальной сети.

Вторым этапов в развитии искусственного интеллекта следует считать разработку Фрэнка Розенблатта в 1958 году первой нейронной сети – персептрон – устройство моделирующее процесс человеческого восприятия [1, 36].

Далее процесс развития нейронных сетей был приостановлен и дальнейшее свое развитие получил в 1990 и 2010 году.

Достижениями этого периода можно считать создание первого нейрокомпьютера «Марк-1», который способен был различать некоторые буквы английского алфавита. Несмотря на свою простату, устройство способно было распознавать объекты в двухмерном пространстве [1, 42].

На сегодняшний день нейронные сети прочно вошли в жизнь почти каждого современного человека. Это связанно с множественными разработками 2016 года: создание приложения Prisma, разработка видеосервиса MSQRD, выпуск фотосервиса Mlvch.

О том, какую реальную пользу людям и в каких масштабах способны принести нейронные сети, поговорим ниже.

Нейронные сети – это машинное обучение. Сходство нейронных сетей проводится с нервной системой человека. Особенность нейронных сетей сводится к возможности самостоятельно обучаться и действовать на основании предыдущего опыта, совершая с каждым разом все меньше ошибок.

Сферы возможного применения – мониторинг, прогнозирование, распознавание объектов, принятие определенных решений.

Бизнес. Во время активного роста малого и среднего бизнеса ни один бухгалтер не обходится без программы 1С. Какая связь между так называемым инструментом искусственного интеллекта и системой ведения бухгалтерского учета? Нейронная сеть, являясь функцией с произвольным числом входов и выходов, способна решить сразу несколько задач: спрогнозирует бюджет на следующий год с учетом некоторых факторов, определит возможность предоставления контрагенту отсрочки платежа, распределит товар по группам [2, 62].

Сельское хозяйство. На сегодняшний день известно несколько случает эффективного применения нейронных сетей в сельском хозяйстве. Так, в 2016 году редакция корпоративного блога Google разместила на сайте материал о японце по имени Макото Койке, который использует систему искусственного интеллекта для сортировки огурцов для дальнейшей продажи [3]. Поскольку в Японии высокую цену, среди остальных, имеют крупные и прямые огурцы, то целью японца было создать систему, способную распознавать и делить по классам представленные объекты. Койке взял за основу алгоритм, разработанный Google.

Известен также случай результативного применения алгоритма, разработанного Microsoft, искусственного разума для определения оптимального времени посева в Индии [4]. Смысл данной разработки заключается в том, что приложение следит за состоянием почвы и путем отправления смс-сообщения, уведомляет о необходимости посева. Количество урожая увеличилось на 30-40%.

Транспорт. Беспилотные автомобили – это наше будущее, над созданием которого работаю крупные компании по всему миру. Прогнозируется создание такого автомобиля к 2025 году. Но многие аспекты разработаны более 20 лет назад. В 1996 году фирмой «Accurate Automation» был создан экспериментальный самолет-разведчик, который использовал нейронные сети, способные обучаться поведению летчика [5]. Это позволяло автопилоту приходить на помощь летчику в экстремальных и аварийных ситуациях. Автомобиль, который разрабатывается сегодня, собирает информацию о пассажире. На основании полученных данных подбирает климат в салоне, определяет подходящую музыку. Прогнозируемый автопилотный автомобиль также обладает способностью принимать мгновенное решение в аварийной или экстремальной ситуации на дороге.

Нейронные сети – это наше недооценённое прошлое и наше современное будущее. Перспективы в развитие позволят человечеству решить многие существующие проблемы. И пусть реакция людей на это счет неоднозначная, ну нужно понимать, что в кооперации с искусственным интеллектом можно достичь больших результатов, чем в конфронтации.

Библиографический список:

1. Цой Ю.Р. Эволюционный подход к настройке и обучению искусственных нейронных сетей / Ю.Р. Цой, В.Г. Спицин // Нейроинформатика. – 2006. – Т. 1. - №1.- С. 34 - 61.

2. Филиппов О. Использование нейронных сетей / О. Филлипов // Системный администратор. – 2016. - № 9. – С. 62-65.

3. Инновации в технологии обработки данных и машинного обучения. [Электронный ресурс]// URL https://cloud.google.com/blog/big-data/2016/08/how-a (дата обращения 03.12.2017).

4. Как искусственный интеллект помогает в бизнесе и жизни [Электронный ресурс]// URL https://blog.dti.team/nejroseti/ (дата обращения 03.12.2017).

5. Моделирование динамики яркостной температуры земли методом инвариантного погружения и нейронных сетей [Электронный ресурс]// URL https://referat.ru/referat/modelirovanie-dinamiki-yarkostnoy-temperatury-zemli-metodom-invariantnogo-pogrujeniya-i-neyronnyh-setey-533117/9 (дата обращения 03.12.2017).

Туйчиев Олим Джураевич
кандидат физика математический наук, доцент кафедры Алгебра и геометрии ХГУ имени академика Б. Гафурова
Tuychiev Olim Djuraevich
the candidate of physics and mathematical science, the assistant professor in the Algebra and geometry' department in Khujand State University named after academic Bobojon Gafurov
E-mail: tuychievolim67@mail.ru

УДК 517.968

СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЁННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ С МЕДЛЕННО ИЗМЕНЯЮЩИМИСЯ ЯДРАМИ И ИХ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ

SINGULAR AND OUTRAGED INTEGRAL EQUATION WITH SLOWLY CHANGEABLE GERM AND THEIR REGULARITY

Аннотация: В статье рассматривается интегральная уравнения с медленно изменяющимися ядрами и развитие соответствующей алгоритма асимптотических решений.
Abstract: Integral equation with slowly changeable germs and development of corresponding to algorithm asymptotic solutions are reviewed in this article.
Ключевые слова: Сингулярное возмущение, интегро-дифференциальное уравнение, регуляризация, асимптотический анализ.
Key words: a singular and outraged, Integra-differential equation, regulariy, asymptotic analysis

В своих работах, посвященных сингулярно возмущенным уравнениям, С. А. Ломов значительное внимание уделяет проблеме выделения существенно особых сингулярностей, индуцируемых особой точкой $\varepsilon=0$ в решениях нерегулярно возмущенных задач (см. например, [1]). Он называет эту проблему центральной, так как от нее зависит тип регуляризации и конструкция соответствующего алгоритма асимптотических решений. В дифференциальных задачах типа

$$\varepsilon\frac{dy}{dt}=A(t)y+h(t),\ \ y(0,\varepsilon)=y^0,\ \ \forall t\in[0,T] \tag{1.1}$$

структура существенно особых сингулярностей достаточно ясна. Она диктуется в основном поведением спектра $\{\lambda_j(t)\}$ предельного оператора $A(t)$ при изменении независимой переменной на отрезке $[0,T]$. Если спектр стабилен, т.е. если выполнены условия

1) $\lambda_i(t)\neq 0,\ i=\overline{1,n}\ \ (\forall t\in[0,T])$;

2) $\lambda_i(t)\neq\lambda_j(t),\ \ i\neq j,\ \ \forall t\in[0,T]\ \ i,j=\overline{1,n}$,

то существенно особые сингулярности описываются экспонентами

$$\gamma_i(t)=\exp\left\{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\lambda_j(\theta)d\theta\right\},$$

индуцируемыми спектром $\{\lambda_i(t)\}$ (см.[1]). Если условия стабильности нарушены (например, если $\lambda_1(t)=(t-t_0)^r l_1(t),\ l_1(t)<0,\ t_0\in[0,T]$), то в описании сингулярностей участвуют не только экспоненты $\gamma_i(t)$, порождаемые спектром, но и некоторые спецфункции, в которых снова участвует спектр (см. [1]). Создается впечатление, что для идентификации сингулярностей достаточно знать только спектр. Однако это не так. Существуют многочисленные примеры сингулярно возмущенных задач , в которых спектр слабо влияет на формирование сингулярностей (см., например,[1]). И уже совсем не ясно, что отвечает за сингулярности в задачах без спектра. Таковой, например, является интегральная система

$$\varepsilon\, y(t,\varepsilon)=\int_0^t K(t,s)y(s,\varepsilon)ds+h(t),\ \ t\in[0,T] \tag{1.2}$$

с непрерывным ядром $K(t,s)$, если ее рассматривать в пространстве $C[0,T]$. Соответствующая спектральная задача

$$\int_0^t K(t,s)\bar{y}(s)ds=\lambda\, y(t) \tag{1.3}$$

при любом $\lambda\in C$ имеет только тривиальное решение $\bar{y}(t)\equiv 0$, и поэтому предельный оператор системы (1.2) не имеет спектра. Тем не менее решение системы (1.2) содержит существенно особые сингулярности, индуцируемые точкой $\varepsilon=0$. Это можно обнаружить, рассматривая простейшие примеры интегральных уравнений, допускающих построение точных решения. На этот же факт указывают исследования школы М.И. Иманалиева (см., например, [2]).

