



ISSN 2520-6990

ISSN 2520-2480

Colloquium-journal №10 (62), 2020

Część 1

(Warszawa, Polska)

## Redaktor naczelny - **Paweł Nowak Ewa Kowalczyk**

#### Rada naukowa

- **Dorota Dobija** profesor i rachunkowości i zarządzania na uniwersytecie Koźmińskiego
- **Jemielniak Dariusz** profesor dyrektor centrum naukowo-badawczego w zakresie organizacji i miejsc pracy, kierownik katedry zarządzania Międzynarodowego w Ku.
- Mateusz Jabłoński politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.
- Henryka Danuta Stryczewska profesor, dziekan wydziału elektrotechniki i informatyki Politechniki Lubelskiej.
- **Bulakh Iryna Valerievna** profesor nadzwyczajny w katedrze projektowania środowiska architektonicznego, Kijowski narodowy Uniwersytet budownictwa i architektury.
- Leontiev Rudolf Georgievich doktor nauk ekonomicznych, profesor wyższej komisji atestacyjnej, główny naukowiec federalnego centrum badawczego chabarowska, dalekowschodni oddział rosyjskiej akademii nauk
- Serebrennikova Anna Valerievna doktor prawa, profesor wydziału prawa karnego i kryminologii uniwersytetu Moskiewskiego M.V. Lomonosova, Rosja
- Skopa Vitaliy Aleksandrovich doktor nauk historycznych, kierownik katedry filozofii i kulturoznawstwa
- Pogrebnaya Yana Vsevolodovna doktor filologii, profesor nadzwyczajny, stawropolski państwowy Instytut pedagogiczny
- Fanil Timeryanowicz Kuzbekov kandydat nauk historycznych, doktor nauk filologicznych. profesor, wydział Dziennikarstwa, Bashgosuniversitet
- Kanivets Alexander Vasilievich kandydat nauk technicznych, docent wydziału dyscypliny inżynierii ogólnej wydziału inżynierii i technologii państwowej akademii rolniczej w Połtawie
- Yavorska-Vitkovska Monika doktor edukacji , szkoła Kuyavsky-Pomorsk w bidgoszczu, dziekan nauk o filozofii i biologii; doktor edukacji, profesor
- Chernyak Lev Pavlovich doktor nauk technicznych, profesor, katedra technologii chemicznej materiałów kompozytowych narodowy uniwersytet techniczny ukrainy "Politechnika w Kijowie"
- Vorona-Slivinskaya Lyubov Grigoryevna doktor nauk ekonomicznych, profesor, St. Petersburg University of Management Technologia i ekonomia
- Voskresenskaya Elena Vladimirovna doktor prawa, kierownik Katedry Prawa Cywilnego i Ochrony Własności Intelektualnej w dziedzinie techniki, Politechnika im. Piotra Wielkiego w Sankt Petersburgu
- Tengiz Magradze doktor filozofii w dziedzinie energetyki i elektrotechniki, Georgian Technical University, Tbilisi, Gruzja
- Usta-Azizova Dilnoza Ahrarovna kandydat nauk pedagogicznych, profesor nadzwyczajny, Tashkent Pediatric Medical Institute, Uzbekistan



«Colloquium-journal»

Wydrukowano w «Chocimska 24, 00-001 Warszawa, Poland» E-mail: info@colloquium-journal.org http://www.colloquium-journal.org/

## **CONTENTS**

## **TECHNICAL SCIENCE**

<b>Баязитов И.Р., Клементьев С.В., Медведев В.Г., Михайлов А.Л.</b> ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ ДАТЧИКОВ ТОКА СИСТЕМ  ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ
Bayazitov I.R., Klementyev S.V., Medvedev V.G., Mikhailov A.L.  ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND INTERFERENCE PROTECTION OF SENSORS  OF CURRENT SYSTEMS OF ELECTRIC POWER
<b>Локтионов Г.С.</b> КОНТРОЛЬ СООСНОСТИ ПОСАДОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ ПОД ЛОПАТКИ ГИДРОТУРБИНЫ
CONTROL OF THE ALIGNMENT OF THE LANDING HOLES UNDER THE BLADES OF THE HYDRAULIC TURBINE 7
<b>Мансор М.Ф. Мансор, Аль-Гбури З.Х.М.</b> АНАЛИЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАБОТЕ КРУПНОМАСШТАБНОЙ
СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ
ANALYSIS AND STUDY OF THE REQUIREMENTS FOR THE OPERATION OF A LARGE-SCALE SOLAR POWER PLANT WITH AN ELECTRIC GRID14
<b>Наркизова Е.А., Савушкина Ю.В.</b> ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ-ХОППЕРОВ
В СОСТАВЕ ПОЕЗДА С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ 19 Narkizova E.A., Savushkina Y.V.
PRINCIPLES OF MODELING THE DYNAMICS OF MOVEMENT OF HOPPER CARS IN A TRAIN IN ORDER TO CLARIFY THE CHOICE OF PARAMETERS FOR SPRING SUSPENSION
<b>Суханов А.Е., Буюклинская О.В., Кубасова Е.Д., Панасюк А.С., Бирюкова Л.М.</b> ТИПЫ БАЗ ДАННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ОБЗОР) 22 <b>Sukhanov A.E., Buyuklinskaya O.V., Kubasova E.D., Panasyuk A.S., Biryukova L.M.</b> TYPES OF DATABASES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF NATURAL ORIGIN (REVIEW)
Акуленко В.В., Гринько А.Д.
ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОГО КОЛЛАЙДЕРА LEP (CERN)
Akulenko V.V., Grinko A.D. HISTORY OF THE CREATION AND THE BASIC CHARACTERISTICS
OF THE ELECTRON-POSITRON COLLIDER LEP (CERN)
Аруова А.Б., Талапиден К.А.
РОЛЬ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ41
Aruova A.B., Talapiden K.A. ROLE OF LATHES WITH NUMERICAL SOFTWARE CONTROL DURING MECHANICAL PROCESSING41
Балогланова А.С.
ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КАРТЫ В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ В ЕДИНУЮ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (ЕГИСЗ)44 <b>Baloglanova A.</b>
ELECTRONIC MEDICAL ReCordS IN RUSSIA: PROBLEMS OF CREATION AND IMPLEMENTATION IN THE UNIFIED PUBLIC INFORMATION SYSTEM OF HEALTH
Бекенова Д.Б., Кенебаева Д.Б., Жүнісбек Н.Н.
возможности реализации криптографических методов и систем
IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC METHODS AND SYSTEMS

Кенебаева Д.Б., Бекенова Д.Б., Ахметжанов С.	
ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ КАК РЕЖИМ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАННЫХ НА НОСИТЕЛЯХ4	8
Kenebaeva D.B., Bekenova D.B., Akhmetzhanov S.	
PHYSICAL DATA MODEL AS A MODE FOR STORING DATA ON MEDIA	8
Бергер Е.Г., Бублик И.Ю.	
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	
НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА4	.9
Berger E.G., Bublik I.Y.	
ANALYSIS OF THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	
ON THE BASIS OF HUMAN EMOTIONS TRACKING TECHNOLOGY	0
Blyznychenko A.S., Korniush H.V., Blyznychenko O.M.	
THE ROLE OF THE ENGLISH LANGUAGE IN THERMAL POWER ENGINEERING	
AS AN EMPLOYABILITY AND EXPERTISE BOOSTER5	2
Близниченко А.С., Корнюш А.В., Близниченко Е.Н.,	
РОЛЬ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ КАК ФАКТОРА,	
СПОСОБСТВУЮЩЕГО ТРУДОУСТРОЙСТВУ И РОСТУ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА	2
Буравов А.А.	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАТАСЕТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ	
ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ5	5
Buravov A.	
COMPARATIVE ANALYSIS OF DATASETS FOR EVALUATING	
PARAMETERS OF SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECTS	5
Бурлаков С.О., Антонов В.В., Веркин С.С., Смирнов А.А.	
РЕКУРРЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ МНОГОШАГОВОГО ПРОЦЕССА	
УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ5	9
Burlakov S.O., Antonov V.V., Verkin S.S., Smirnov A.A.	
RECURRENT RELATIONSHIP OF MULTI-STEP PROCESS OF SATELLITE	
COMMUNICATION NETWORK MANAGEMENT	9
Ефремова С.Г., Свищёва И.В.	
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ	
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ6	2
Efremova S.G., Svishcheva I.V.	
ANALYSIS OF EFFICIENCY AND APPLICATION OF INTERNET RESOURCES	
FOR CARRYING OUT DISTANCE LEARNING FOR UNIVERSITY STUDENTS	2
Римшин В.Ю.	
РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНШЕТА ПОЖАРНОГО6	5
Rimshin V.Y.	
DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL FIRE TABLET	5

## TECHNICAL SCIENCE

## Баязитов Ильдар Равильевич

Заместитель главного инженера по основным сетям филиала OAO "Сетевая компания"

### Клементьев Сергей Владимирович

Магистр Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, Инженер ООО "НПП Бреслер", город Чебоксары

### Медведев Вячеслав Германович

Руководитель направления научных исследований

ООО "НИР Энерго", город Чебоксары

## Михайлов Анатолий Леонидович

к.ф.-м.н., доцент кафедры радиотехники и радиотехнических систем Чувашского государственного университета им. И.Н.Ульянова DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11631

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ ДАТЧИКОВ ТОКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

#### Bayazitov Ildar Ravilievich

Deputy Chief Engineer for the main networks of the branch Network Company OJSC

## Klementyev Sergey Vladimirovich

Master of Chuvash State University named after I.N. Ulyanova, Engineer of NPP Bresler LLC, city of Cheboksary

## Medvedev Vyacheslav Germanovich

Head of Research

NIR Energo LLC, the city of Cheboksary

### Mikhailov Anatoly Leonidovich

Ph.D., Associate Professor, Department of Radio Engineering and Radio Engineering Systems
Chuvash State University named after I.N.Ulyanova

## ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND INTERFERENCE PROTECTION OF SENSORS OF CURRENT SYSTEMS OF ELECTRIC POWER

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы исследования влияния электромагнитных помех на малогабаритные датчики тока, встраиваемые в устройства систем электроэнергетики.

## Abstract

The article discusses the study of the effect of electromagnetic interference on small-sized current sensors embedded in devices of electric power systems.

**Ключевые слова**: датчик тока, электромагнитная совместимость, помехозащищенность трансформаторов и датчиков тока, плоскопараллельное поле, метод конечных элементов.

**Keywords:** current sensor, electromagnetic compatibility, noise immunity of transformers and current sensors, plane-parallel field, finite element method.

Электромагнитная совместимость регулируется различными стандартами, определяющими нормы по уровням излучения и восприимчивости, радио- и электромагнитных помех. Проблемам электромагнитной совместимости в технике и расчетам объемных электромагнитных полей с учетом помех посвящено множество исследовательских работ [1–8].

Расчетам датчиков тока с воздушными зазорами, их конструктивно схожим аналогам и помехоустойчивости таких устройств также уделяется достаточное, на наш взгляд, внимание [9, 10, 11, 12, 13]. Кроме того, через трансформаторы тока происходит проникновение коммутационных помех во вторичные цепи [7].

В работе [10] в качестве датчика предлагается использовать трансреактор, состоящий из П-образного сердечника, собранного из листов электротехнической стали и двух обмоток, размещаемых на вертикальных стержнях сердечника и соединяемых последовательно. Как указано в [10], выполненный таким образом датчик тока подвержен воздействию внешних магнитных полей. При таком воздействии на выходе обмотки датчика тока появляется напряжение помехи. В [10] предполагают, что для расчета величины выходного сигнала датчика тока необходимо иметь описание магнитного поля в пространстве около шин энергосистемы. Приближенно считают, что силовые линии замыкаются только по магнитопроводу и зазору. При этом воз-

никает трудность в расчетах, выраженная в определении магнитной проводимости отдельных участков цепи. Как указано в [10], приближенная аппроксимация нелинейных характеристик приводит к существенным погрешностям вычислений. поэтому предлагают определить выходной сигнал датчика тока, используя физическое моделирование магнитного поля в пространстве около шин энергосистемы. Однако для упрощения расчетных соотношений в [10] приняты следующие допущения: Магнитное поле в пространстве, окружающем проводник с током, считают плоскопараллельным. Как отмечено в [10], для расчета помехи от соседней шины вычисляются отдельно потокосцепления левой и правой обмоток датчика тока. Полученный результат суммируется с учетом направления э.д.с. и помехоустойчивость датчика тока оценивают отношением э.д.с. помехи к э.д.с. полезного сигнала.

Однако в отличие от [10] при вычислении потокосцепления и связанных с ним производных в работах [11, 12, 13] предлагается учитывать ширину немагнитного зазора в магнитопроводе реактора либо датчика тока. В [12, 13] показаны результаты вычисления ширины выпучивания магнитного поля в немагнитном зазоре. С учетом методики, примененной в [11] вычисление потокосцепления по стали и шунтирующего потокосцепления, а также методики, примененной в [12, 13] учет зависимости ширины выпучивания магнитного потока от величины зазора позволяет более точно вычислить величину помехи. Также здесь предлагается использовать, как в [12], вместо методики, основанной на плоскопараллельных полях, метод конечных элементов.

В [5] в качестве датчиков тока устройств быстродействующих релейных защит автономных электроэнергетических систем рассмотрены проходные трансреакторы тока с сердечником из магнитодиэлектрика на основе карбонильного железа.

Следуя [1, 5] для оценки помехозащищенности названного выше трансреактора тока отметим необходимость определения напряжения  $U_{{\scriptscriptstyle {\rm Bых. \Pi}}}$ , наводимого в трансреакторе тока магнитным полем помехи, создаваемым током  $i_{{\scriptscriptstyle {\rm II}}}$ , протекающим по соседней помехонесущей шине. После этого необходимо рассчитать коэффициент помехозащищенности:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\text{BMX.C}}}{U_{\text{BMX.\Pi}}},$$

где  $U_{\scriptscriptstyle \mathrm{Bыx.c}}$  - напряжение, наводимое в трансреакторе номинальным измеряемым током  $i_{\scriptscriptstyle \mathrm{c}}$  .

Если принять, что в полупроводниковых устройствах релейной защиты сопротивление нагрузки трансреактора чисто активное и на 2—3 порядка выше его внутреннего сопротивления. Тогда для напряжения на нагрузке трансреактора можно записать следующее выражение

$$U_{\text{\tiny BMX}} = \frac{d\Psi}{dt},$$

где  $\Psi$  - потокосцепление обмотки трансреактора, t - время.