Какие же критерии можно положить в основу описания сингулярностей в задачах без спектра? Вряд ли можно дать исчерпывающий ответ на этот вопрос. На наш взгляд, каждая задача без спектра порождает свой тип сингулярностей. Однако для интегральных систем с медленно изменяющимися ядрами эту проблему можно свести к хорошо изученной проблеме выделения сингулярностей в интегро-дифференциальных системах. Подробное изложение этой идеи мы собираемся продемонстрировать ниже. Хотелось бы обратить внимание еще на одно обстоятельство. Известно, что уравнения первого рода, каковым является уравнение (1.3), часто оказываются некорректно разрешимыми (см. [1]). Поскольку интегральные уравнения типа (1.2) всегда однозначно разрешимы (например, в случае непрерывных $K(t,s)$ и $h(t)$ при $\varepsilon\neq 0$, то, изучив предельный переход $y(t,\varepsilon)\to y(t)$ при $\varepsilon\to+0$, можно высказать определенную информацию о приближенном решении системы (1.3).

Выделение существенно особых сингулярностей. Регуляризация задачи (1.2)

Будем предполагать, что в системе (1.2) вектор–функции $y(t)$ и $h(t)$ принадлежат комплексному пространству C^n (при каждом $t\in[0,T]$) и что $K(t,s)\equiv(k_{ij})-$ комплексная $(n\times n)$-матрица. Будем, кроме того, предполагать, что выполнены обычные условия гладкости:

3) $h(t)\in C^\infty([0,T],C^n)$, $k_{ij}(t,s)\in C^\infty(G,C^1)$,

где $G=\{(s,t):0\le s\le t\le T\}$, $j=\overline{1,n}$.

Мы не знаем, какие сингулярности содержит решение $y(t,\varepsilon)$ системы (1.2). Однако опыт, приобретенный с помощью метода регуляризации, подсказывает, что естественно выделять сингулярности в виде экспонент $e^{\frac{\psi_j(t)}{\varepsilon}}$, где $\psi_j(t)=\int_0^t \lambda_j(\theta)d\theta$, $j=\overline{1,n}$. Здесь пока не известны функции $\lambda_j(t)$. Ранее критерием их выбора была нетривиальная разрешимость некоторой спектральной задачи $[\lambda_j(t)I-A(t)]y(t)=0$. Но именно этой задачи мы не знаем. Попробуем ее получить, считая, что уже произведена регуляризация

$$\tau_j=\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \lambda_j(\theta)d\theta,\ \ j=\overline{1,n}. \tag{1.4}$$

Мы получим сначала неполную «расширенную» задачу

$$\varepsilon\,\tilde{y}(t,\tau,\varepsilon)=\int_0^t K(t,s)\tilde{y}\left(s,\frac{\psi(s)}{\varepsilon},\varepsilon\right)ds+h(t) \tag{1.5}$$

(неполную в том смысле, что в (1.5) не произведена регуляризация интегрального члена (1.5)). Для полной регуляризации вводим пространство

$$U=\left\{y(t,\tau):\ y=\sum_{j=1}^n y_j(t)e^{\tau_j}+y_0(t),\right.$$
$$\left. y_j(t)\in C^\infty([0,T],C^n),\ \ j=\overline{0,n}\right\}$$

и определяем формальное решение системы (1.5) в виде ряда

$$y(t,\tau,\varepsilon)=\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k y_k(t,\tau) \tag{1.6}$$

$$y(t,\tau,\varepsilon)=\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k y_k(t,\tau) \tag{1.6}$$

с коэффициентами $y_k(t,\tau)\in U.$ Поставляя ряд (1.6) в (1.5), будем иметь

$$\varepsilon\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k y_k(t,\tau)=\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k\int_0^t K(t,s)y_k(s,\frac{\psi(s)}{\varepsilon})ds+h(t). \tag{1.7}$$

Регуляризация системы (1.2) будет полностью произведена, если в (1.7) интегральный член будет представлен формальным степенным рядом по ε:

$$\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k z_k\left(t,\frac{\psi}{\varepsilon}\right),$$

где коэффициенты $z_k(t,\tau)\in U.$ Для построения такого ряда надо многократно применить операцию интегрирования по частям. Поскольку все $y_k(t,\tau)$ принадлежат пространству U, то надо лишь показать, как интегрирование по частям позволяет получать формальный ряд по степеням ε при действии интегрального оператора на конкретную функцию $y(t,\tau)$ пространства U. Имеем

$$\int_0^t K(t,s)y(s,\frac{\psi(s)}{\varepsilon})ds= \quad =\sum_{k=-1}^{\infty}\int_0^t K(t,s)y(s)e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta}ds+\int_0^t K(t,s)y_0(s)ds. \tag{1.8}$$

Предполагая, что все $\lambda_j(t)\neq 0\ (\forall t\in[0,T])$, произведем интегрирование по частям в стоящих здесь интегралах

$$J_j(t,\varepsilon)=\int_0^t K(t,s)y_j(s)e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta},\ j=\overline{1,n}.$$

Имеем

$$J_j(t,\varepsilon)=\varepsilon\int_0^t\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}de^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta}=$$

$$=\varepsilon\left[\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta}\Big|_{s=0}^{s=t}-\int_0^t\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right)e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta}ds\right]=$$

$$=\varepsilon\left[\frac{K(t,t)y_j(t)}{\lambda_j(t)}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\lambda_j(\theta)d\theta}-\frac{K(t,0)y_j(0)}{\lambda_j(0)}\right]-$$

$$-\varepsilon\int_0^t\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right)e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s\lambda_j(\theta)d\theta}ds.$$

Ту же операцию производим в последнем интеграле:

$$\int_0^t \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} ds =$$

$$= \varepsilon \int_0^t \frac{1}{\lambda_j(s)}\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) de^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} =$$

$$= \varepsilon\left[\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)} e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta}\Big|_{s=0}^{s=t} - \int_0^t \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} ds\right] =$$

$$= \varepsilon\left[\frac{K(t,t)y_j(t)}{\lambda_j(t)} e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t \lambda_j(\theta)d\theta} - \frac{K(t,0)y_j(0)}{\lambda_j(0)}\right] -$$

$$-\varepsilon \int_0^t \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} ds.$$

Ту же операцию производим в последнем интеграле:

$$\int_0^t \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} ds =$$

$$= \varepsilon \left\{ \frac{1}{\lambda_j(s)}\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta}\Big|_{s=0}^{s=t} - ¿¿¿ \right.$$

$$\left. - \int_0^t \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{1}{\lambda_j(s)}\frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{K(t,s)y_j(s)}{\lambda_j(s)}\right)\right) e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^s \lambda_j(\theta)d\theta} ds \right\}.$$

Этот процесс можно повторить многократно и получить для интеграла $J_j(t,\varepsilon)$ разложение по степеням ε. Чтобы записать этот ряд, введем операторы

$$I_j^0=\frac{1}{\lambda_j(s)}\circ,\quad I_j^1=\frac{1}{\lambda_j(s)}\frac{\partial}{\partial s}I_j^0,\ldots\ldots,$$
$$I_j^m=\frac{1}{\lambda_j(s)}\frac{\partial}{\partial s}I_j^{m-1}\ (m=1,\ 2,\ldots).\tag{1.9}$$

Тогда упомянутое разложение интеграла $J_j(t,\varepsilon)$ в ряд по степеням ε запишется в виде

$$J_j(t,\varepsilon)=\sum_{m=0}^{\infty}(-1)^m\varepsilon^{m+1}\Big\{\big(I_j^mK(t,s)y_j(s)\big)_{s=t}e^{\frac{1}{\varepsilon}\int_0^t\lambda_j(\theta)d\theta}-$$
$$-\big(I_j^mK(t,s)y_j(s)\big)_{s=0}\Big\}.\tag{1.10}$$

Нетрудно показать, что при выполнении условий 1) и 3), а также условия

$$4)\operatorname{Re}\lambda_j(t)\le 0,\ j=\overline{1,n},\ \forall t\in[0,T]$$

ряд (1.10) сходится асимптотически (при $\varepsilon\to+0$) к интегралу $I_j(t,\varepsilon)$ равномерно по $t\in[0,T]$. Это означает (см. [1]), что интегральный оператор системы (1.2) асимптотически инвариантен относительно класса $U\Big|_{\tau=\frac{\psi(t)}{\varepsilon}}$. Если мы заменим в (1.10) и в (1.7) интегралы $\frac{\psi(t)}{\varepsilon}$ на τ_j, то вместо (1.7) получим систему

$$\varepsilon\,\tilde{y}(t,\tau,\varepsilon)=\sum_{k=-1}^{\infty}\sum_{m=0}^{\infty}\varepsilon^{k+m+1}\sum_{j=1}^{n}(-1)^m[\big(I_j^m\big(K(t,s)y_j^{(k)}(s)\big)_{s=t}e^{\tau_j}-$$
$$-\ \big(I_j^m\,K\,(t,s)\,y_j^{(k)}(s)\big)_{s=0}]\ +\sum_{k=-1}^{\infty}\varepsilon^k\int_0^t K(t,s)y_0^{(k)}(s)ds+h(t)\tag{1.11}$$

где $\tilde{y}(t,\tau,\varepsilon)$ суть формальный ряд (1.6) с коэффициентами

$$y_k(t,\tau)=\sum_{j=1}^{n}y_j^{(k)}(t)e^{\tau_j}+y_0^{(k)}(t)\in U.$$

Приравнивая в (1.11) отдельно коэффициенты при ε^{-1} и при ε^0, получим системы

$$\int_0^t K(t,s)y_0^{(-1)}(s)ds=0,$$

$$y_0^{(-1)}(t)+\sum_{j=1}^{n}y_j^{(-1)}(t)e^{\tau_j}=$$
$$=\sum_{j=1}^{n}[\big(I_j^0K(t,s)y_j^{(-1)}(s)\big)_{s=t}e^{\tau_j}-\big(I_j^0K(t,s)y_j^{(-1)}(s)\big)_{s=0}]+$$
$$+\ h(t)+\int_0^t K(t,s)y_0^{(0)}(s)ds,$$

которые, в свою очередь, распадаются на системы

$$\int_0^t K(t,s)y_0^{(-1)}(s)ds=0,\tag{1.12}$$

$$y_j^{(-1)}(t)-\frac{K(t,t)}{\lambda_j(t)}y_j^{(-1)}(t)=0,\ j=\overline{1,n};\tag{1.13}$$

$$\int_0^t K(t,s)y_0^{(0)}(s)ds=\sum_{j=1}^{n}\frac{K(t,0)}{\lambda_j(0)}y_j^{(-1)}(0)-h(t)+y_0^{(-1)}(t).\tag{1.14}$$

Нетрудно видеть, что система (1.12) имеет тривиальное решение $y_0^{(-1)}(t)=0\,(\forall t\in[0,T])$.

Предположим, что все $\lambda_j(t)$ не обращаются в нуль на отрезке [0, T]. Тогда система (1. 13) эквивалентна системе

$$[\lambda_j(t)I-K(t,t)]y_j^{(-1)}(t)=0,\ j=\overline{1,n}. \tag{1.15}$$

Нас не устраивает тривиальное решение этой системы, так как тогда бы система (1.14) приняла вид

$$\int_0^t K(t,s)y_0^{(0)}(s)ds=-h(t). \tag{1.16}$$

Если $h(0)\neq 0,$ то система (1.16) не имеет гладких решений. Значит, для разрешимости в классе гладких функций систем (1.12)—(1.14) необходимо потребовать, чтобы (1.15) имела нетривиальные решения. Но тогда(1.15)—спектральная задача и $\{\lambda_j(t)\}-$ спектр матрицы $K(t,t)$, которую логично назвать «диагональным ядром» интегрального оператора $K(t,s)$ системы (1.2).

Итак, мы пришли к следующему выводу: в случае не обращающегося в нуль $\det K(t,t)$ регуляризацию задачи (1.2) следует производить по спектру оператора $K(t,t)$. Иначе говоря, все сингулярности в решении системы (1. 2) выделяются спектром диагонального ядра $K(t,t)$ интегрального члена системы (1.2). Мы оставляем пока в стороне вопрос о регуляризации задачи (1.2) в случае, когда диагональное ядро $K(t,t)$ вырожденно. Этот вопрос нетривиален и заслуживает отдельного рассмотрения. Отметим только, что к идее выделения сингулярностей с помощью диагонального ядра можно было придти, дифференцируя (1.2) по t. Действительно, сделав это, получим интегро-дифференциальную систему

$$\varepsilon\frac{dy}{dt}=K(t,t)y+\int_0^t\frac{\partial K(t,s)}{\partial s}y(s,\varepsilon)ds+\dot{h}(t),\ y(0,\varepsilon)=\frac{h(0)}{\varepsilon}. \tag{1.17}$$

Такие системы подробно изучались в монографии С. А. Ломова (см. [1,стр.126-146] или введение к настоящей работе). Было показано, что сингулярности в (1.17) , порождаемые особой точкой $\varepsilon=0$, выделяются спектром $\{\lambda_j(t)\}$ диагонального ядра $K(t,t)$. Ясно, что в классе гладких функций $y(t,\varepsilon), K(t,t)$ и $h(t)$ системы (1.2) и (1.17) эквивалентны . Отсюда следует , что асимптотическое решение исходной задачи (1.2) можно получить, применяя алгоритм метод регуляризации [1] к системе (1.17). Однако мы не будем делать этого из следующих соображений. Система (1.17) сложнее исходной системы (1.2). Кроме того, в случае интегральных систем с быстро изменяющимися ядрами (см. главу 2 настоящей диссертации) дифференцирование по t не проясняет ситуацию с выбором регуляризирующих функций. Поэтому методика выделения сингулярностей, описанная в предыдущем разделе, не связанная с переходом к интегро-дифференциальной системе (1.17), имеет принципиальное значение при изучении вопроса о сингулярностех в задачах « без спектра ». В рамках этой методики мы и будем развивать алгоритм метода регуляризации для систем типа (1.2). При этом не будем стремиться к изложению полной теории разрешимости итерационных задач. Это можно сделать так же, как и в работе [1]. Ограничимся рассмотрением итерационных систем для коэффициентов $y_{-1}(t,\tau)$ и $y_0(t,\tau)$ ряда (1.6).

Библиографический список:

1. Ломов С. А. Введение в общую теорию сингулярных возмущенных М: Наука,1981. 400
2. Иманалиев М. И. Методы решения нелинейных обратных задач и их приложение. Фрунзе: Илим,1987. 384
3. Бободжанов А. А., Туйчиев О.Д. // Дифференц уравнения. 1997, том 33 №11, 1537- 1542.
4. Сафонов В. Ф., Туйчиев О. Д.// Дифференц уравнения. 1997, том 33 № 9, 1199- 1211.
5. Бободжанов А. А., Сафонов В.Ф. // Дифференц уравнения. 2001, том 37 №10, 1330-1341.

6. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М: Мир 1970.

Жадренова Айгерим Мерхатовна
Zhadrenova Aigerim Merkhatovna
Магистрант Еразийского национального униерситета им.Л.Н.Гумилева (Казахстан, г.Астана),
a.zhadrenova@mail.ru

УДК 621

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБЕСПЕЧЕНИЯ НАНОСПУТНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LI-ION СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE NANOSATELLITE ELECTRICAL SUPPLY SYSTEM USING LI-ION SUPERCAPACITORS

Аннотация: В данной работе представлены результаты решения системы электропитания для наноспутников на основе суперконденсаторов. Предварительный анализ разхличных суперконденсаторов показал эффективность литий-ионных аккумуляторов.

Abstract: This paper presents the results of solving the power supply system for nanosatellites based on supercapacitors. Preliminary analysis of the unclamped supercapacitors showed the efficiency of lithium-ion batteries.