Потокосцепление  $\Psi$  зависит от распределения магнитного поля по сердечнику и определяется выражением

$$\Psi = \sum_{j=1}^{W} \left( \iint_{S} \overline{\mathbf{B}}_{j} d\overline{\mathbf{S}}_{j} \right),$$

где W — количество витков обмотки трансреактора;  $\overline{\mathbf{B}}_j$  — индукция в плоскости j - го витка; S — поперечное сечение сердечника. Для исследования помехозащищенности трансформатора тока в работе предлагается применить метод вторичных источников, предложенный в [2, 3, 4, 5].

Далее отметим, что в работе [14] проведено исследование электромагнитного поля трансформаторов тока промышленной частоты с короткозамкнутыми витками. Автором отмечено, что в электроэнергетике получили широкое распространение измерительные трансформаторы тока в качестве преобразователей тока. На основе теоретических исследований в [14] доказана возможность построения безопасного трансформаторного датчика тока на основе замены вторичной обмотки трансформатора тока короткозамкнутым кольцом, а также путем введения в конструкцию разомкнутой сигнальной обмотки, на которой индуцируется выходной сигнал. Определено влияние конструктивных параметров трансформаторного датчика тока с короткозамкнутым кольцом на электромагнитные процессы с целью оптимизации электромагнитных характеристик подобного датчика. Обоснована возможность построения безопасного датчика тока с приемлемой для практики погрешностью измерения первичного тока, достигаемой за счет введения в конструкцию короткозамкнутого кольца, экранирующего магнитный поток сердечника, созданный первичным током и сигнальной разомкнутой обмотки. В результате численных расчетов электромагнитного поля трансформатора тока с короткозамкнутым кольцом и сигнальной обмоткой, намотанной тонким проводом поверх кольца, или под кольцом при соответствующей полярности включения сигнальной обмотки установлено, что фаза выходного напряжения, наводимого на сигнальной обмотке, совпадает с начальной фазой измеряемого тока и пропорциональна измеряемому переменному току. Автором проведен сравнительный анализ современных датчиков измерения переменного тока, в результате которого было выявлено, что наиболее часто применяемым измерителем переменного тока в промышленности является трансформатор тока. Автором показано, что его главным недостатком является возникновение аварийной ситуации в случае размыкания вторичной короткозамкнутой обмотки. Поэтому вопрос применения рассматриваемого трансформаторного датчика тока с короткозамкнутым кольцом с разомкнутой сигнальной обмоткой является актуальным. Автором также разработана методика расчета конструктивных параметров рассматриваемого трансформаторного датчика тока с короткозамкнутым кольцом с разомкнутой сигнальной обмоткой, позволяющая учитывать значение фазовой погрешности и значение выходного напряжения сигнальной обмотки. В результате сравнительного анализа фазовой погрешности трансформаторного датчика тока с коротозамкнутым кольцом и промышленного трансформатора тока было выявлено, что фазовая погрешность трансформаторного датчика тока меньше фазовой погрешности трансформатора тока при одинаковых исходных данных (значение измеряемого тока), конструкции сердечника и шины с первичным током [14].

## Список литературы

- 1. Колесников Э.В. и др. Исследование влияния магнитных полей на работу трансформатора тока. Известия вузов. Электромеханика, 1972, № 4, с. 355—361.
- 2. Тозони О.В., Дианов М. И. Метод расчета трехмерного поля в магнитных системах со стальными магнитопроводами. Кибернетика и вычисл, техника, 1974, № 26, с. 72—78.
- 3. Тозони О.В., Маергойз И.Д. Расчет трехмерных электромагнитных полей. Киев, Техніка, 1974, 352 с
- 4. Тозони О.В. Метод вторичных источников в электротехнике: научное издание / О.В. Тозони. М.: Энергия, 1975. 296 с.
- 5. Белохвастов В.А. Расчет помехоустойчивости датчика тока с магнитодиэлектрическим сердечником // Изв. Sev.-Kavk. Научн. Центр Высш. Шк., Тех. Науки. 1981. С. 17-20.
- 6. Хабигер, Э. Электромагнитная совместимость. Основы её обеспечения в технике / Э. Хабигер; пер. с нем. П. Кужекина; под ред. Б.К. Максимова. М.: Энергоатомиздат, 1995. 304 с.

- 7. Коржов, А.В. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / А.В. Коржов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. 70 с.
- 8. Жиларди М., Шеррер М., Роллер III. (Перевод: Рентюк В.) Особенности измерения токов с классом точности R // Силовая Электроника, № 4, 2014. С. 28-31.
- 9. Кутявин И.Д. Расчет трансформаторов тока с воздушным зазором. Известия ордена трудового красного знамени политехнического института имени С.М. Кирова. Том 72 1952 г. С. 33-41.
- 10. Беличенко Р.И., Березкин Е.Д. Разработка датчика тока для низковольтных комплектных распредустройств // Сборник по результатам LVIII заочной научной конференции International Research Journal, № 01 (55) 2017 г. Ч 4. С. 18-21.
- 11. Кузьмин А.А., Медведев В.Г., Петров М.И., Хадыев И.Г. К вопросам оценки параметров активной части реактора дугогашения с распределенными зазорами // Вестник Чувашского университета. -2019. №3. С. 119-126.
- 12. Клементьев С.В., Медведев В.Г., Баязитов И.Р. К определению ширины выпучивания магнитного потока в воздушных зазорах трансформаторов тока // Colloqium-journal, Czesc, Warszawa, Polska, 2020, № 1 (53), Р. 5-6.
- 13. Клементьев С.В., Медведев В.Г., Баязитов И.Р. Исследование зависимости ширины выпучивания магнитного поля от размеров немагнитного зазора и магнитной вставки трансформаторов тока // Colloqium-journal, Czesc, Warszawa, Polska, 2020, № (56), Р. 11-14.
- 14. Клименко К.А. Исследование электромагнитного поля трансформаторов промышленной частоты с короткозамкнутыми витками. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты». ПЦ КАН, Омск, 2013. 20 с.

## Локтионов Глеб Сергеевич

Инженер-метролог отдела технической метрологии компании «Сонел» ООО 109378, РФ, г. Москва, ул. Шумилова, д. 24

## КОНТРОЛЬ СООСНОСТИ ПОСАДОЧНЫХ ОТВЕРСТИЙ ПОД ЛОПАТКИ ГИДРОТУРБИНЫ

#### Loktionov Gleb Sergeevich

Metrological Engineer of Technical Metrology Department «Sonel» Company, LTD 109378, Russian Federation, Moscow, 24 Shumilova str.

## CONTROL OF THE ALIGNMENT OF THE LANDING HOLES UNDER THE BLADES OF THE HYDRAULIC TURBINE

#### Аннотация

В научной статье рассматривается метод и методика контроля соосности двух крупногабаритных отверстий гидроагрегата, с использованием центрирующего устройства, лазерного автоколлиматора и матрицы фотокамеры.

#### Abstract

The scientific article deals with the method and methodology for monitoring the alignment of two large-sized holes of a hydraulic unit, using a centering device, a laser autocollimator and a camera matrix.

**Ключевые слова**: контроль, соосность, отверстие, центроискатель, гидротурбина. **Keywords:** control, alignment, hole, center finder, hydraulic turbine.

#### Введение

Целью разработки системы измерения соосности крупных отверстий (от 500 мм.), является повышение производительности процедуры и точности измерений. Такая система может применяться для предупреждения и выявления несоосности отверстий и посадочных втулок лопастей турбоагрегатов, расточек для установки валов турбин. В частности, для таких ответственных узлов, в которых небольшое смещение взаимного пространственного положения осей нескольких отверстий может приводить к вибрациям, преждевременному износу движущихся деталей, к выходу на нестандартный режим работы, и как следствие, это ведет к уменьшению производительности и эффективности эксплуатации [1]. Это актуальная проблема, которая будет сохраняться в обозримом будущем, потому что существующие ГЭС стареют, а так же строятся новые, которые требуют обслужвания. К примеру, самые первые крупные гидроэлектростанции (ГЭС) в России были построены в 20-30 годах, большое количество до 70-х. Согласно своду правил эксплуатации гидротехнических сооружений [2] устанавливается понятие расчетного срока службы. Для крупных гидротехнических сооружений для 1 и 2 класса общей прочности и устойчивости сооружений он составляет 100 лет, для 3 и 4 класса-50 лет [2]. В течении всего срока службы необходимо производить технический контроль всего сооружения и его агрегатов не реже одного раза в пять лет. Помимо этого, не менее чем за 2 года до истечения расчетного срока службы сооружения, собственник должен выполнить работы по всестороннему обследованию его состояния, для определения дальнейшей возможности эксплуатации ГЭС. Как показывает практика, при условии своевременных вынеисправностей и их устранений гидроагрегаты исправно работают весь положенный расчетный срок службы, а некоторые и дольше. Так, на Гизельдонской ГЭС гидроагрегаты успешно работают 80 лет, на Волховской ГЭСпочти 90 лет, на малой ГЭС «Пороги» -более 100 лет. Для поддержания работоспособности необходим анализ, в частности контроль соосности отверстий, втулок, а также, обслуживание, ремонт турбоагрегатов и замена узлов. Ввиду уязвимостей втулок, отверстий из-за работы в специфических условиях: большие давления, действия сил трения скольжения- проблема носит типичный характер для агрегатов любых электростанций [4]. Поэтому была разработана оптическая автоматизированная система, способная сократить сроки обслуживания и повысить точность определения соосности и углового скрещивания геометрических осей отверстий, сведя воздействия человеческого фактора на точность измерений к минимуму. В настоящий момент современные оптические системы позволяют проводить измерения с точностью от 0,02 до 0,15 мм, механические от 0,15 до 0,3 мм. [5]. Но большинство из них имеют недостаток по продолжительности времени измерения, которое может доходить до суток, в зависимости от необходимых технологических операций по установке и настройке систем измерения несоосности.

## Реализация схемы измерения на примере втулок турбины ГЭС

Измерительное оборудование состоит из (рис. 1): оптического стола 1, лазерного автоколлиматора 2, куб-призмы 3, беззеркальной цифровой фотокамеры без объектива 4, центроискателя 5, ЭВМ 6, блока первичного преобразователя автоколлиматора 7, рабочего стола 8. [5], [6]. Расстояния  $\mathbf{r}_1$  и  $\mathbf{r}_2$  от поверхности куб-призмы до трипельпризм малого и большого центроискателей составляют 1500 и 500 мм соответственно.

Луч из автоколлиматора 2 выходит параллельным пучком (рис.1), проходит через развертку кубпризмы 3, отражается и преломляется под 90 градусов, один пучок попадает на матрицу фотодиодов фотокамеры 4, другой входит в трипель-призму

(световозвращатель), закрепленной в центроискателе малой втулки 5, луч возвращается в кубпризму 3, расходится под углом 90 градусов и попадает обратно в автоколлиматор 2, а другой луч в матрицу фотодиодов фотокамеры 4.

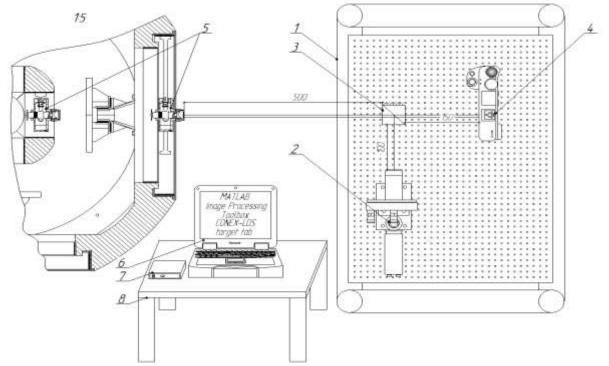


Рис.1. Реализация схемы измерения

### Порядок проведения измерения

Измерение осуществляется в два этапа:

Первый этап. Производится базирование измерительной системы относительно центроискателя 5 с отражателем, установленных в малой втулке. Необходимо добиться перпендикулярности луча к поверхности отражателя, для этого нужно расположить систему так, чтобы автоколлиматор 2 (рис.1) показывал нулевое угловое отклонение, а на матрицу фотокамеры 4 падало только два пятна, первое-неподвижное, которое отраженно от кубпризмы 3, второе-отраженное от трипельпризмы, закрепленное в центроискателе 5.

Второй этап. Центроискатель 5 с трипельпризмой центрируется в отверстии большой втулки (рис.1), процедура повторяется как в первом этапе. Если пучок луча изменил положение по отношению к предыдущему измеренному на первом этапе, то это говорит о взаимной несоосности  $\Delta l$  двух геометрических осей отверстий, если появилось третье пятно, то это свидетельствует о угловой скрещиваемости  $\Delta \phi$  двух геометрических осей отверстий. В данном случае третье пятно на фотодиодной матрице фотокамеры нас не интересует, поскольку его значение вычислить не получится. Узнать численное значение угла поможет автоколлиматор, он измеряет угловое отклонение и его направление и сразу выдает информацию на ЭВМ.

### Центрирующее устройство

Для точного нахождения центра отверстия (материализации оси) была разработана схема центрирующего устройства (рис. 2), которая качественно отличается от аналогов, тем, что ее составляющие части могут быть изготовлены с необходимой точностью на обычном токарном станке, не прибегая к изготовлению на дорогостоящих станках с числовым программным управлением (ЧПУ). Таким образом основным центрирующим элементом выступает конус 2, выполненный одной деталью с валом и нарезанной на ней резьбой 8. При выкручивании вала с конусом 2, при помощи рукоятки 9, конус разжимает наконечники 4, что позволяет крепко закрепить конструкцию в отверстии и центрировать ее. Втулки 5 обеспечивают посадку скольжения наконечников 4, шпонки 7 дают возможность прямолинейному перемещению наконечников. Пружины 6 не позволяют выдвигаться наконечникам под собственным весом, а так же втягинаконечник внутрь при извлечении центроискателя. Крышка 3 крепится с помощью трех болтов к корпусу 1 [7],[8]. Диаметр корпуса центроискателя составляет 375 мм, диаметр стержня наконечником 20 мм, ход наконечников 15 мм. Длина наконечников l при полном вылете составляет 720 мм.