Ключевые слова: система электрообеспечения, наноспутник, суперконденсатор, CubeSat, солнечные панели.

Keywords: electric supply system, nanosatellite, supercapacitor, CubeSat, solar panels.

Введение

В настоящее время практически вся система элекропитания спутников и наноспутников построена на основе перезаряжаемых батарей. Основные проблемы, связанные с использованием перезаряжаемых батарей в космосе:

- ограниченный срок службы из-за многочисленных циклов перезарядки в течение короткого периода времени
- экстремальные рабочие температуры (от – 40С до 700С), ограничивающие их работоспособность
- неспособность обеспечить большую мощность в течение короткого промежутка времени

Поскольку большинство миссий CubeSat имеют среднюю продолжительность три месяца, при ожидаемых результатах в разы больше, нагрузка на батареи поступает очень большая [4].

В то же время, работающие при низких температурах, эти перезаряжаемые батареи определяют применение нетрадиционных решений. Например, электрическое сопротивление вокруг батарей, может использоваться для их нагрева. Такая электрическая энергия используется для приведения перезаряжаемых батарей в диапазон рабочих температур. Различные задачи, такие как: передача данных, тестирование процессора или датчика высокой мощности или экспериментальный модуль, могут превышать пределы возможностей батарей. Поэтому разработка эффективной системы электрообеспечения наноспутника является актуальной.

Целью работы является разработка более эффективной системы электропитания наноспутников, чем ныне существующие с использованием суперконденсатора. Разрабатываемый источник тока должен иметь не менее 50 000 циклов зарядки / разрядки, и работать в диапазоне температур от -400°C до + 700°C. Другим преимуществом таких устройств является способность обеспечивать гораздо более высокий электрический ток в течение коротких промежутков времени, длительный срок эксплуатации;

1. Экспериментальная часть

Экспериментальная разработка системы электроснабжения (СЭС) с суперконденсаторами для наноспутников может быть реализована тремя способами.

1.1 Решение А.

Простейшая реализация СЭС для наноспутников представлена в виде схемы на рисунке 1.

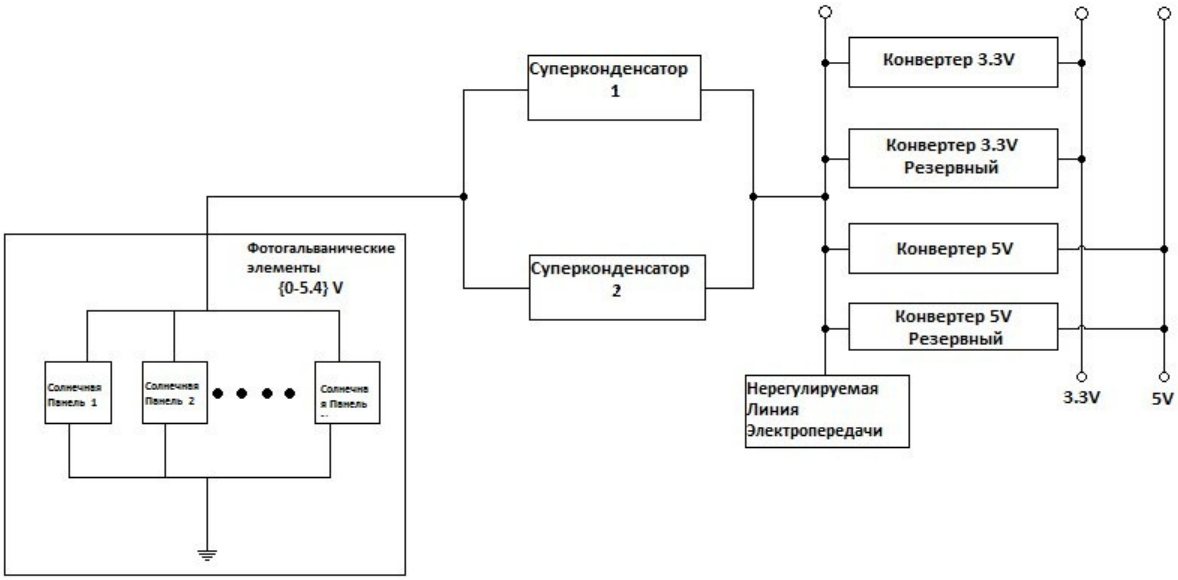


Рисунок 1 - Функциональная схема СЭС.

Преимущества предлагаемого решения заключаются в следующем: он легко реализуется, имеется небольшое количество соединений, избыточность во всех критических точках, в основном для DC-DC-преобразователей (direct current to direct current). Данные преобразователи электроэнергии изменяют источник постоянного тока от одного уровня напряжения к другому, регулируя его на нагрузке, что приводит к повышению КПД системы. Однако в этом варианте есть некоторые недостатки, в частности, зависимость всей системы от блока суперконденсатора. В случае дисфункциональности суперконденсатора в космосе, источник питания всей системы будет серьезно поврежден [2].

1.2 Решение В.

Решение В отличается от решения А подключением суперконденсаторов, последовательного вместо параллельного соединения. В первом случае повышается емкость. Во втором случае — максимально допустимое напряжение. Повышение максимально допустимого напряжения таким способом является одним из способов решения проблемы, но заплатить за нее придется снижением емкости. На рисунке 2 представлено второе решение, в котором также вводятся преобразователи и стабилизаторы, которые могут поставляться непосредственно из фотогальванических панелей. Преобразователи для суперконденсаторов являются двунаправленными и независимыми, и их часть

в заданной конфигурации может преодолеть недостаток потенциала на нерегулируемой линии питания, поставляемой фотогальваническими ячейками[5].

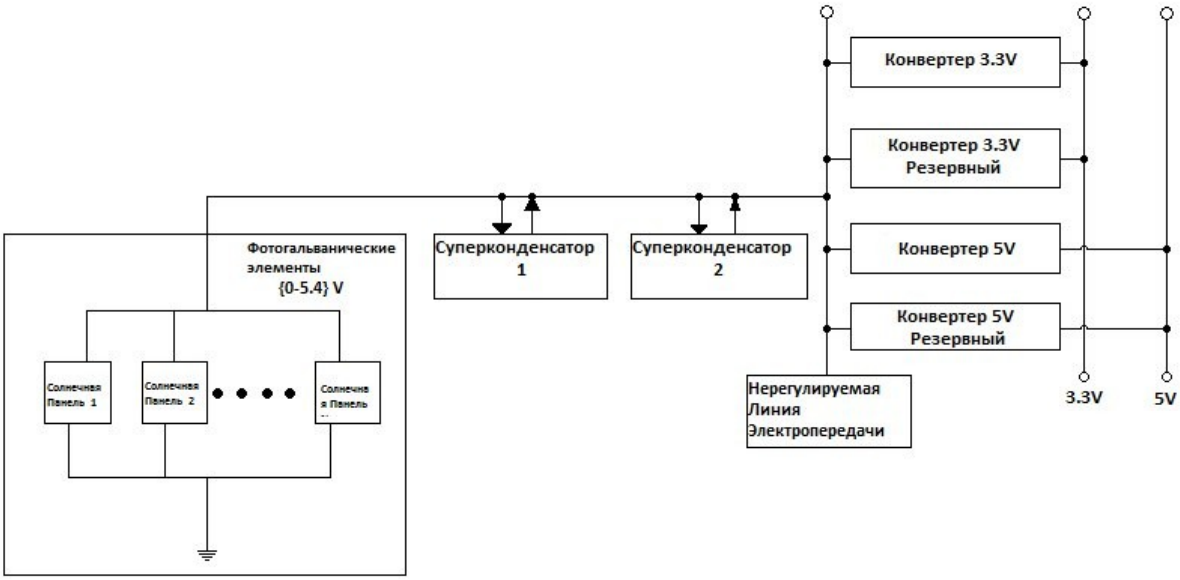


Рисунок 2 - Функциональная схема СЭС.

Основным преимуществом решения B является поддержание упрощенной конфигурации, связанной с преобразователями 3,3 В и 5 В. Специфический недостаток этого предлагаемого решения заключается в том, что трудно поддерживать правильное разделение для схем зарядки / разрядки суперконденсаторов, поэтому для реализации такого типа конфигурации потребуется определенная степень активного управления с использованием микроконтроллера. Без такого контроля зарядные устройства суперконденсаторов могут работать друг с другом, когда на солнечных батареях не будет потребляемой мощности и потребляя драгоценные ресурсы. Кроме того, суперконденсаторы можно индивидуально использовать в течение короткого периода времени только путем ограничения эффективности солнечных панелей.

1.3 Решение C.

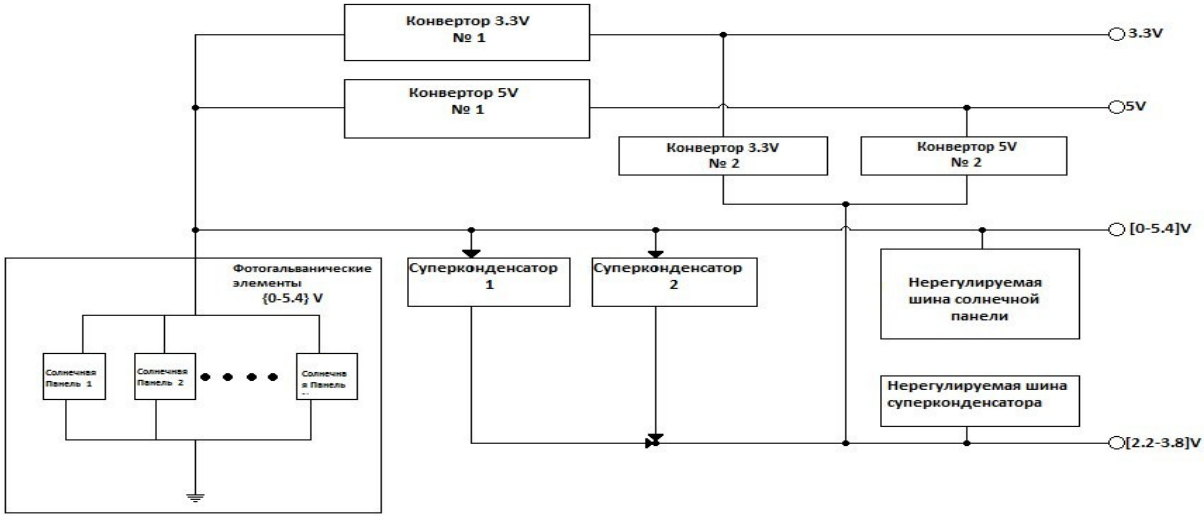


Рисунок 3 -. Функциональная схема СЭС.

Следуя предыдущим предлагаемым решениям, была разработана новая схема, в которой 3.3V-преобразователи используются в чередовании, в течение периода освещения (освещения) используются преобразователи № 1, тогда как в темное время используются № 2.

В такой конфигурации, как представлено на рис.3, можно подключать модули с высокими требованиями к мощности, отделенные от других систем, из-за того, что потенциал суперконденсаторов можно было бы получить на своей собственной шине независимо от остальной части шинных преобразователей. Резервирование гарантируется преобразователями № 2, если № 1 сломаны, но не наоборот. Неисправность преобразователей № 2 приводит к источнику питания для наноспутника доступного только с шины суперконденсаторов в течение темного периода. Избыточность преобразователей №2 могут быть обеспечены: дополнением с параллельным

преобразователем каждой шины напряжения; реализуя избыточность на входе питания для каждой шины или подсистемы. Представленные решения могут быть использованы для любых типов суперконденсаторов, доступных на сегодняшний день.

Заключение

Согласно выполненной работе, предлагаемая конструкция системы электроснабжения с использованием суперконденсаторов, компактно размещенных на платах, является хорошим вариантом для электропитания наноспутника. Наши экспериментальные данные доказали, что можно разработать систему с использованием суперконденсаторов в качестве основного и единственного источника для хранения электроэнергии. Разработанная система электроснабжения показала, что можно использовать 3,5 Вт на шине 3,3 В, 4,4 Вт на шине 5 В и в два раза 1,3 Вт для зарядки суперконденсаторов, в общей сложности 10,5 Вт. Учитывая хороший случай мощности 5,5 Вт, генерируемый солнечными батареями 1U CubeSat (если мы используем дорогие солнечные батареи хорошего качества), блок питания никогда не будет перегружен, и вместе с реализованной избытостью он предлагает полное решение, которое может быть реализован непосредственно в структуре наносателлитов CubeSat.

Библиографический список:

1. Фунабаши К., Ханава Х., Арадачи Т., Огура М. // Патент Япония №2313168, 2012. Зарядное устройство для литий-ионной аккумуляторной батареи.
2. Хрусталев Д.А. Аккумуляторы М, Изумруд, 2003 г., С. 89, 172.
3. Oredson M., Electrical Power System for the CubeStar Nanosatellite, 2010.
4. Тарасов В.С. Система генерирования электроэнергии с увеличенным сроком активного существования для малого космического аппарата, 2015, С.45.
5. Махди М.Ч., Аднан Ф.Х., “New deployable solar panel array for 1U nanosatellitrs”, 2014, С. 2322-2326
6. Багоцкий В.С., Скудин А.М., Химические источники тока М, Энергоиздат, 1981 г.
7. Лелеков А.Т., Опенько С.И., Нестеришин М.В., Сахнов М.Ю. // Патент РФ №2549831, 2013. Аккумуляторная батарея космического аппарата.

Патраль Альберт Владимирович
Patral' Al'bert Vladimirovich
старший научный сотрудник,
Всесоюзный научно-исследовательский
институт методики и техники разведки
г. Санкт-Петербург.
al-patr-al@yandex.ru

УДК681

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ФОРМАТОВ

SIDE-BY-SIDE LOCATION FORMATS

Аннотация. В статье рассматривается алфавит цифровых знаков на основе 4-сегментного цифрового формата. Начертания знаков на основе 4-хсегментных цифровых форматов позволяют расположить их параллельно дург к другу с одним и тем же угловым обзором знаков. Использование знаков на основе 4-сегментного формата может найти применение там, где требуется наилучшее различение и опознание их, в том числе и при создании новых конструкций табло электронных часов.

Annotation. The article discusses the digital alphabet characters based on the 4-segment digital format.Аннотация. Alternate characters on the basis of 4-hsegmentnyh digital formats let you arrange them parallel to DURG to a friend with the same angular character review. The use of characters based on the 4-segment format can be applied where required the best distinction and identification of them, including creating new designs scoreboard electronic watches.

Ключевые слова: цифровые знаки, сегментный формат, разрешающая способность знака, простое начертание знака, сложное начертание знака.

Keywords: digital signs, segment format, resolution mark, the simple inscription of the mark, complex font character.

Цифровые знаки (рис.1б), формируемые на основе 7-сегментного формата (рис.1а), отличаются большим числом элементов отображения [1, с.91]

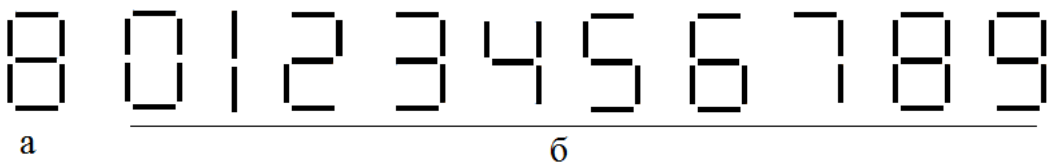


Рис.1. 7-сегментный формат (а) и цифровые знаки на его основе (б).

Кроме того, расположение двух или трех воспроизводимых параллельных линий из элементов, находящихся на некотором расстоянии друг от друга, определяется невысокой разрешающей способностью. Большое число элементов отображения в знаках на основе 7-сегментного формата из-за большого потребления энергии стремились сократить.

Известно, что скорость и точность опознания цифр зависят от их формы. Чем более сложную комбинацию прямолинейных или криволинейных элементов имеет цифра, тем труднее она опознается [2-с.61]. Улучшить различение знаков, а, следовательно, и их опознание, способствует переход знаков на четырехсегментное отображение (рис.2). Снижение числа элементов в начертаниях знаков увеличивает эффективный угловой размер [3] их, улучшает различение и идентификацию знаков [4].

При переходе на наименьший формат 4-хсегментного индикатора из нижних или верхних элементов 7-сегментного формата (рис.1а, рис.2а) получим возможность отображать знаки (рис.2б) с эффектиным угловым размером, равный эффективному угловому размеру 7-сегментного формата [3].