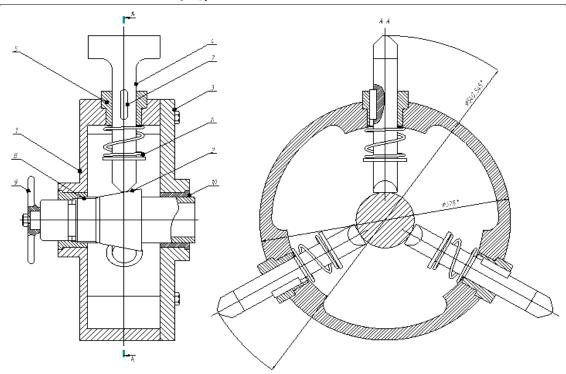


Рис.2. Центрирующее устройство

Материалы для изготовления центроискателя должны быть коррозионно устойчивы. Для изготовления корпуса подойдет алюминий, ввиду его легкости и жесткости, наконечники имеет смысл изготовить из нержавеющей стали марки 12X18H10T из-за высокой жесткости и коррозионной устойчивости, вал с резьбой и конусом необходимо изготовить так же из стали. Конус работает в соприкосновении со стальными наконечниками, где действует сила трения скольжения. Поэтому необходимо обеспечить наименьшее трение между деталями. Коэффициент трения стали о сталь весьма небольшой составляет 0,09 [9]. Втулки под вал с резьбой целесообразно изготовлять из бронзы, под наконечники из нержавеющей стали [9].

#### Посадка под втулку наконечника

Для соединения втулки с корпусом центроискателя применим предпочтительную легкопрессовую посадку H7/p6 с натягом [9], чтобы обеспечить гарантированный натяг и исключить возможные нежелательные перемещения. Для соединения наконечник-втулка выберем предпочтительную скользящую посадку Ø20H7/h6 [9] (рис.3).

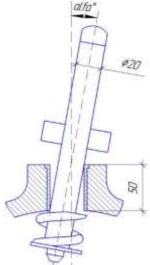


Рис. 3. Угловое смещение наконечника во втулке

Ниже приведены значения максимальных и минимальных диаметров наконечников d, максимальные и минимальные диаметры втулок D, а также значения минимальных и максимальных величин зазоров S между наконечниками и втулками:

$$d_{max} = 20$$
мм,  $d_{min} = 19,887$ мм,  $D_{max} = 20,021$ мм,  $D_{min} = 20$ мм,  $S_{max} = 0,034$ мм,  $S_{min} = 0$ мм.

При лучшем раскладе наименьший зазор  $S_{min}$  будет равен 0 мм, что обеспечит более высокую точность и меньшую погрешность измерения всей

системы, по сравнению с наибольшим зазором. Для того, чтобы при измерении действительная погрешность не оказалась больше расчетной, при расчете углового отклонения оси наконечника относительно оси втулки будем отталкиваться от худшего исхода, по этой причине расчет отклонения будет производиться с учетом наибольшего возможного зазора  $S_{max}$  и установки центроискателя в большее отверстие диаметром 1800мм, с верхним допуском  $0,19\,$  мм ( $\emptyset 1800^{+0,19}$ ), так как линейное смещение наконечников окажется больше ввиду их большей длины. Выберем самое неблагоприятное положение центроискателя -два наконечника внизу под углом 60 градусов к вертикальной оси, тогда под весом корпуса центроискателя будет происходить максимальное линейное смещение концов наконечников [9].

#### Угловое смещение наконечников

Рассчитаем угловое смещение  $\alpha_1$  при максимальном зазоре  $S_{max} = 0.034$ мм (рис. 3) (1):

ольшей 
$$a_1 = arctg \, \frac{D_{max}}{h} - arcsin \, \frac{d_{min}}{\sqrt{h^2 + D_{max}^2}} = arctg \, \frac{20,021}{50}$$
 
$$-arcsin \, \frac{19,887}{\sqrt{50^2 + 20,021^2}} = arctg \, \frac{20,021}{50} - arcsin \, \frac{19,887}{\sqrt{50^2 + 20,021^2}} = arctg \, \frac{20,021}{\sqrt{2520,021}} = arctg \, \frac{19,887}{\sqrt{2520,021}} = 21,8221515 - arcsin \, \frac{19,887}{53,8594} = 21,8221515 - arcsin0,36923 = 21,8221515 - 21,668 = 0,15415^\circ, (1)$$

где  $\alpha_1$ -угол смещения между осью наконечника и геометрической осью втулки,  $D_{\text{max}}$  максимальный диаметр втулки; d<sub>min</sub>-минимальный диаметр наконечника; h-высота втулки (рис. 3).

Зная угол смещения (1) вычислим проекцию длины наконечника  $L_1$  (2):

$$L_1 = l \cdot cos\alpha = 720 \cdot cos0,154^{\circ} = 719,9973$$
 мм. (2)

## Расчет прогиба наконечников центроискателя

Расчетная масса конструкции центроискателя составляет 18 кг, примем что его вес, при симметричном положении двух нижних наконечников относительно вертикальной оси, распределяется поровну. Это будет самое опасное положение на изгиб наконечников, поскольку нормальная сила F, действующая на наконечник под углом 90 граду-Распределенную будет максимальной. нагрузку от массы наконечников не будем брать во внимание, так как она очень мала, по сравнению с нормальной силой F. Тогда получится, что на один наконечник действует сила f равная f=18/2=9кг (в 90 Ньютонов), а составляющая искомая сила F, как видно из треугольника, равна 77 Ньютонам (рис.4).

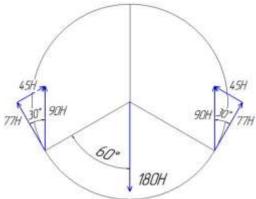


Рис. 4. Схема сил центроискателя

Наконечник в этом случае является жестко заделанной консольной балкой одним концом. Диаметр поперечного сечения круглого наконечника равен 20 мм. Модуль упругости Е нержавеющей стали, из которой изготовлен наконечник равен E = $2,1 \cdot \frac{10^5 \mbox{\tiny KF}}{\mbox{\tiny CM$^2$}}$ , момент инерции I для круглого сечения диаметра 20 мм равен  $I = 785 \text{см}^4$  [9]. Примем, что начало координат наконечника начинается в месте ее закрепления с корпусом центроискателя. Обозначим начало координат точкой 0. Тогда прогиб сечения балки  $V_0$  и угол поворота  $\theta_0$  в этой точке будет равен нулю, согласно [9]. Запишем уравнение прогиба наконечника (3) [9]:

$$EIV_k = \frac{Fl^3}{\epsilon} \tag{3}$$

 $\emph{EIV}_k = \frac{\mathit{Fl}^3}{\mathit{6}} \tag{3}$  где  $V_k$  - значение прогиба конца наконечника в MM.

Подставляя значения моментов инерции, модуля упругости, силы и длины наконечника в формулу (3), получим значение прогиба конца наконеч-

$$V_k = \frac{Fl^3}{6EI} = \frac{77 \cdot 0,5024 \cdot 10^9}{6 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \cdot 785} = 0,401$$
mm,

где F-нормальная сила, приложенная к наконечнику, 1-расстояние от точки приложения силы F до заделки, то есть длина вылета наконечника при закреплении центроискателя в отверстии.

Зная значение проекции длины наконечника L<sub>1</sub> из формулы (2), вычислим значение новой проекции длины L2 после прогиба наконечника, а так же угол прогиба  $\alpha_2$  (4):

$$L_2 = \sqrt{{L_1}^2 + {V_k}^2} = \sqrt{719,9973^2 - 0,401^2} = 719,9971 \text{mm.}$$
 
$$arcsin\alpha_2 = arcsin\frac{V_k}{L_1} = arcsin\frac{0,401}{719,9973} = 0,031^\circ$$
 (4)

Из формул (1),(2) вычислим полный угол смещения наконечника  $\alpha_3$ :

$$\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2 = 0.15415^{\circ} + 0.0312^{\circ} = 0.185^{\circ}$$

## Расчет погрешности базирования центра центроискателя относительно геометрического центра отверстия

Обобщая выводы из вышесказанного в двух предыдущих главах, определим погрешность базирования центра центроискателя относительно центра отверстия  $\delta h_1$ . Расчет произведем с помощью геометрического построения упрощенной модели центроискателя в масштабе в программе Коmpas с

учетом прогиба и углового отклонения наконечников. На (рис.5) слева снизу изображены два наконечника центроискателя без учета их смещения, пунктиром обозначено их смещение на угол  $\alpha_3=0,185^\circ$ . На (рис.5) справа изображено действительное положение центроискателя с учетом смещения наконечников. Погрешность базирования центроискателя  $\delta h_1$  в отверстии составит 0,03 мм.

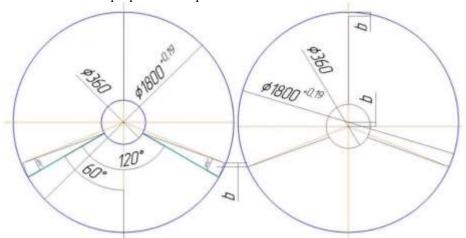


Рис. 5. Расчет смещения центра центроискателя относительно геометрического центра отверстия

## Определение смещения на матрице фотоаппарата и обработка измерений.

В процессе измерений на фотодиодной матрице фотокамеры определяются координаты изображений і-го пятна лазера в пикселах, методом определения энергетического центра (рис.6). Затем

с помощью несложных математических вычислений определяются положения пятен друг относительно друга. Достоинствами используемого метода являются простота и высокая точность. Данные обрабатываются на компьютере, заносятся в базу данных и выводятся в удобном для оператора виде [6].

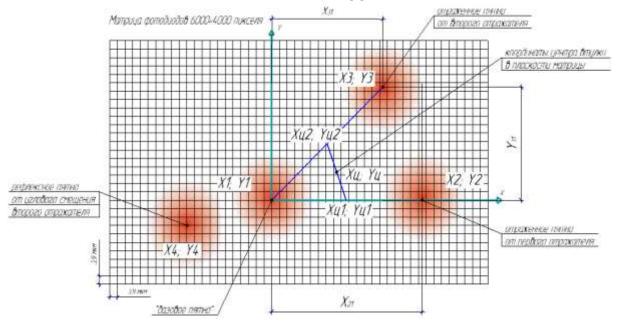


Рис. 6. Определение расстояния между пятнами лазера

Для определения координат пятен на фотодиодной матрице вводится декартова система координат, которая делит плоскость на четыре координатные четверти. За отсчет принимается неподвижное базовое пятно. Координаты изображения  $x_i$  и  $y_i$  iго пятна можно вычислить по формулам:

$$x_i = p_x \tilde{x}_i , y_i = p_y \tilde{y}_i ,$$

где  $P_x$  и  $P_y$ -горизонтальный и вертикальный шаг пикселя, равный 0,0039мм (рисунок 6);  $\tilde{x}_i$  и  $\tilde{y}_i$ координаты изображения і-го пикселя.

Смещение третьего пятна относительно второго на фотодиодной матрице (рис.6) можно и определить по следующим формулам (5). Сначала вычисляются координаты точек  $x_{31}$  и  $y_{31}$  по двум осям (5):

$$x_{31} = x_3 - x_1,$$
  
 $y_{31} = y_3 - y_1,$   
 $x_{21} = x_2 - x_1,$ 

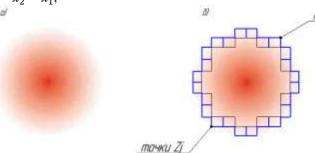


Рис. 7. Алгоритм эллиптического контура: а) оптическое изображение; б) цифровое изображение

Далее осуществляется подбор эллипсоида по точкам контура в соответствии с условием, по формулам:

$$\bar{z}_j \begin{bmatrix} a & b \\ b & c \end{bmatrix} z_P^{-T} = 1, \bar{z}_j = \begin{bmatrix} x_j & -x_0 \\ y_j & -y_0 \end{bmatrix},$$

где а, b, с-большая и малая полуоси и фокальный радиус эллипса, расположенного в координатах ј-го элемента контура, где ј принимает значения от j=1,...N;  $(x_0,y_0)$ ,  $(x_j,y_j)$ -координаты j-го элемента контура при j=1,...N,  $z_P^{-T}$ -вектор, координат точки с наибольшей интенсивнстью излучения пятна Р, Ткоэффициент пропускания трипельпризмы[10]

## Оценка составляющих погрешностей и расчет полной погрешности измерения системы

Составляющие погрешности:

1) погрешность вызванная закреплением центроискателя  $\delta h_1$ :

$$\delta h_1 = 0.03$$
 мм;

2) погрешность установки фотокамеры  $\delta h_2$ :  $\delta h_2 \to 0 \text{MM}$ ;

3) погрешность, вызванная поворотами оси симметрии трипельпризмы, относительно оптической оси  $\delta h_3$ . В приближении геометрической оп-

тики можно записать в виде, согласно [11], [12]: 
$$\delta h_3 = \frac{n-1}{n} d_n sin\alpha \cdot \Big(1 + \frac{r \cdot n}{d_{\text{BII}}(n-1)}\Big);$$
 
$$d_n = k \cdot a \; ;$$

где к-коэффициент призмы для трипельпризмы; а-наибольшая длина пучка, которая может пройти через развертку призмы; а-угол между осью симметрии призмы и оптической осью; г -рас-

$$y_{21} = y_2 - y_1 \tag{5}$$

Затем подставляя значения (5) в (6), получим относительные расстояния  $\acute{x}_{32}$  и  $\acute{y}_{32}$  между точками:

$$\begin{split} \dot{x}_{32} &= x_{21} - x_{31}, \\ \dot{y}_{32} &= y_{21} - y_{31} \\ \Pi \text{ Одставив (5),(6) в (7) получим значение несо-} \end{split}$$

осности взаимного расположения двух геометрических осей отверстий  $l_{32}$ :

$$l_{32} = \sqrt{(\dot{x}_{32})^2 + (\dot{x}_{32})^2} \tag{7}$$

Процедура использует метод линейной интерполяции, граничный переход каждого пикселя сравнивается с четырьмя окружающими. На каждой установленной границе используется линейная интерполяция для определения точки оптического изображения (рис 7, а), принадлежащей контуру (рис.7, б) [10].



стояние от вершины трипельпризмы до точки вра-(отрицательное направление стекла);  $d_{\rm вп}$ -высота трипельпризмы.

Точка, при вращении вокруг которой трипельпризма нечувствительна к повороту, располагается от вершины призмы на расстоянии:

$$d_1 = -d_n(n-1)/n.$$

 $d_1 = -d_n(n-1)/n.$  При  $d_{\mbox{\tiny BH}} = 32$ мм, стекле марки К8, при повороте призмы α не более 3 и возможном смещении призмы относительно точки нечувствительности 5 мм величина погрешности  $\delta h_3$  не превосходит 0,018 мм. При расчете суммарной погрешности, вносимой трипельпризмой, не учитываются погрешности ее изготовления, поскольку не допускается замена трипельпризмы на аналогичную, а также ее поворот вокруг своей оси. Также не учитывается то, что в реальных системах трипельпризма может быть смещена в своем корпусе относительно оптической оси и вдоль нее [11], [12].

4)погрешность вызванная отклонением луча лазера  $\delta h_4$ :

$$\delta h_4 = \sin \alpha_1 (r_1 - r_2) = \sin 0.015415^{\circ} (1500 - 500) = 0.017 \text{MM},$$

где  $r_1$  и  $r_2$  расстояния от куб-призмы до поверхностей отражателей малого и большего отверстий соответственно (рис. 1);  $\alpha_1$ - угол смещения между осью наконечника и геометрической осью втулки.

5) погрешность определения энергетического центра излучении.

Кроме рассмотренных выше погрешностей, существуют также погрешность, вызванная неточностью определения энергетического центра излучении, пятна лазера  $\delta h_5$ . Ее можно представить, как

среднеквадратическое отклонение двух пятен. Отклонение одного пятна можно найти как корень из суммы квадратов сторон  $P_{\chi}$  четырех пикселей по горизонтальной и вертикальной координатам. Формулу можно представить в виде:

$$\delta h_5 = \sqrt{\left(\sqrt{(4P_{_{\!\it X}})^2 + (4P_{_{\!\it X}})^2}\right)^2 + \left(\sqrt{(4P_{_{\!\it X}})^2 + (4P_{_{\!\it X}})^2}\right)^2} = \\ \sqrt{2 \cdot \left(\sqrt{(4P_{_{\!\it X}})^2 + (4P_{_{\!\it X}})^2}\right)^2} = \sqrt{2 \cdot (4 \cdot 0,039)^2 + 2 \cdot (4 \cdot 0,039)^2} = 0,0312 \text{mm}.$$

Суммарную погрешность системы, можно вычислить по формуле:

$$\delta h = \sqrt{\delta h_1^2 + \delta h_2^2 + \delta h_3^2 + \delta h_4^2 + \delta h_5^2} = 0,05$$
мм.

В рамках данной научной статьи была представлена разработанная схема измерительной системы для определения несоосности и углового скрещивания геометрических осей крупногабаритных втулок, и отверстий, а так же рассмотрен принцип работы на примере измерения двух крупногабаритных втулок турбины гидроэлектростанции, имеющие размеры Ø1800<sup>+0,19</sup> и Ø500<sup>+0,07</sup>мм. Расчетная погрешность измерения составила 0,05 мм., для исходных диаметров втулок и с учетом неточности базирования центрирующего устройства, обусловленной выбором посадок установочных втулок под наконечники, а так же прогибом самих наконечников. Дополнительную погрешность вносит вращение трипельпризмы вокруг ее геометрической оси в момент установки, и обработка алгоритмом контура пятен лазера. Систему можно изготовить с необходимой точностью измерения в зависимости от технических требований, путем изменения геометрических размеров ответственных деталей центроискателя, замены фотокамеры с отличными размерами пикселей матрицы. Автоколлиматор может быть заменен на лазер со стабильными параметрами лазерного пучка.

## Список литературы:

- 1) Дворецкая М.И., Жданова А.П., Лушников О.Г., Слива И.В. Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России. СПб. Издательство Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, 2018. 224 с. ISBN 978-5-7422-6139-1.
- 2) СП 58.13330.2012 (Гидротехнические сооружения. Основные положения)
- 3) СТО РусГидро 02.03.77-2015. Гидроэлектростанции, продление срока службы основного

оборудования в процессе эксплуатации, нормы и требования, 2017.

- 4) Гидроэлектростанции России. М.: Типография Института Гидропроект, 1998. 467 с.
- 5) Афанасьев В. А., Жилкин А. М., Усов В. С. Автоколлимационные приборы. М., Недра, 1982, 144 с.
- 6) А. Г. Анисимов, А. А. Горбачев, А. В. Краснящих, А. В. Пантюшин Санкт-петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики. Оптико-электронная система контроля соосности элементов турбоагрегатов с. 138-142.
- 7) Пат. 1408212 СССР, М. Кл.<sup>2</sup> G 01B 11/26. Устройство для контроля соосности двух отверстий/ Заявитель и патентообладатель А.А. Винокуров, Д.В. Любченко. -№4163926/24-28; заявл. 18.12.86; опубл. 07.07.88, Бюл. №25-2 с. :ил.
- 8) Пат. 621957 СССР, М. Кл.<sup>2</sup> G 01 В 5/24. Визирная марка для измерения несоосности отверстий/ Заявитель и патентообладатель В.Г. Пустовалов. -№4837498/28; заявл. 03.05.90; опубл. 23.09.92, Бюл. №35-2 с. :ил.
- 9) Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Том 1-8-е изд., перераб. И доп. Под ред. И.Н. Жестковой-М. Машиностроение, 2001. -920 с.
- 10) Gutierrez, JA; Armstrong, BSR Precision Landmark Location for Machine Vision and Photogrammetry, Springer, 2008
- 11) Пантюшин А.В., Шомрина М.А., Анисимов А.Г., Яковлев А.С. Исследование влияния погрешности установки отражателя на точность системы контроля соосности // Сборник трудов Т.1. Оптическое приборостроение. СПб: Труды оптического общества им. Д.С. Рождественского, 2006. -С. 64-67.
- 12) Чуриловский В.Н. Теория, оптических приборов. М.-Л., Машиностроение, 1966. 564с.

УДК: 621.311.25

Мансор Мухаммед Ф. Мансор студент магистратуры; Аль-Гбури Заидун Халаф Махмуд студент магистратуры

Казанский государственный энергетический университет (РФ, г.Казань)

## АНАЛИЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К РАБОТЕ КРУПНОМАСШТАБНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ

Mansor Muhammed F. Mansor graduate student; Al-Gburi Zaidoon Khalaf Mahmood graduate student

Kazan state power engineering university (Russian Federation, Kazan)

## ANALYSIS AND STUDY OF THE REQUIREMENTS FOR THE OPERATION OF A LARGE-SCALE SOLAR POWER PLANT WITH AN ELECTRIC GRID

#### Аннотация

Фотоэлектрические системы с сетью, стали лучшей альтернативой в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в больших масштабах. Анализ производительности этих подключенных к сети установок может помочь в проектировании, эксплуатации и обслуживании новых сетевых систем. Предложенная 40 МВт фотоэлектрическая электростанция в Куте / Ираке является крупномасштабной солнечной электростанцией. В этом исследовании объясняются аспекты проектирования солнечной фотоэлектрической установки наряду с ее годовой производительностью. Результаты были получены с помощью программы SAM, где было выполнено моделирование солнечной станции.

#### Abstract

Photovoltaic systems grid connected have become the best alternative in the field of renewable energy sources on a large scale. Performance analysis of these grid-connected installations can help design, operate and maintain new grid systems. The proposed 40 MW photovoltaic power plant in Kut/ Iraq is a large-scale solar power plant. This study explains the design aspects of a solar photovoltaic installation along with its annual output. The results were obtained using the SAM program, where the simulation of the solar power plant was performed.

**Ключевые слова:** солнечная электростанция (СЭС), Программа SAM, Фотоэлектрическая система. **Keywords:** solar power plant (SPP), the SAM program, photovoltaic system.

В настоящее время возрастает влияние возобновляемых источников энергии на развитие электроэнергетики [1]. Применение фотоэлектрических модулей (ФЭМ) в процессе преобразования солнечной энергии в электрическую открывает новый этап в развитии солнечных электростанций (СЭС) [2].

Работа солнечной фотоэлектрической электростанции осуществляется со следующими целями:

- (1) Изучить сезонные колебания выхода установки из солнечной системы;
- (2) Оценить техническую производительность путем оценки ежегодного энергетического выхода, эталонного выхода и потерь в системе;

(3) Сравнить данные моделирования в программе SAM.

#### 1. Описание солнечной системы

Фотоэлектрическая система состоит из солнечных панелей, инверторов, силового трансформатора и оборудования для подключения к электрической сети, она эффективно использует энергию, вырабатываемую из солнечной энергии, поскольку нет потерь при аккумулировании энергии (см. Рис. 1)[3].



Рис. 1. Схема совмещенного подключения городской сети и ФЭС.

## Схема установки

Общая мощность станции 40 МВт, она занимает более 70 гекторов. Существуют разные топологии в зависимости от того, как распределены основные компоненты. Наиболее используемой топологией компаний является центральная конфигурация из-за ее простоты (рис. 2). Электростанции разделена на десять ветвей с равными двумя блоками. Каждый блок состоит из около 337 рядов, соединенных параллельно с одним инвертором через соединительную коробку. Каждый ряд состоит из 15 солнечных панелей, соединенных по-

следовательно (395Вт, КПД 19,7%, поликристаллической панелью, (Uxx) 49,3В (Ixx) 10,3А). Используется трехфазный трансформатор (номинальная мощность 4мВА, повышающий трансформатор 400В\33кВ, КПД почти 97%). Выход трансформатора подключен к сети 33кВ (см. Рис. 2). Этот способ установки экономичен, более надежен и вырабатывает больше энергии.

Инвертор преобразует мощность постоянного тока в мощность переменного тока. Номинальная мощность составляет 2 мВт. Выход инвертора автоматически синхронизируется с тем же напряжением и частотой, что и сетка.

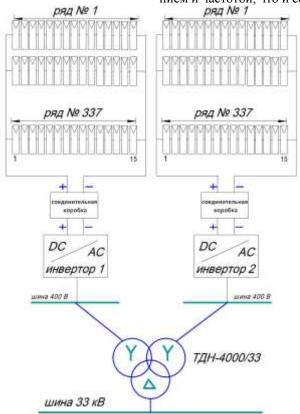


Рис. 2. Схема установки для центральной конфигурации.

СЭС состоит из 10 фотоэлектрических ветвей в радиальной конфигурации (рис. 3) [4]. Выход трансформатора подключен к электросети 132 кВ.

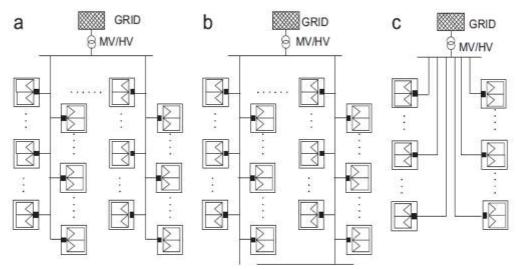


Рис. 3. Конфигурация СЭС (а) радиальная, (б) струнная и (в) звезда.

## 3. Анализ производительности в СЭС

## 3.1. Системные параметры

## Начальная выработка

Это общее горизонтальное излучение на панели  $H_t$  (Вт ч/м²), деленное на Глобальное излучение при стандартных условиях испытаний STC (Вт/м²)  $G_o$ .

$$Y_R = \frac{H_t}{G_o} (q / д) \tag{1}$$

## Конечная выработка

Он определяется как годовая, ежемесячная или дневная чистая выработка энергии переменного тока системы (Вт ч/м²), деленная на пиковую мощность установленной электростанции при (standard test conditions STC)1кВт/м² и 25С.

$$Y_F = \frac{E_{PV AC}}{P_{\max G STC}} (\Psi / \Pi)$$
 (2)

## Коэффициент полезного действия

Это конечная выработка, деленная на начальной выработке. Коэффициент производительности можно определить, как сравнение производительности установки, которая может быть достигнута с учетом излучения, температуры панели, наличия электрической сети, размера площади апертуры, номинальной выходной мощности, затенения и загрязнения панели.

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \tag{3}$$

## Коэффициент использования установленной мощности

Он определяется как реальная выработка электрической установки по сравнению с теоретической максимальной мощностью установки.

$$KUYM = \frac{\text{среднеарифметической мощности MBт*ч}}{(365 \text{ дней}) \times (24 \text{ часа/дней}) \times (\text{установленная мощность MBT})}$$
 (4)

### КПД системы

Ежедневная КПД системы представлена как КПД фотоэлектрического модуля, умноженная на КПД инвертора.

$$\eta_{sys} = \eta_{PV} \times \eta_{inv} \tag{5}$$

Где, 
$$\eta_{sys} = \frac{P_{AC}}{P_{DC}}$$

## Потери электростанции

Потери энергии происходят в различных компонентах электростанции, подключенной к сети [6]:

- Тепловые потери: потери, вызванные температурой модуля выше 25°C.
- Разные потери: потери, вызванные проводкой, струнными диодами, низким излучением, частичным затенением, рассогласованием, ошибками отслеживания максимальной мощности, пылью, инвертора.

## 3.2. Моделирование с помощью программы SAM

Программа SAM (System Advisor Model (SAM)) - это одна из программ моделирования, разработанных для оценки производительности солнечной электростанции. Он способен импортировать метеорологические данные из разных источников. Программа точно прогнозирует выходы системы, рассчитанные с использованием подробных часовых данных моделирования.

## 4. Результаты и обсуждение

## 4.1. Солнечное излучение против пиковой выходной мощности

Солнечное излучение, поглощаемое солнечными модулями, преобразуется в полезную мощность и зависит от солнечного излучения и температуры окружающей среды. Типичный результат дня показан на рис. 4-5, чтобы понять влияние излучения и температуры на выходную мощность системы.

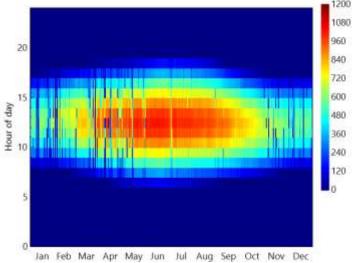


Рис. 4. Общое горизонтальное излучение (Вт / м²)

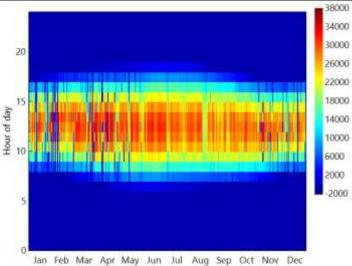


Рис. 5. Вырабатываемая мощность системы (кВт)

## 4.2. Диаграмма потерь

Здесь учитываются загрязнение и электрические потери, которые не рассчитываются в моделях

инверторе и солнечных батарей. При моделировании рассчитывается влияние этих потерь на результаты, См. Рис. 6.

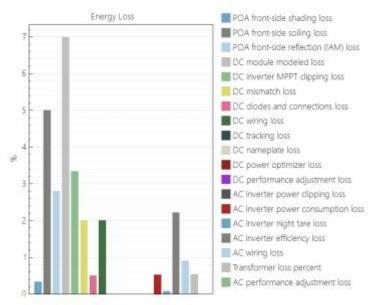


Рис. 6. Потери электрической энергии (%)

## 4.3. Коэффициент (PR) и (КИУМ)

Коэффициент полезного действия (PR) составляет около 75%. Коэффициент использования мощностей (КИУМ) составляет почти 19,6%. Чем выше

КИУМ, тем ниже будет стоимость выработки электроэнергии.