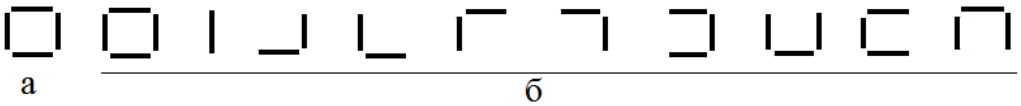


Рис.2. 4-сегментный формат (а) и цифровые знаки на его основе (б).

Возможность перехода 7-сегментного формата к 4-сегментному формату можно использовать для индикации в системах автоматического слежения за уровнем сигнала того или иного объекта[5].

Порядок начертания знаков в цифровом алфавите (рис.2, рис.3) на основе 4-сегментного формата определяется зависимостью начертания знаков от величины числа, представленной знаками [6].

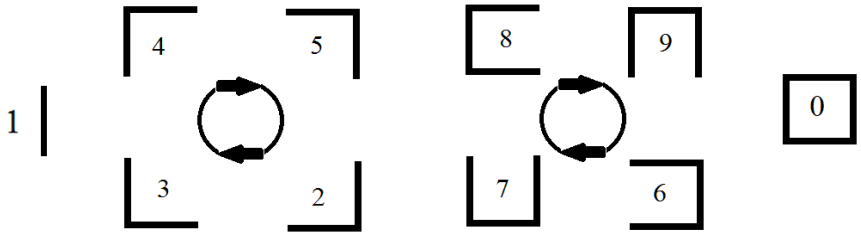


Рис.3. Порядок начертания знаков в десятичном 4-хпозиционном алфавите.

Чем большее число сегментов в знаке, начиная с единицы, тем большая величина соответствует при начертании его. При равном числе сегментов в начертании знака, величина числа тем больше, чем на больший угол по часовой стрелке повернуто начертание знака, отображающее меньшее число в группах чисел от 2 до 5 и от 6 до 9 (рис.3). Начертание знака, соответствующее числу 0, представленное форматом знаков, имеет наибольшее число сегментов. Распределение начертания знаков в числовом ряду (рис.2, рис.3) в завимости от «веса» знака имеет преимущество в устройствах для измерения и индикации величины угла положения вала [6], и может быть применено для более быстрого усвоения алфавита знаков. Как 7-сегментный, так и 4-сегментный форматы индикаторов при формировании знаков чувствительны к возникновению помех, как с переходом от уровня логической единицы к уровню логического нуля (1-0), так и с переходом от уровня логического нуля к уровню логической единицы (0-1). В результате на индикации высвечивается ложная информация.

Величина знаков, рекомендуемая для оперативной работы, зависит от требований к скорости и точности восприятия и опознания человеком поступающей информациии. Лучше различаются и

распознаются простые фигуры [2-с.61]. Оптимальные размеры знака, обеспечивающие наиболее быстрое и точное восприятие, зависят от сложности их конфигурации [7].

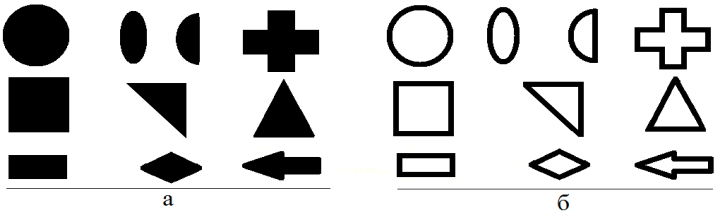


Рис.4. Знаки простой (а) и сложной (б) конфигурации.

Эксперементальные исследования показали, что для знаков простой конфигурации, (рис.4а), представляющих собой площадь фигуры, например, треугольник, необходимый для четкого опознания требуется наименьший размер (например, 18'). Если знак сложный (рис.1б), его опознание затруднено и безошибочная работа осуществляется лишь при больших размерах знаков (например, 35'). При определении размера сложных знаков следует учитывать размер знака в целом, размер его деталей и наименьшие размеры между деталями знака [7, с.18]. Если тот же самый, по габаритным размерам цифровой формат (рис.2а) представить не контуром в виде квадрата, а площадью в виде квадрата и разделить на четыре элемента отображения его диагоналями, то получим иное расположение четырех позиционных элементов отображения (рис.5а).

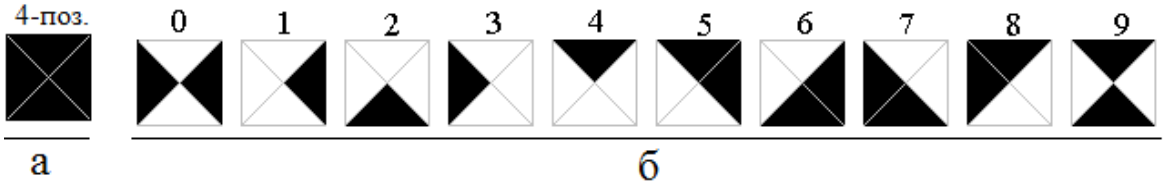


Рис.5. 4-хпозиционный формат (а) и цифровые знаки на его основе (б).

Начертания элементов цифрового формата при формировании простых знаков в виде площадей треугольников и их сочетаний визуально ориентированы. По визуально ориентированным знакам точно определяется их величина в ряду разрядов многозначного числа, облегчается задача идентификации их и повышается скорость восприятия знаков. Однако, при формировании того или иного знака, изменение числа высвеченных элементов отображения в нем на единицу при возникновении одиночной ошибки, он может идентифицироваться как другой знак представленного цифрового алфавита. Цифровые знаки при их формировании на основе 7-сегментного, 4-сегментного и 4-позиционного форматов чувствительны к возникновению помех, как с переходом от уровня логической единицы к уровню логического нуля (1-0), так и с переходом от уровня логического нуля к уровню логической единицы (0-1). В результате на индикации высвечивается ложная информация.Объединив 4-хсегментный формат с формированием знаков сложной конфигаурации (рис.2а) с 4-позиционным форматом с формированием знаков простой конфигурации (рис.5а) получим 8-иэлементный индикатор с двумя форматами (рис.6а) и два разряда на одном условном знакоместе [8] цифровых знаков (рис.6б) на их основе. Несоответствие начертания цифрового знака 4-сегментного формата с начертанием цифрового знака 4-позиционного формата указывает на ошибочную информацию. Логическое изменение начертания знаков в зависимости от величины числа показано на рис.6 в, г, д.

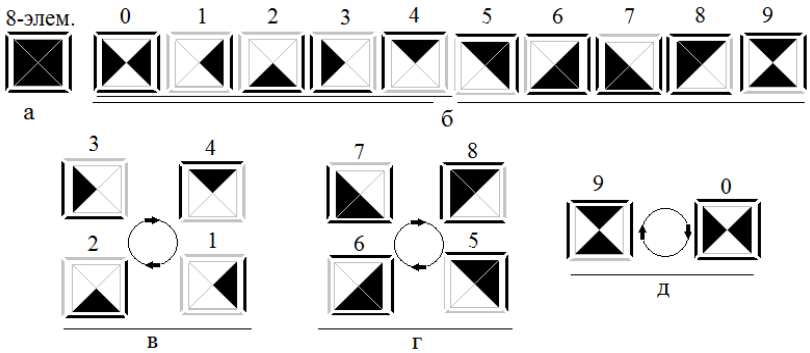


Рис.6. Индикатор с форматами 4-сегментным и 4-позиционым (а) и на их основе цифровые знаки (б), начертания которых

указывают на величину чисел (в, г, д).

При окрашивании 4-сегментного и 4-хпозиционного форматов в различные цвета различимость формируемых знаков возрастает (рис.7).