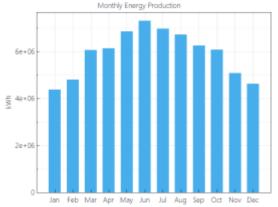


Рис. 7. Ежемесячное производство электроэнергии (кВт\*час)

### 4.4. Производство электроэнергии

Данные собираются с помощью программы SAM. Самая высокая месячная сумма выработки

энергии 7 311 МВт\*час в июне, а самая низкая 4 385 МВт\*час в январе. Общая годовая выработка 71 278 МВт\*час (см. Табл. 1).

Таблица 1

Месяц	Ежемесячная энергия (МВт ч)	Годовая энергия (МВт ч)
Январь	4 385	
Февраль	4 807	
Март	6 060	
Апрель	6 137	
Май	6 848	
Июнь	7 311	71 278
Июль	6 971	/1 2/8
Август	6 722	
Сентябрь	6 253	
Октябрь	6 081	
Ноябрь	5 074	
Декабрь	4 623	

#### 5. Заключение

Производительность и анализ солнечной фотоэлектрической электростанции мощностью 40 МВт, установленной в Куте, оценивались на ежегодной основе.

- во время работы года наблюдалась пиковая мощность 40,83 МВт и 20,34 МВт минимальной мошности
- Максимальная общая выработка энергии 7311 МВт\*час был в июне и наблюдалась низкая общая выработка энергии 4385 МВт\*час в январе.
- Солнечная фотоэлектрическая электростанция работает с хорошим количеством PR и КИУМ. Солнечная электростанция работает и подает энергию в электрическую сеть с эксплуатационным процентом почти 98%.

Исследование дает возможность определить местоположение и подходящую технологию для развертывания солнечной фотоэлектрической системы (в больших масштабах) в Ираке. Эта информация полезна при оценке эксплуатационных преимуществ солнечной электростанции на основе гарантированной выработки электрической энергии. Данные мониторинга и опыт эксплуатации фотоэлектрической системы могут быть применены для будущих проектов.

## Список литературы

- 1. Makrides, G., Zinsser, B., Norton, M., Georghiou, G.E., Schubert, M., Werner, J.H., 2010. Potential of photovoltaic systems in Countries with high solar irradiation. Renewable Sustainable Energy Rev. 14, 754–762.
- 2. Слюнкин Н.П., Константинов Г.Г. Разработка математической модели ФСЭС//Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Иркутск, 2017. Ч. 2. С. 359–364.
- 3. Hailin W.; Tongjia W.; Xiaoping S., The application of cascade power electronic transformer in large-scale photovoltaic power generation system, IEEE Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific, pp. 425-428, 22 August, 2019.
- 4. Cabrera-Tobar, Bullich-Massagu, Arags-Pealba, Topologies for large scale photovoltaic power plants. Renew Sustain Energy, Rev 2016; 59:309–19.
- 5. De Lima, L.C., de Araújo Ferreira, L, de Lima Morais, F.H. Performance analysis of a grid connected photovoltaic system in northeastern Brazil, Energy. Sustain. Dev., 2017, 37, pp. 79–85
- 6. Santiago, I, Trillo-Montero, D, Moreno-Garcia, I.M., Modeling of photovoltaic cell temperature losses: a review and a practice case in south Spain, Renew. Sust. Energy Rev., 2018, 90, pp. 70–89

УДК 629.4

#### Наркизова Екатерина Александровна

кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Петербургского государственного университета путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации

Савушкина Юлия Викторовна

Кандидат экономических наук,

заместитель генерального директора «НИИ Трансмаш»

## ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ-ХОППЕРОВ В СОСТАВЕ ПОЕЗДА С ЦЕЛЬЮ УТОЧНЕНИЯ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ

### Narkizova Ekaterina Aleksandrovna

Candidate of Technical Sciences; Associate Professor of the Department «Wagons and Wagon Economy» at Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

Savushkina Yulia Viktorovna

Candidate of Economic Sciences

Deputy General Director of «Transmash Research Institute»

## PRINCIPLES OF MODELING THE DYNAMICS OF MOVEMENT OF HOPPER CARS IN A TRAIN IN ORDER TO CLARIFY THE CHOICE OF PARAMETERS FOR SPRING SUSPENSION

#### Аннотация

В статье рассматриваются параметры, необходимые для создания компьютерной модели динамики вагона с использованием расчетных схем исследуемых вагонов-хопперов, а также перечисляются задачи, которые становится возможным решить в результате применения данной модели.

#### Abstract

The article considers the parameters necessary for creating a computer model of car dynamics using the design schemes of the studied hopper cars, and also lists the problems that can be solved as a result of using this model.

**Ключевые слова:** вагоны – хопперы, оценка динамических качеств вагона, комплекс MEDYNA, нелинейная модель, геометрические параметры вагона, взаимодействие элементов вагона.

Keywords: hopper cars, estimation of dynamic qualities of the car, complex MEDYNA, nonlinear model, geometric parameters of the car, interaction of elements of the car.

В настоящее время показатели динамических качеств и динамические силы, возникающие при движении вагона, определяют численным моделированием или по результатам ходовых испытаний в режимах движения на прямом участке пути, в кривых среднего и малого радиуса, в стрелочных переводах.

Возможность определения показателей численным моделированием появилась с разработкой и введением в действие межгосударственного стандарта «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам». Это позволило качественно и количественно оценивать показатели безопасности движения, воздействия на путь, исследовать динамические качества вагона и влияние на них параметров подвешивания и пути до или взамен проведения дорогостоящих ходовых испытаний. Так, до июля 2014 года для расчетной оценки динамических качеств грузовых вагонов использовались «Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог колеи 1520 мм (несамоходных)» (ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г.), в связи с чем возникали большие отклонения между расчетными и экспериментальными значениями.

Метод компьютерного моделирования динамики вагона позволяет выявить основные факторы (характеристики рессорного подвешивания или железнодорожного пути), влияющие на показатели динамических качеств. Для решения задачи необходимо разработать математическую модель движения вагона-хоппера по прямому и криволинейным участкам пути.

Для разработки математической модели движения используем специализированный программный продукт - MEDYNA. Вагон-хоппер представим в виде механической системы, состоящей из абсолютно твердых тел и силовых или кинематических связей между ними. Взаимодействие элементов вагона-хоппера между собой и с рельсами описывается нелинейной моделью.

Для описания модели в программном комплексе MEDYNA, в котором будет выполнен расчет, необходимо выбрать твердые тела, которыми будет моделироваться вагон, задать их геометрию (положение центров масс тел и места крепления элементов связей — так называемых узлов), задать направления элементов связей (номера тел и принадлежащих им узлов, которые соединяются элементом связи). Далее модель конкретизируем заданием массовых характеристик тел (масс и моментов инерции), а также типов и параметров элементов связей.

В модели вагона-хоппера выделим 24 твердых тела: кузов вагона (2 твердых тела), две надрессорные балки, четыре боковые рамы, четыре колесные пары, восемь участков рельсов и четыре участка подрельсового основания (шпалы, балласт). Номера тел обозначены на схеме (рисунок 1) в прямоугольниках.

Стандартно в математической модели кузов вагона может быть представлен одним абсолютно твердым телом. При этом положение его центра масс и инерционные характеристики учитывают загрузку вагона (тара или брутто). Но особенностью кузовов вагонов-хопперов является низкое значение собственной частоты крутильных колебаний (8–10 Гц), которая оказывает значительное влияние на динамику вагона в целом. Для учета крутильной жесткости кузов разбит на два твердых тела, связанных элементом с эквивалентной жесткостью и демпфированием.

Автосцепные устройства не моделируются, поэтому свободные перемещения кузова в продольном направлении ограничены. Для колёсных пар по степеням свободы ограничения не накладываются.

В модель, кроме основных частей вагона, входят тела, представляющие рельсовый путь. Путь представлен инерционными элементами (участками) рельсов, расположенными под каждым колесом и элементами (участками) подрельсового основания, расположенными под каждой колесной парой. У элементов пути запрещены относительные перемещения в продольном направлении и повороты относительно поперечной и вертикальной осей. Это обусловлено тем, что в реальных условиях длина пути бесконечна. Следовательно, по упомянутым направлениям путь имеет пренебрежительно малую податливость.

Для создания модели необходимо знать геометрические параметры вагона и пути. Для вагона-хоппера на тележках 18-9855 геометрические параметры, используемые для вычисления координат узлов, представлены в таблице 1, а инерционные характеристики — в таблице 2.

Таблица 1

Геометрические характеристики вагона-хоппера

Наименование параметра	Величина
База вагона, м	10,50
База тележки, м	1,850
Поперечное расстояние между центрами рессорных комплектов, м	2,036
Поперечное расстояние между осями боковых скользунов, м	1,524
Высота центра масс кузова порожнего вагона над УГР, м	1,868
Высота центра масс боковой рамы тележки от оси КП, м	0,072
Высота центра масс надрессорной балки тележки от оси КП, м	0,187
Диаметр колес по кругу катания, м	0,950
Расстояние между кругами катания, м	1,58
Ширина колеи, м	1,52
Подуклонка рельса	(1:20)

Таблица 2

Инерционные характеристики вагона-хоппера

		Главный центральный	Главный центральный	Главный центральный
Элемент вагона	Масса, кг	момент инерции для	момент инерции для по-	момент инерции для
		продольной оси, кг $\cdot$ м $^2$	перечной оси, кг $\cdot$ м <sup>2</sup>	вертикальной оси, кг $\cdot$ м <sup>2</sup>
Кузов порожний	12960	23841	224811	216930
Боковая рама*	584	16	195	180
Надрессорная балка**	832	451	11	455
	1500	1200	170	1200
Колесная пара	1500	1300	170	1300

<sup>\*</sup> учитывается 2/3 веса рессорного комплекта;

На рисунке 1 изображена расчетная схема исследуемого вагона-хоппера с номерами тел (в прямоугольниках) и элементов связи (в кружках).

<sup>\*\*</sup> учитывается 1/3 веса рессорного комплекта.

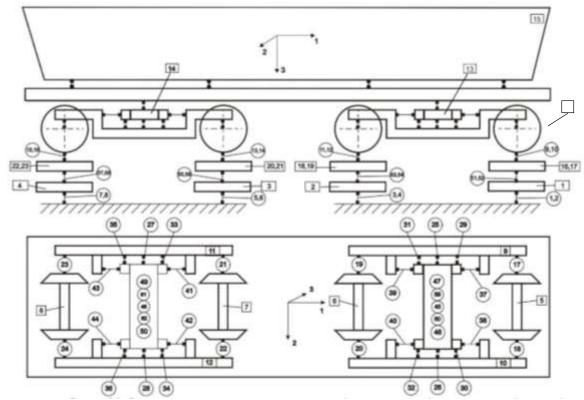


Рисунок 1. Расчетная схема вагона-хоппера

Дальнейшее создание модели производим в том же порядке, что и ввод данных в блоках комплекса MEDYNA. В статье рассмотрим расположение узлов на кузове вагона, так как названия и координаты узлов для прочих тел подробно рассмотрены и описаны ранее [3].

Расположение узлов на кузове вагона показано на рисунке 2, а координаты узлов – в таблице 3.

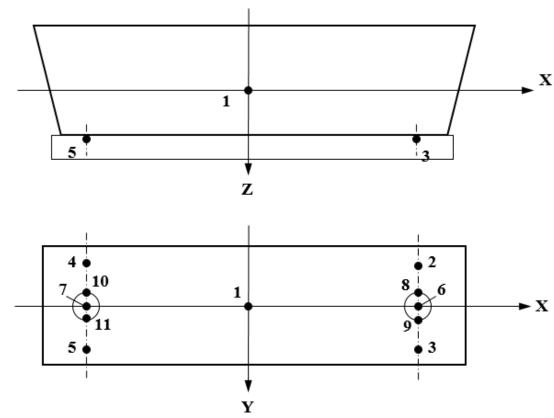


Рисунок 2. Расположение узлов на кузове вагона

Таблица 3

Координаты узлов на кузове вагона

Номер узла	Название		Координаты, м		
		$\boldsymbol{x}$	${\mathcal Y}$ *	Z *	
1	Центр масс	0	0	0	
2	Скользун 1 левый	5,25	-0,762	1,119/1,563	
3	Скользун 1 правый	5,25	0,762	1,119/1,563	
4	Скользун 2 левый	-5,25	-0,762	1,119/1,563	
5	Скользун 2 правый	-5,25	0,762	1,119/1,563	
6	Пятник 1	5,25	0	1,226/1,67	
7	Пятник 2	-5,25	0	1,226/1,67	
8	Доп. точка на пятнике 1 (298 элемент)	5,25	-0,128/-0,407	1,226/1,67	
9	Доп. точка на пятнике 2 (298 элемент)	5,25	0,128 / 0,407	1,226/1,67	
10	Доп. точка на пятнике 3 (298 элемент)	-5,25	-0,128/-0,407	1,226/1,67	
11	Доп. точка на пятнике 4 (298 элемент)	-5,25	0,128 / 0,407	1,226/1,67	
* - в числителе	- в числителе для порожнего вагона, в знаменателе – для груженого				

Разработанная математическая модель движения вагона-хоппера на тележках 18-9855 с номинальными параметрами боковых скользунов постоянного контакта и центрального подвешивания и параметрами, рассчитанными на основании результатов испытаний, позволит решить ряд задач:

- выполнить расчет коэффициента запаса устойчивости колес от схода с рельсов при движении порожнего вагона по прямому и криволинейным участкам пути радиусами 650 м и 350 м с соответствующими допускаемыми скоростями;
- установить зависимости показателей динамических качеств от коэффициента относительного трения в подвешивании тележки модели 18-9855 с номинальными и предельными характеристиками пружин и занижения клиньев;
- на основании полученных результатов расчета можно будет дать рекомендации по контролю коэффициента относительного трения в процессе эксплуатации и ремонта тележки.

## Литература

- 1. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Часть 3: Моделирование динамики грузовых вагонов в программном комплексе MEDYNA: Учеб. пособие / Сост. В.С. Лесничий, А.М. Орлова. СПб: ПГУПС, 2002. 35 с.
- 2. Результаты ходовых динамических испытаний опытного образца вагона-хоппера для перевозки минеральных удобрений модели 19-9870 производства ЗАО «ТСЗ «Титран-экспресс», презентация, ООО «Инженерный центр подвижного состава».
- 3. Требования к динамическим качествам грузовых вагонов и методы их подтверждения. Учеб. пособие / Сост. А.М. Орлова, В.С. Лесничий, Е.А. Рудакова, А.Н. Комарова, А.В. Саидова- СПб: ПГУПС, 2014. 52 с.
- 4. Исследование на математических моделях влияния параметров подвешивания и боковых скользунов вагона-хоппера на тележках модели 18-9855 на показатели ходовых качеств. Отчет о НИР/ Е.А. Рудакова, А.М. Орлова –СПб: АО «НВЦ «Вагоны», 2012.-28 с.

Суханов Антон Евгеньевич<sup>1</sup>, Буюклинская Ольга Владимировна<sup>1</sup>, Кубасова Елена Дмитриевна<sup>1</sup>, Панасюк Александра Сергеевна<sup>1</sup>, Бирюкова Лариса Михайловна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» (г. Архангельск) Министерства здравоохранения РФ. <sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования РФ, г. Архангельск.

ТИПЫ БАЗ ДАННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (ОБЗОР)

Sukhanov Anton Evgenievich<sup>1</sup>,
Buyuklinskaya Olga Vladimirovna<sup>1</sup>,
Kubasova Elena Dmitrievna<sup>1</sup>,
Panasyuk Alexandra Sergeevna<sup>1</sup>,
Biryukova Larisa Mikhailovna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSBEI HE "Northern State Medical University"

(Arkhangelsk) of the Ministry of Health of the Russian Federation.

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education

"Northern (Arctic) Federal University named after M.V.Lomonosov
Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Arkhangelsk.

## TYPES OF DATABASES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF NATURAL ORIGIN (REVIEW)

#### Аннотация

Для достижения целей контроля качества растительного материала по показателям «идентификация» и «количественное определение» растительных биологически активных индивидуальных соединений (РБАИС) китайскими учёными был предложен новый метод количественного анализа мультикомпонентной системы по единому маркерному соединению, наиболее экономичному и доступному (QAMS-метод) для веществ растительного происхождения одного химического класса соединений, внося вклад в базы данных химической и фармацевтической отраслей. Нами было проанализирована архитектура баз данных ЛИМС и ЛИУС отечественных производителей, а также архитектуры 36 on-line баз данных химической и фармацевтической отраслей, 4 компьютерных программ и 3 on-line калькуляторов, их наполняемость знаниями. Однако при анализе огромного массива баз данных химической и фармацевтической направленности мы не обнаружили соответствующей базы данных групп РБАИС растительного происхождения одного класса веществ, в которой бы отражались зависимости хроматографических параметров схожих по химической структуре растительных веществ одного класса соединений и от параметров самой хроматографической системы на основании математических моделей расчёта данных параметров.

#### Abstract

To achieve the goals of quality control of plant material by the indicators "identification" and "quantitative determination" of plant biologically active individual compounds (RBAIS), Chinese scientists have proposed a new method for the quantitative analysis of a multicomponent system using a single marker compound, the most economical and affordable (QAMS method) for substances of plant origin of one chemical class of compounds, contributing to the databases of the chemical and pharmaceutical industries. We have analyzed the architecture of the LIMS and LIUS databases of domestic manufacturers, as well as the architecture of 36 on-line databases of the chemical and pharmaceutical industries, 4 computer programs and 3 on-line calculators, their content with knowledge. However, when analyzing a huge array of chemical and pharmaceutical databases, we did not find the corresponding database of RBAIS groups of plant origin of one class of substances, which would reflect the dependences of the chromatographic parameters of marker (reference) substances on chromatographic parameters of plant substances of the same chemical composition similar in the chemical structure of one class of substances and from the parameters of the chromatographic system itself based on mathematical models for calculating these parameters.

**Ключевые слова:** база данных, растительные биологически активные индивидуальные химические соединения, автоматизированная система.

Key words: database, plant biologically active individual chemical compounds, automated system.

Начало 21 века ознаменовалось разработкой и внедрением в практику автоматизированных систем — компьютерных программ и on-line ресурсов открытого доступа по типу баз данных индивидуальных химических соединений с целью автоматизации работы химических лабораторий, в том числе аккредитованных на определённые виды химических, судебно-химических, химико-токсикологических и других экспертиз.

Особое место среди всех видов химических лабораторий занимают лаборатории по фармацевтическому, фармакопейному и фитохимическому анализам лекарственных веществ, фармацевтических субстанций, готовых лекарственных форм и

природного сырья (растительного и животного происхождения), как самостоятельных учреждений, так и в составе крупных фармацевтических предприятий.

Анализ интернет-источников, как отечественных, так и зарубежных, баз данных показал, что для целей автоматизации работы данных типов лабораторий, ориентированных на фармацевтическое производство и фармацевтический анализ, в мире созданы как on-line базы данных, содержащих массив химической информации (об индивидуальных физико-химических характеристиках вещества, патентов, эссе и т.п.), так и компьютерных программ

для химиков-исследователей, а также предикторные on-line калькуляторы по расчёту физико-химических параметров соединений.

# Автоматизированные системы ЛИС, ЛИМС и ЛИУС для крупных предприятий и испытательных лабораторий.

Фармацевтическая отрасль требует соблюдение жёстких требований при производстве фармацевтических и медицинских препаратов. В современных рыночных отношениях международным стандартам системы менеджмента качества (СМК) ISO 9000 принадлежит особая роль. На крупных производственных предприятиях внедрена лабораторно-информационная система (ЛИС) — система для оптимизации потоков информации в подразделениях, отвечающих за качество выпускаемой фармацевтической продукции. Под оптимизацией под-

разумевается системный подход к управлению аналитической лабораторией в соответствии с нормами СМК.

Частными видами ЛИС является система управления лабораторной информационной менеджмент-системой (ЛИМС) и лабораторная информационно-управляющая система (ЛИУС). ЛИМС содержит в своей структуре, в том числе программный комплекс базы данных химических соединений. ЛИМС и ЛИУС имеют следующие модули (табл. 1):

- 1) Планы и графики лабораторных работ;
- 2) Приборы и оборудование по контролю современной калибровки;
  - 3) Персонал;
  - 4) Нормативы и расчёты;
  - 5) Стандартные образцы и реагенты;
  - 6) Образцы (пробы) продуктов;
  - 7) Отчётность.

Таблица 1

Типы автоматизированных систем

Название ЛИС и ЛИМС	Производитель	Автоматизация
«I-LDS» (ЛИМС)	ООО «Индасофт», Россия	Крупные химические и фармацевтические предприятия
«STARLIMS» (ЛИС)	ООО «Аврора-ИТ», Россия	Крупные химические и фармацевтические предприятия
«LIMS SYSTEMS» (ЛИМС)	ООО «Квадра-А», Россия	Крупные испытательные лаборатории любого типа
«Н-Лаб» (ЛИМС)	ООО «Независимая аналитическая лаборатория», Россия	Крупные испытательные лаборатории любого типа
«LabWare LIMS» (ЛИМС)	ООО «ЛАБВЭА», Россия	Крупные испытательные лаборатории любого типа
«EAE.LIMS» (ЛИМС)	ООО «EAE-Консалт», Россия	Крупные испытательные лаборатории любого типа
«Химик-аналитик» (ЛИУС)	ООО «Химсофт», Россия	Крупные химические и фармацевтические предприятия

Приведённые в таблице некоторые ЛИС и ЛИМС внедряются на крупное химическое и фармацевтическое производство, следовательно, они многомодульны, многопрофильны и требуют многоуровнего управления со стороны системного администратора предприятия, дороги [1].

Данные автоматизированные системы (ЛИС, ЛИУС, ЛИМС) устанавливаются в качестве программы на головной компьютер, сервер предприятия

# On-line базы данных по индивидуальным химическим соединениям, химическим реакциям, мишеням и другим параметрам.

Значительное количество баз данных химических процессов, индивидуальных химических соединений реализовано в сетевой (публичной) online форме:

- 1) «Biocatalyst / biodegradation database» база данных по микробиологическим биокаталитическим реакциям и способам биодеградации ксенобиотиков (сайт http://eawag-bbd.ethz.ch/).
- 2) «BindingDB» бесплатная общедоступная база данных по аффинитету связывания белковых

молекул с их рецепторами; по взаимодействию белковых молекул, считающихся кандидатами в лекарственные препараты, с лигандами (сайт https://bindingdb.org/bind/index.jsp).

3)«Bovine metabolome database» - база данных веществ по метаболомам крупного рогатого скота. Содержит информацию о более чем 7000 метаболитов тканей представителей крупного рогатого скота (сайт http://bovinedb.ca/).

4) «Cambridge Structural Database» - база данных по трёхмерным структурам органических, металлоорганических соединений (сайт https://www.ccdc.cam.ac.uk/).

5)«Carbohydrate structure database» - база данных по структуре углеводов, бактериальных углеводов, углеводов растений и грибов, база данных гликозилтрансферазы Института органической химии имени Н.Д. Зелинского (Россия) (сайт http://csdb.glycoscience.ru/).

- 6) «CAS» база данных химической и библиографической информации (сайт www.cas.org).
- 7) «ChemAxon» база данных по хемоинформатике и автоматизированная система по биоинформатике (сайт https://chemaxon.com/).

- 8) «Chemical entities of biological interest» (ChEBI) база данных с бесплатным доступом, главным образом посвященная малым молекулам. Каждая запись предоставляет информацию о названиях, синонимах, регистрационном номере(ах), молекулярной формуле и основных химических идентификаторах. Эта база данных является частью проекта Европейской лаборатории молекулярной биологии (EMBL) (сайт https://www.ebi.ac.uk/chebi/).
- 9) «ChemExpert clinical directory» база данных по индивидуальным химическим веществам и их поставщиков (сайт http://www.chemexper.com/).
- 10) «ChEMBL» база данных по биоактивности лекарственных малых молекул, содержащих 2D-структуру, он-лайн калькуляторы химических параметров индивидуальных химических соединений, данные по фармакологической активности и т.п. (сайт https://www.ebi.ac.uk/chembl/).
- 11) «ChemInform» база данных по индексированию и реферированию иных баз данных по органической химии, металлоорганической химии, неорганической и физической химии (сайт https://onlinelibrary.wiley.com/loi/15222667).
- 12) «Chemical search engine» база данных по фармакологической и биотехнологической индустрии в мире, научному оборудованию (сайт http://www.chemindustry.com/index.html).
- 13) «ChemSpider» база данных со свободным доступом к структуре соединений (сайт http://www.chemspider.com/).
- 14) «ChemSynthesis» база данных по методам химического синтеза веществ, физико-химическим параметрам индивидуальных химических соединений (сайт https://www.chemsynthesis.com/).
- 15) «ChemView» база данных о химикатах и индивидуальных химических соединениях (сайт https://chemview.epa.gov/chemview/).
- 16) «Chemical structure lookup service» «адресная книга» по химической структуре. Объединяет несколько баз данных по химии (сайт https://cactus.nci.nih.gov/cgi-bin/lookup/search).
- 17) «Chromadex» база данных и интернет-магазин по продаже фитохимических стандартов индивидуальных растительных соединений с чистотой не менее 98,5%, а также ботанических референтный стандартов (корневищ, корней, листьев растений и т.п., в том числе и лекарственных) (сайт <a href="https://www.chromadex.com/">https://www.chromadex.com/</a>).
- 18) «Comparative toxicogenomics database» база данных сравнительной токсикогеномики (сайт http://ctdbase.org/).
- 19) «Crystallography open database» база данных кристаллических структур органических, металлоорганических, неорганических соединений и минералов, за исключением полимеров (сайт http://www.crystallography.net/cod/).
- 20) «DrugBank» база данных, содержащая данные о лекарственных веществах (химические, фармацевтические и фармакологические параметры) с полной информацией о лекарственных мишенях (сайт https://www.drugbank.ca/).

- 21) «eMolecules» база данных коммерческой информации о более чем 8 млн индивидуальных соединений с ежемесячным бюллетенем; по исследованиям в области органической химии (сайт https://www.emolecules.com/).
- 22) «Golm metabolome database» справочная библиотека по газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией метаболитов. База данных разработана институтом молекулярной физиологии растений имени Макса Планка в г. Потсдаме (Германия) (сайт института https://www.mpimpgolm.mpg.de/2168/en. Сайт базы данных http://gmd.mpimp-golm.mpg.de/).
- 23) «Jmol» база данных с браузером JAVA для поиска изображений химических структур в формате 3D, в том числе биомолекул, кристаллов и т.д. Предлагается также анимированная демонстрация (сайт http://jmol.sourceforge.net/).
- 24) «Kegg» база данных, посвящённая геному, ферментативным путям, биологическим веществам (сайт https://www.kegg.jp/).
- 25) «МеtaCyc» база данных по ферментам и метаболическим путям, а также о химических соединениях, влияющих на данные ферментативные пути. Включает интернет-энциклопедию обмена веществ, база данных метаболических путей и секвенированных геномов (сайт https://metacyc.org/).
- 26) «NIST chemistry webbook» база данных по химии и физике. Коллекции поддерживаются программой «NIST» (сайт https://webbook.nist.gov/chemistry/).
- 27) «NCI» база данных Национального института рака (сайт https://www.cancer.gov/).
- 28) «Organic chemistry portal» база данных для химиков-органиков (сайт https://www.organic-chemistry.org/).
- 29) «Organic chemistry resources worldwide» аннотированная база данных сайтов по органической химии (сайт http://www.organicworldwide.net/).
- 30) «PubChem project» база данных по биологической активности малых молекул (сайт https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/).
- 31) «Reaxys (Beilstein + Gmelin)» бесплатная база данных поиска химической информации из опубликованных источников, включая журналы и патенты на изобретения (сайт https://www.reaxys.com/#/login).
- 32) «Synthtic Pages» бесплатная база данных по методам химического синтеза (сайт http://www.syntheticpages.org/).
- 33) «Spectral database for organic compounds» база данных по спектральным характеристикам органических соединений (сайт https://sdbs.db.aist.go.jp/sdbs/cgibin/direct frame top.cgi).
- 34) «Spectroscopy NOW». База данных ресурсов по спектроскопии и спектрометрии (электронные журналы по атомной эмиссии, лазерной и плазменной спектроскопии, ИК спектроскопии, рамановской спектроскопии и пр.) (сайт https://analyticalscience.wiley.com/topic/browse/spect roscopy?chId=0).

35) «SPINUS-Web» - база данных спектральный и ЯМР химических сдвигов, констант взаимодействия, полные спектры молекулярных структур (сайт https://www2.chemie.uni-erlangen.de).

36) «ZINC» - бесплатная база данных по большому классу химических соединений, с описанием их параметров (сайт http://zinc15.docking.org/).