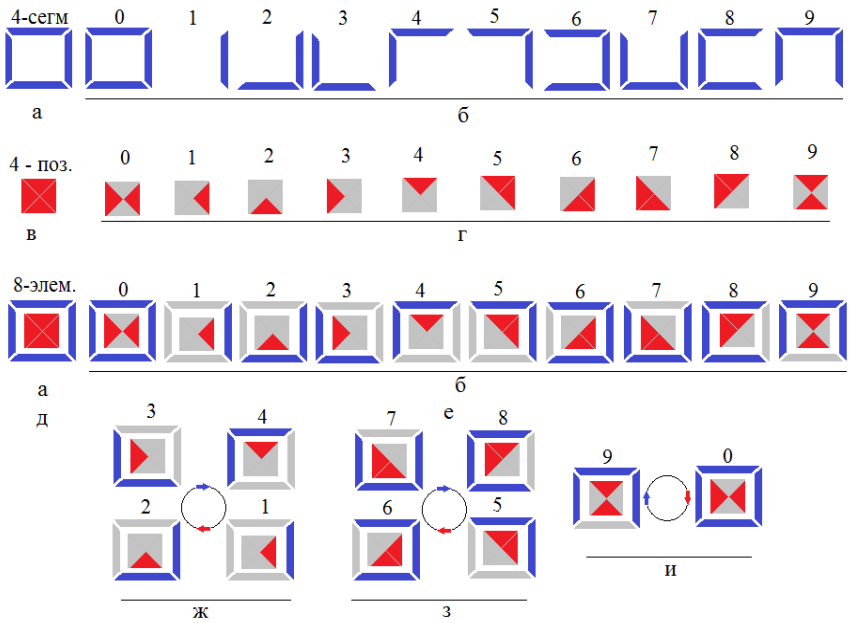


Рис.7. Двухцветный двухформатный однознакоместный индикатор (рис.11д) и цифровые знаки на его основе (рис.11е).

При высокой надежности передачи цифровой информации двухформатный индикатор можно использовать для измерения двух параметров объекта.

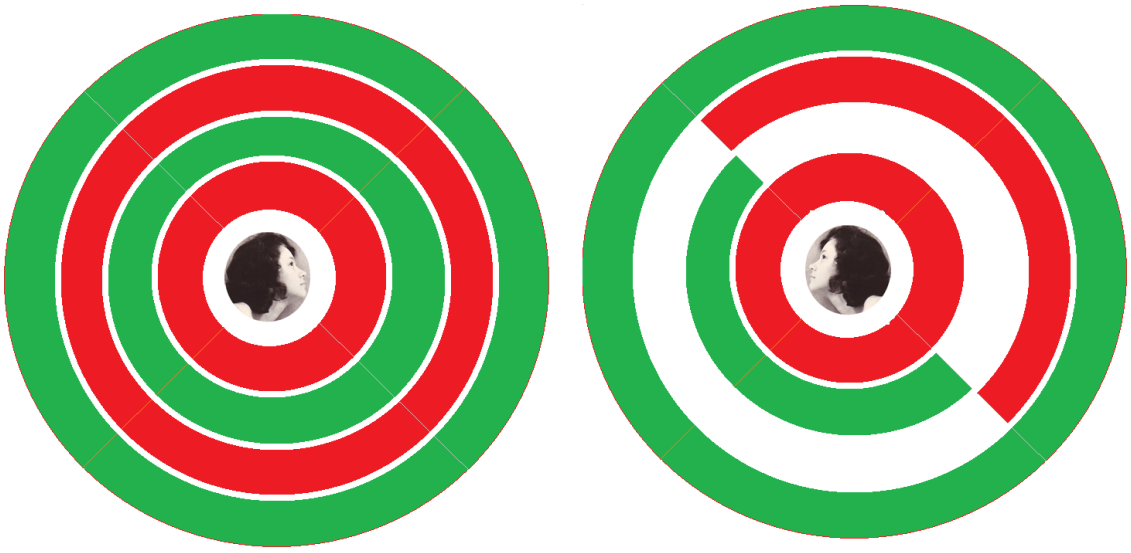
При использавании параллельно расположенных [8] 4-сегментных форматов индикатора (рис.8а), свободное поле их может быть предоставлено для различной информации (например, портреты обладателей электронных часов).

Рис.8. Именные табло электронных часов на основе контура прямоугольника и контура эллипса.

На табло электроных часов (рис.8) представлены четыре формата, окрашенные в два цвета для лучшего определения места положения из высветившихся сегментов соответствующему разряду. Часовые интервалы времени отображены двумя разрядами меньшими размерами форматов. Минутные интервалы времени отображены двумя разрядами большими размерами форматов. Старшие разряды часовых и минутных интервалов времени (красный цвет) отображены меньшими форматами. Младшие разряды часовых и минутных интервалов времени (синий цвет) отображены

большими форматами. Внизу (рис.8) показан порядок начертания знаков от 0 до 9, как на основе формата в виде контура прямоугольника, так и на основе формата в виде контура круга.

Укрупнённые форматы электронных именных часов (наручные или настенные) с личными фотографиями могут заказывать все желающие (рис.9).



Цифровой индикатор на четыре разряда 03 часа 50 минут

Рис.9.Именное табло электронных часов

Для лучшего прочтения цифровой информации старшие разряды часовых и минутных интервалов времени показаны красным цветом (рис.13), младшие разряды часовых и минутных интервалов времени показаны зеленым цветом. Цифровые записи в виде цветных ореолов вокруг портретов юбиляров плохо отображаются при черно-белой печати, недостатки которой отрицательно сказываются на восприятии знаков.

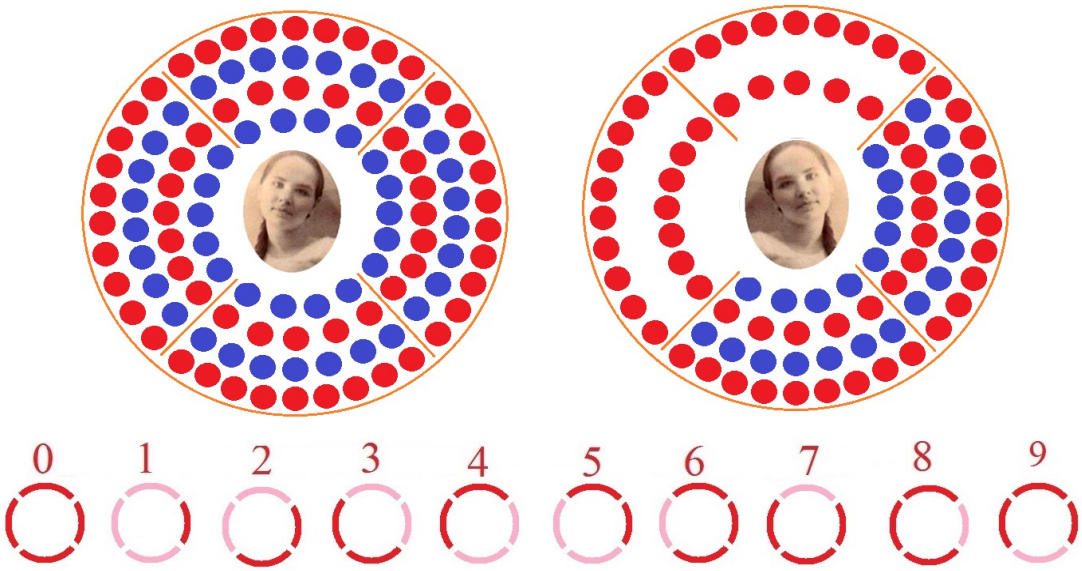


Рис.10. Электронные часы – фонарь: 20часов 20 минут

Настольные домашние именные часы, выполненные на светодиодах конструктивно можно использовать в виде электронного фонаря (рис.10). В режиме индикации временных интервалов времени (рис.10, запись 20 час 20 мин, справа) ток питания светодиодов ограничен. В режиме фонаря источник питания подключен на полную мощность работы светодиодов (рис.10 – слева). При больших размерах индикаторов цифровое представление параллельным видом записи чисел до 3-4 разрядов можно допустить одним цветом. Для более быстрого ознакомления с новыми цифровыми знаками предлагается, на многочисленных рисунках, как в форматах прямоугольной

формы (рис.11, рис.12, рис.13), так и в форматах округлой формы (рис.14), ознакомиться с начертаниями знаков.