Рассмотрим структуры некоторых наиболее известных и полных on-line баз данных химической информации, в том числе содержащих сведения о РБАИС.

База данных «CAS». Пионерами поиска в научных работах по химии были создатели химической реферативной службы («Chemical Abstracts Service», «CAS»), существующей с 1907 года. В этой службе ведётся учёт всех известных химических соединений. Тысячи химиков-специалистов в

течение десятков лет вручную составляют библиографические справки и заполняют базу данных «SciFinder», отдельного продукта CAS для поиска публикаций. Базы данных «CAS» охватывают патенты на изобретения от 61 патентного ведомства по всему миру. Все патентные записи, соответствующие критериям отбора «CAS», из следующих 9 основных патентных ведомств доступны онлайн в «CAplus» в течение 2 дней с момента выдачи патентов и полностью индексируются учеными «CAS» менее чем за 27 дней после даты выдачи. По состоянию на март 2020 года в базе данных «CAS» внесены сведения о более чем 141 млн индивидуальных химических соединений. Пользовательский интерфейс стартовой страницы «CAS» представлен на рис. 1.



Рис. 1. Стартовая страница базы данных «CAS». Адрес страницы www.cas.org

База данных «CAS» включает в себя несколько модулей:

- 1) «SciFinder» и «SciFinder<sup>n</sup>», имеет первоклассный интерфейс для пополнения контента данной базы данных.
- 2) «Formulus», содержит самую большую коллекцию рецептур, полученных их научно-практических журналов, патентов, включает подробные спецификации поставщиков индивидуальных химических соединений и нормативы по качеству субстанций химических соединений.
- 3) «STN», содержит базу данных об IPландшафте первоисточников всемирно известных научных и технических исследований.
- 4) «MethodsNow», содержит методики анализа и синтеза различных типов соединений.
- 5) «PatentPak», содержит полнотекстовые документы патентов на изобретения.
- 6) «NCI Global», содержит глобальную информацию по более чем 150 инвентаризационных списков веществ.

- 7) «ChemZent», содержит базу знаний по различным отраслям химической науки вплоть до 1870 года.
- 8) «Science IP», содержит контент по поиску химической информации для конкретной организа-
- 9) «Chemcats», индексирует информацию о коммерчески доступных химикатах и их поставщиков по всему миру.

Подробнее остановимся на модуле «SciFinder<sup>n</sup>» базы данных «CAS», содержащим данные по физико-химическим характеристикам индивидуальных химических соединений. Доступ к контенту модуля «SciFinder» осуществляется по адресу https://sso.cas.org/as/PbfhT/resume/as/authorization.pi ng (дата обращения 21 марта 2020 года). Необходимо ввести свой логин и пароль для доступа к личному кабинету данного модуля (рис. 2).



Puc. 2. Стартовая страница модуля «SciFinder» в базе данных «CAS»

Доступ к контенту модуля «SciFinder» можно приобрести посредством платежа электронной банковской карты. Возможно, ваш университет имеет

подписку к данному модулю базы данных «CAS». Тогда можно зайти в данную систему через компьютер библиотеки вашего университета (рис. 3).

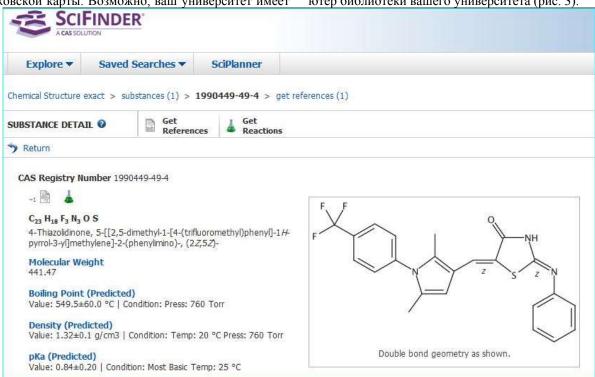


Рис. 3. Страница индивидуального химического соединения под CAS-номером 1990449-49-4

Из представленного рисунка 3 по индивидуальному химическому соединению в модуле «SciFinder» базы данных «CAS» указаны следующие характеристики: молекулярный вес, температура кипения, плотность, коэффициент ионизации pKa.

База данных «Chromadex». Основная база данных и интернет-магазин по продаже фитохимиче-

ских стандартов с чистотой не мене 98,5% и ботанических стандартов органов лекарственных растений. Компания «Chromadex» обладает собственным производством фитохимических стандартов и заготовкой культивируемых и интродуцированных лекарственных растений в мире. Пользовательский интерфейс стартовой страницы базы данных «Chromadex» представлен на рис. 4.



Рис. 4. Стартовая страница базы данных «Chromadex». Адрес страницы <a href="https://www.chromadex.com/">https://www.chromadex.com/</a>

Получить пару «логин-пароль» не составит труда для доступа в личный кабинет, зарегистрировавшись на данном сайте. На рис. 5 представлена страница для доступа в личный кабинет.

380, 10 A) 1 Feb 417 E000 CR 1 A040 (A)					Д 1000 📗
HOSE SECT HOSECT HIGHWAYOR	- ALDS		OtromaDex.	Manual Assistance C	30 to 10
	CUSTOMER LOC	SIN			
		au.			
		Challenge St.	Angelone processor		
			. *		
		\$4 Alleren	No. Company Spring		
			SUBSCRIBE		
		Sub-acts per fresident and	an of his col (man) is along their	**	
		State per electrical			
	CHROMADEX STANDARSS	COMPANY	CUSTOMER SERVICE	LEGAL	
		_		- Control of the Cont	

Рис. 5. Странице для входа в личный кабинет «Chromadex»

Зная CAS-номер РБАИС или точное название на латинском языке можно найти фитохимическое соединение с описанием основных физико-химических характеристик его, а также сертификаты анализа стандарта.

Войдя в личный кабинет в поисковом поле на латинском языке набирают название вещества, и если оно значится в базе данных, то появится выпадающий список данного вещества (рис. 6).

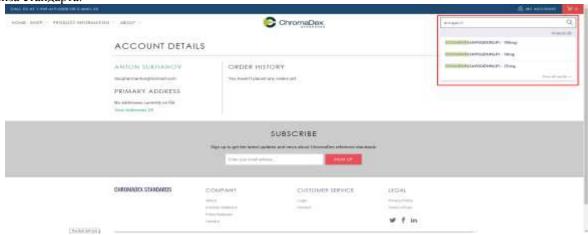


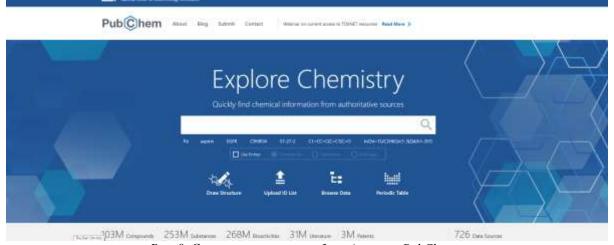
Рис. 6. Поиск вещества в базе данных «Chromadex» в личном кабинете. Выпадающий список выделен красным прямоугольником



Рис. 7. Страница индивидуального химического соединения диосгенина

Из представленного рис. 7 по индивидуальному химическому соединению базы данных «Сhromadex» следуют характеристики: эмпирическая формула, структурная формула, молекулярная масса, семейство органических соединений, тип (класс) чистоты РБАИС, CAS-номер, внешний вид субстанции РБАИС, температура плавления, параметры хранения, чистота субстанции и растворимость субстанции.

База данных «PubChem». Содержит сведения о более чем 103 млн природных веществ, 253 млн субстанций, 268 млн биоактивных компонентов, 31 млн научных статей химического профиля и 3 млн патентов на изобретения химического профиля. Базу данных постоянно пополняют более 100 химических организаций по всему миру. Интерфейс стартовой страницы данной базы данных — на рис. 8.



Puc. 8. Стартовая страница базы данных «PubChem». Aдрес страницы https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/

База данных «PubChem» является открытой, информация предоставлена в свободном доступе. Поиск параметров индивидуального химического соединения начинается с самого химического соединения, которое можно найти, введя в поисковой строке латинское название соединения, эмпирическую формулу, либо CAS-номер, либо линейную структурную формулу органического вещества,

либо устоявшуюся аббревиатуру природного соединения, либо указав международный текстовый химический идентификатор индивидуального химического соединения (InChl).

На следующем рис. 9 представлена страница индивидуального химического соединения, например, ацетона.

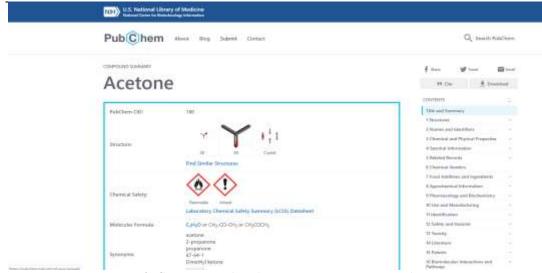


Рис. 9. Страница индивидуального химического соединения ацетона (неполная страница)

База данных «PubChem» на каждое индивидуальное химическое соединение предоставляет наиболее полную характеристику по пунктам: резюме на соединение, 2D структурная формула органического соединения, имена и идентификаторы (имя в системе IUPAC, международный текстовый химический идентификатор индивидуального химического соединения (InChl), ключ соединения в системе InChl, каноническая структурная формула в системе SMILES), молекулярная формула, другие идентификационные характеристики (CAS-номер, номер в европейском сообществе химиков, FEMA номер, ICSC номер, NSC номер, RTECS номер, UN номер, UNII номер, уникальный номер в системе DSSTOX substances ID, отгрузочное имя, стандартный транспортный номер), синонимы соединения (в сетке MeSH, синонимы), основные физико-химические свойства, экспериментальные данные (органолептические свойства - вкус, цвет, запах; точка кипения, точка плавления, температура вспышки, растворимость в разных растворителях, плотность, плотность паров, давление пара, температура самовоспламенения, вязкость и др.), спектральные характеристики (спектры 1D ядерного магнитного резонанса (ЯМР), 1Н ЯМР спектры, 13С ЯМР, 17О ЯМР, 2D ЯМР спектры, хромато-масс-спектры в системе газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии, УФ-спектры, ИКспектры, FTIR-спектры, рамановские ИК-спектры), связь с похожими соединениями, сведения о продавцах данного соединения, пищевые продукты и добавки, содержащие данное соединение или регламентация в содержании данного соединения, агрохимическая категория, фармакология и биохимия по данному соединению, использование и производство, идентификация соединения различными лабораторными методами, безопасность в работе с данным соединением, токсичность, литературные источники по данному индивидуальному химическому соединению, патентный пул, биомолекулярные взаимодействия, результаты биологических испытаний

База данных «ChEMBL». Это база данных биологически активных лекарственных веществ, таких как малые молекулы, мишени (белки), лекарственные препараты. Она содержит 2D структуры, рассчитанные параметры (например, logP, молекулярная масса, параметры Липинского и т. Д.) и абстрактные биоактивности (например, константы связывания, фармакология и данные «ADMET»). Содержит записи более чем о 13 000 биологических мишенях, 13 000 лекарственных веществ, 4 800 механизмах действия веществ, 2 млн природных соединений, 707 типах тканей человека и животных, 1 800 типах клеток животных и человека, 1,2 млн кратких описаний (эссе) соединений. Стартовая страница данной базы данных представлена на рис. 10



Puc. 10. Стартовая страница базы данных «ChEMBL» (фрагмент). Aдрес страницы https://www.ebi.ac.uk/chembl/

На следующем рис. 11 представлена страница индивидуального химического соединения, например, диосгенина, предположим, вещества, по которому осуществляется научный поиск.



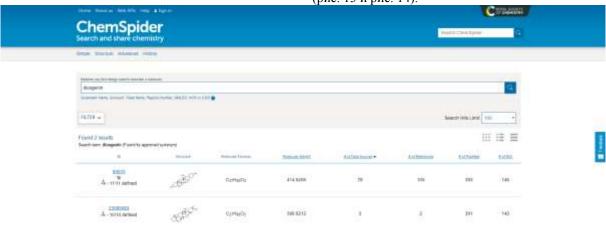
Рис. 11. Страница индивидуального химического соединения diosgenin в базе данных «ChEMBL» (фрагмент)

База данных «ChEMBL» является общедоступной и бесплатной. Страница данного вещества содержит следующие группы информации: имя вещества и классификационная группа (ID номер вещества в данной базе, например, для диосгенина СНЕМВL412437, молекулярная, эмпирическая формула, молекулярный вес, синонимы вещества, молекулярный тип, например, малые молекулы), представления различных названий молекулы (каноническое имя в системе SMILES, стандартное имя в системе InChI, стандартный ключ в системе InChI), источники (ссылки на научные работы), альтернативную структурную формулу органического вещества, если такая имеется, клинические данные с ссылкой на исследования, малые компоненты (изомеры, минорные соединения, которые могу входить в состав субстанции вещества в малых количествах), диаграммы активности (резюме биоактивности, резюме анализа, резюме мишеней фармакологической активности), литература с указанием столбиковой гистограммы по года публикационной активности в различных научно-практических журналах, прогнозы по веществу в плане публикационной активности, расчётные параметры по индивидуальному химическому веществу (молекулярный вес, коэффициент липофильности, полярность молекулы, указания на особенность химической структуры органического вещества, перекрёстные ссылки на публикации других on-line ресурсов.

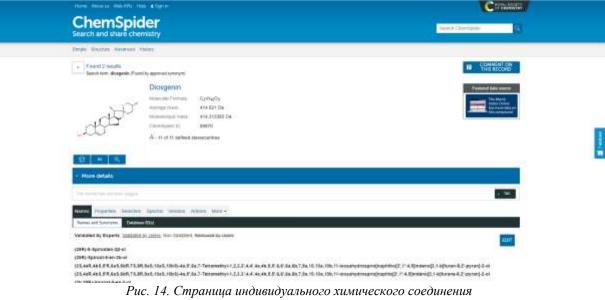
База данных «ChemSpider». Содержит информацию более чем о 81 млн соединений и более чем 278 млн источников химической информации; имеет важное отличие от базы данных «PubChem»: добавлять молекулы и обновлять информацию о них могут не только избранные химические организации, но и простые пользователи. Поиск соединений в «ChemSpider» не имеет такого большого количества опций, как в «PubChem» и «ChEMBL». Стартовая страница базы данных представлена на рис. 12.

Рис. 12. Стартовая страница базы данных «ChemSpider» (фрагмент). Адрес страницы http://www.chemspider.com/

Поиск физико-химических параметров индивидуального химического соединения начинается с введения на латинском языке названия самого соединения. Например, поиск соединения diosgenin (рис. 13 и рис. 14).