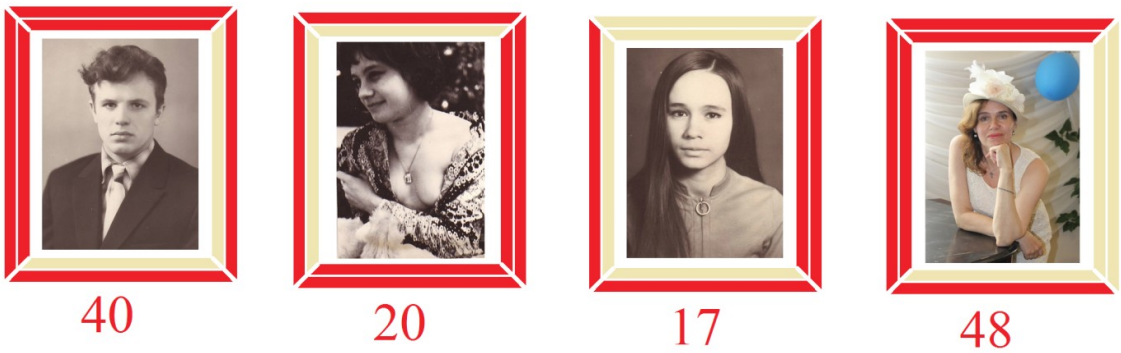


Рис.11. Портрет в электроннной рамке с индикацией возраста, указанного под рамкой.

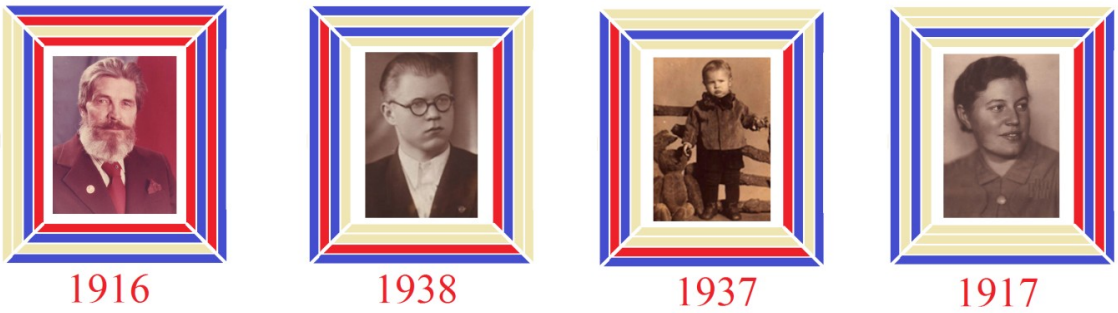


Рис.12. Четырехразрядный индикатор с индикацией года рождения,
с подтверждением цифрами арабского происхождения.

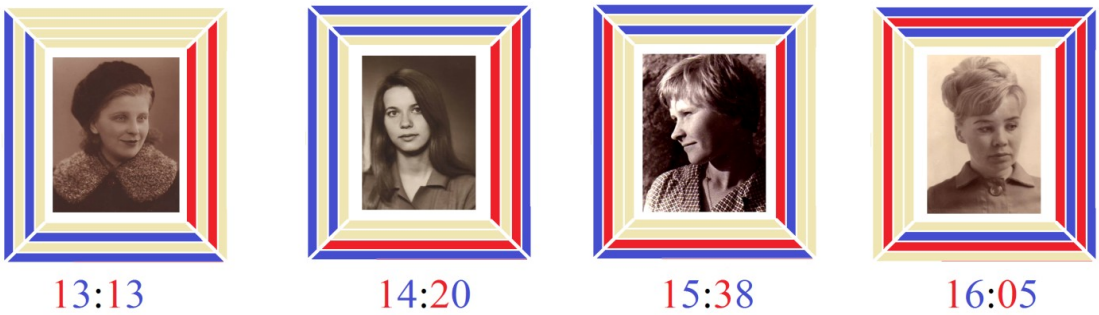


Рис.13. Портрет, расположенный на свободном поле табло электроннных часов,
с подтвержденной индикацией промежутков времени, указанного под табло.

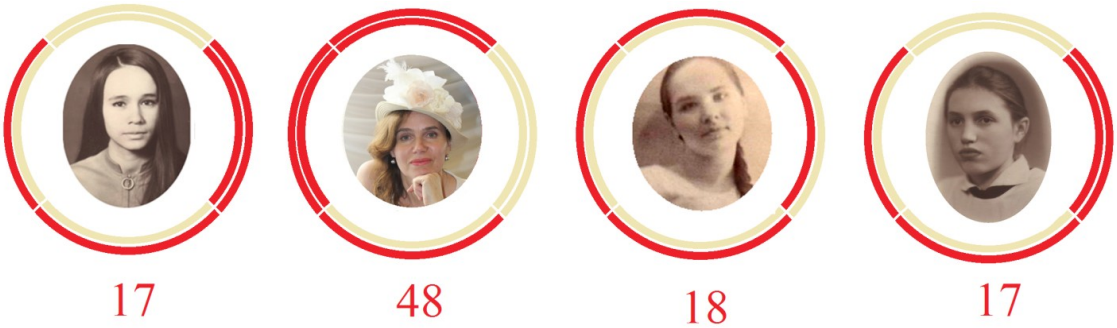


Рис.14. Портрет в электроннной рамке с индикацией возраста, продупблированного цифрами.

Если коснуться применения четырехсегментных форматов в окружающем нас быту, то можно с успехом их применить, заменяя номера домов (рис.15 - рис.19), дорог (рис.20, рис. 21), и автомобилей (рис.22, рис.23), показывая их наиболее перспективными при рассмотрении цифровых знаков с дальнего расстоянии от наблюдателя.

Рис.15. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

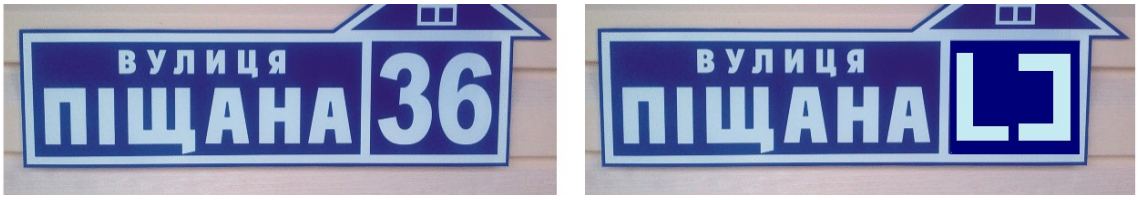


Рис.16. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.17. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.18. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.19. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.20. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.21. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Рис.22. Сравнительное начертание цифровых знаков на основе 7- сегментного и 4-сегментного форматов.

Для ознокомления посетителей метрополитена с новыми цифровыми знаками можно установить дополнительный гаджет, представляющий дублирование информации о режиме

движения поездов. Ожидание поезда будет видно в конце перрона, за счет увеличенной яркости свечения новых знаков с утолщенной величиной контура их (рис.23).

Рис.23. Над табло ожидания поезда можно установить гаджет с большей яркостью свечения знаков.

Выводы:

Преимущество применения предлагаемых цифровых знаков на основе 4-позиционного формата индикатора в сравнении с 7-сегментным форматом следующие:

Возможность уменьшения габаритного размера формата индикатора в два раза без ухудшения восприятия формируемых цифровых знаков на стадии различения [7].

Возможность увеличения информационной емкости индикатора до четырех разрядов с увеличением числа параллельно расположенных цифровых форматов с цветовым отличием на однознакоместном информационном поле его.

Возможность красочно оформлять знаменательные события, обрамляя их цифровым ореолом.

Библиографический список:

1. Вуколов Н.И., Михайлов А.Н. Знакосинтезирующие индикаторы. Справочник. Москва. «Радио и связь». 1987. 576 с. : ил.
2. Алиев Т.М., Вигдоров Д.И., Кривошеев В.П. Системы отображения информации. Москва. «Высшая школа». 1988. 223 с. : ил.
3. Патраль А.В. Устройство для индикации. Патент № 2037886 на изобретение выдан 19 июня 1995 года.
4. Патраль А.В. Устройство для индикации с наилучшей идентификацией знаков. Патент № 2460151 на изобретение выдан 27 августа 2012 года.
5. Патраль А.В. Устройство для индикации цифровых знаков с энергосберегающим режимом. Патент № 2427928 на изобретение выдан 27 августа 2011 года.
6. Патраль А.В. Устройство для измерения и индикации величины угла положения вала. Патент №2231215 на изобретение выдан 20.06.2004 г.
7. Згурский В.С., Лисицын Б.Л. Элементы индикации (Справочник). М. Энергия. 1974. 224 с. : ил.
8. Патраль А.В. Индикатор цифровой сегментный с параллельным отображением знаков. Патент №2311692 на изобретение выдан 27.11. 07г.

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2017