Puc. 13. Результат поискового запроса по индивидуальному химическому соединению diosgenin в базе данных «ChemSpider»



diosgenin в базе данных «ChemSpider» (фрагмент)

База данных «ChemSpider» является общедоступной и бесплатной. Страница данного вещества содержит следующие группы информации: титульные данные о соединении (структурная формула вещества, молекулярная, эмпирическая формула вещества, молекулярная масса вещества в дальтонах, идентификационный номер соединения в этой базе данных), имена вещества (в различных системах). Закладка «Имена» содержит различные рациональные химические названия индивидуального химического соединения. Закладка «Свойства» объединяет в себе информацию по экспериментальным физико-химическим свойствам вещества (температура плавления, температура кипения, коэффициент липофильности, температура воспламенения, плотность вещества), иные данные (данные о безопасной работе с веществом, органы-мишени, химический класс). Закладка «ACD/Labs» содержит параметры, рассчитанные в данной автоматизированной системе «ACD/Labs» (плотность, точка кипения, давление пара, энтальпия испарения и т.п.). Закладки «EPISuite», «ChemAxon» и «Mcule» содержат сведения из данных баз по данному индивидуальному химическому соединению. Закладка «Searches» («Поиски») обладает информацией о исследованиях с данным веществом из разных источников. Закладка «Spectra» («Спектральные характеристики») содержит спектральные характеристики вещества и т.п.

База данных «СhemAxon» включает инструменты по рисованию и визуализации органических молекул, поиском и управления базами данных по химической информации и поиску лекарственных препаратов. Продукты лицензируются бесплатно для академических пользователей. Главным досточиством данной базы данных — это возможность прогнозировать значения констант ионизации молекул и коэффициентов липофильности. Штабквартира данной базы данных находится в Будапеште. Стартовая страница сайта базы данных химической информации представлена на рис. 15.



Рис. 15. Стартовая страница базы данных «ChemAxon» (фрагмент). Адрес страницы https://chemaxon.com/

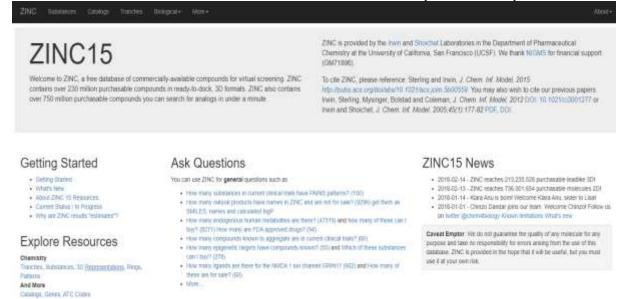
Кроме того, разработчики этой базы данных предусмотрели создание приложений для персональных компьютеров и ноутбуков для упрощения работы химика-исследователя, а именно:

 Группа автономных приложений: «BioEddie» (рисование и визуализация биомолекул и размещение их в Интернет), «ChemAxon Assay» (динамическая загрузка шаблонов молекул, метаданных, перетаскивание файлов на Google диск, хранение в базах данных), «ChemCurator» (приложение для получения химической информации, данных по химическим продуктам из патентов на изобретения), «Chemicalize» (рассчитывает свойства молекул, возможность визуализации структуры молекул, извлекает химические данные опline), «ChemLocator» (находит информацию в неструктурированных данных через Интернет, реализован в виде сервера или установка на локальную машину), «Compliance Checker» (система проверки доставки контролируемых веществ через Интернет), «Compounds registration» (приложение проверяет и регистрирует химические соединения в других системах), «Instant JChem» (приложение управляет химическими данными на рабочем столе компьютера, поддерживает широкий спектр реляционных баз данных, как локально, так и удалённо, например, «Oracle», «Microsoft SQL», «PostgreSQL». Схемы взаимодействия с реляционными базами данных легко взаимодействовать и администрировать), «MadFast similarity search» (поиск индивидуальных химических соединений по сходству химической структуры молекул) «Markush editor» (инструмент для создания претензий, рекламаций на химическую продукцию и их отправки через Интернет), «Marvin» (программахимический редактор для рисования и визуализации химических структур молекул), «Marvin Live» (осуществляет web-дизайн молекул, сотрудничество и отчёт по дизайну), «Plexus Connect» (интернет-решения для управления химическими данными), «Zosimos» (on-line обучение со встроенными химическим интеллектом).

2) Группа инструментариев и компонентов: «Biomolecule Toolkit» (обеспечивает стандартизацию, хранение и поиск по широкому ассортименту биологических методов от описанных до практически неизвестных, от недавно открытых методик до поздней стадии разработки), «Calculators and predictors» («Калькуляторы и предикторы») (содержит данных по физико-химическим параметрам вещества, например, коэффициенты липофильности LogP, коэффициенты ионизации кислот и оснований pKa, pKb и другие), «Chemical data extraction» (извлечение химической информации из опубликованных документов), «Chemical name and structure conversion» (контролирует преобразование различных химических названий в структурные формулы и наоборот, в том числе поддерживает азиатские языки), «Chemical structure representation toolkit» (позволяет добавлять новые соединения в существующую химическую базу данных с позиций уникальности и правильности), «JChem engines» (приложение способно обрабатывать данные, хранящиеся в различных СУБД «Oracle», «Postgre SQL», «MySQL», «Microsoft SQL»), «JKlustor» (позволяет кластеризировать и анализировать разнообразие химических библиотек), «Markush tools» (анализ библиотек и патентных структур), «Marvin JS» (проектирование молекул в сети), «Reactor» (высокопроизводительный виртуальный синтезатор молекул), «Screen suite» (инструментарий для 2D и 3D молекулярного скрининга в молекулярных библиотеках).

3) Группа инструментариев сторонней интеграции: «.NET connectors» (обеспечивает доступность функций для доступа к API технологий с помощью пользовательского интерфейса), «JChem for Office» (создание химии в продуктах «Microsoft Office 365»), «JChem for Office Lite» (создание химии в «Microsoft Word»).

База данных ««ZINC». Бесплатная база данных коммерчески доступных соединений для виртуального поиска. База данных «ZINC» содержит сведения о более чем 230 млн коммерчески доступных соединений в готовом виде, а также док-станции в формате 3D. База данных содержит также информацию о более чем 750 млн индивидуальных химических соединений. Стартовая страница базы данных «ZINC» представлена на рис. 16.



Puc. 16. Стартовая страница базы данных «ZINC». Адрес страницы http://zinc15.docking.org/

Диалоговое окно базы данных «ZINC» по поиску индивидуального химического соединения и его физико-химических параметров. В поле «Search» («Поиск») необходимо указать по-латински искомое соединение, например, diosgenin (рис. 17).

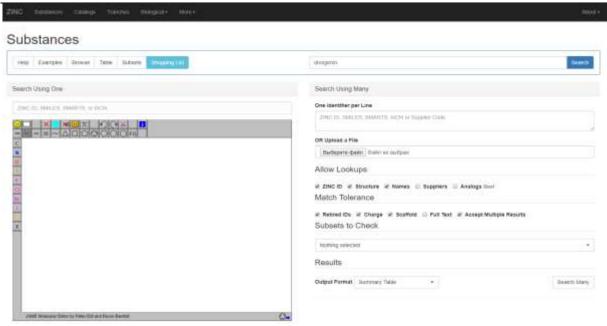
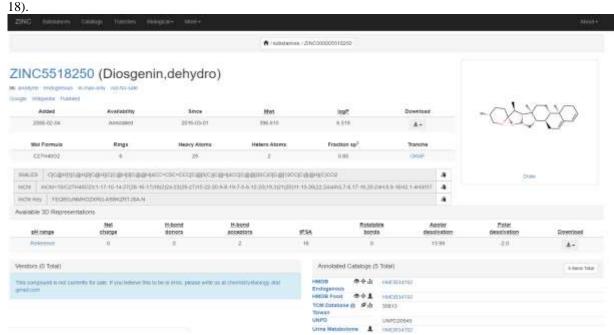


Рис. 17. Поисковая страница по индивидуальным химическим соединениям базы данных «ZINC»

Диалоговое окно найденного индивидуального химического соединения, например, diosgenin (рис.



Puc. 18. Страница индивидуального химического соединения diosgenin в базе данных «ZINC» (фрагмент)

База данных «ZINC» по поиску химической информации имеет несколько главных закладок: «Substances» (субстанции, вещества, поиск по латинскому названию индивидуального химического соединения), «Catalogs» («Каталоги), «Traches» («Пути»), «Biological» (биологические данные) и «Others» (другие данные). Каждая из этих закладок осуществляет поиск по следующим категориям «Неlp» («Помощь»), «Examples» («Примеры»), «Вrowse» «(Обзор»), «Tables» («Таблицы»).

Например, в закладке «Catalogs» в категории «Help» предоставлена информация об основных со-

кращениях, слов и химической информации, категория «Examples» содержит пример ссылок на определённые группы соединений, категория «Browse» содержит информацию о сайтах баз данных основных мировых производителей химической продукции, импортёрах и экспортёрах химических веществ.

Закладка «Biological» содержит выпадающий список категорий «Organisms», «Major target classes», «Major target classes», «Genes», «Orthologs» (рис. 19).

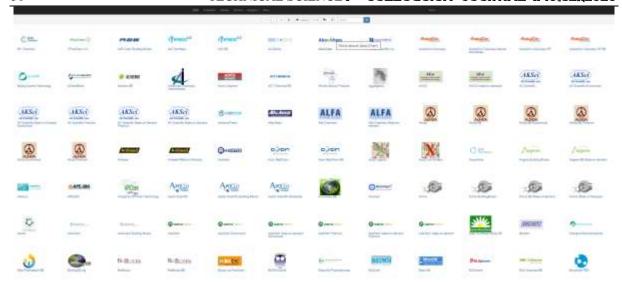


Рис. 19. Страница пиктограмм мировых компаний-производителей химической продукции и поставщиков химической продукции во всем мире в базе данных «Zinc»

База данных «BindingDB». Это общедоступная (доступная через Интернет) база данных измеренных аффинностей связывания, в которой основное внимание уделяется взаимодействиям белков, считающихся мишенями для лекарств, малых молекул. «BindingDB» содержит информацию о 1854767

аффинностей для 7493 белков-мишеней и 820433 малых молекул, данные о 2291 кристаллических структурах белков-лиганд с измеренными аффинностями. Стартовая странице отображена на рис. 20.



Puc. 20. Стартовая страница базы данных «BindingDB» (фрагмент). Aдрес страницы https://bindingdb.org/bind/index.jsp

Слева главной интернет-страницы данной базы данных расположены ссылки на соответствующие ресурсы и категории: «Target» («Цель»), «Compounds» («Компоненты»), «Special tools» («Специальные настройки»), «Citations» («Цитаты»), «Special data sets («Наборы специальных данных»)», «Other databases» («Другие базы данных»), «Download» («Загрузка»), «Enter data» («Ввод данных»).

# Химические программы баз данных для персонального компьютера и ноутбука.

Значительное количество баз данных химических процессов, индивидуальных химических соединений реализовано в off-line автоматизированных системах:

1) «Chematica» - программное обеспечение (база данных) органических веществ для целей прогнозирования и обеспечение схем синтеза органических соединений.

- 2) «Collaborative Drug Discovery» (CDD Vault) программное обеспечение по сетевому решению для управления данными лекарственных средств (малых молекул и биоанализа данных) (сайт https://www.collaborativedrug.com/).
- 3) «NIST» пакет химический программы по кристаллографии, спектроскопии и т.п. (сайт https://www.nist.gov/services-resources/software).
- 4) «Реtra» программное обеспечение, включающее в себя различные эмпирические методы для расчёта физико-химических свойств органических молекул

# On-line химические калькуляторы, рассчитывающие физико-химические параметры индивидуальных химических соединений

- 1) «Alkalinity calculator» калькулятор по щёлочности и методам её определения (сайт https://or.water.usgs.gov/alk/).
- 2) On-line калькуляторы, конвертеры величин и другие химические сервисы на сайте «Химик» (сайт www.xumuk.ru).
- 3) Калькулятор расчёта параметров гальванопары на том же сайте «Химик» для задач в области электрохимии (сайт http://www.xumuk.ru/galvanopara/).

Сравнительный функционал on-line баз данных по индивидуальным химическим соединениям представлен в табл. 2

Таблица 2 Сравнительная характеристика публичных on-line баз данных по индивидуальным химическим соединениям

Название базы данных	Спектральные данные вещества	Хромато- графиче- ские дан- ные веще- ства	Масс-спектрометрические данные вещества	ЯМР- данные вещества
«Biocatalyst / biodegradation database»	-	-	-	-
«BindingDB»	+	-	+	-
«Bovine metabolome database»	+	+	+	-
«Cambridge Structural Database»	-	-	-	-
«Carbohydrate structure database»	-	+	+	+
«CAS»				
«ChemAxon»	+	+	+	+
«Chemical entities of biological interest» (ChEBI)	+	+	+	+
«ChemExpert clinical directory»	-	-	-	+
«ChEMBL»	+	+	+	+
«ChemInform»	-	-	-	-
«Chemical search engine»	-	-	-	-
«ChemSpider»	+	-	-	-
«ChemSynthesis»	-	-	-	-
«ChemView»	-	-	-	-
«Chemical structure lookup service»	-	-	-	-
«Chromadex»	+	+	+	+
«Comparative toxicogenomics database»	-	-	-	-
«Crystallography open database»	-	-	-	-
«DrugBank»	-	+	+	-
«eMolecules»	-	-	-	-
«Golm metabolome database»	+	-	-	-
«Jmol»	-	-	-	-
«Kegg»	-	-	-	-
«MetaCyc»	-	-	-	-
«NIST chemistry webbook»	+	+	+	-
«NCI»	-	-	-	-
«Organic chemistry portal»	+	-	-	-
«Organic chemistry resources worldwide»	-	-	-	-
«PubChem project»	+	+	+	+
«Reaxys (Beilstein + Gmelin)»	+	+	+	+
«Synthtic Pages»	-	-	-	-
«Spectral database for organic compounds»	+	+	+	+
«Spectroscopy NOW»	+	+	+	+
«SPINUS-Web»	+	+	+	+
«ZINC»	-	-	-	-

Анализируя данные табл. 2 можно отметить, только примерно половина исследуемых баз данных по веществам индексируют данные по спек-

тральным, хроматографическим, масс-спектрометрическим и ЯМР параметрам индивидуальных химических соединений. На основании критического анализа on-line баз данных можно сделать вывод о

том, что ни одна из баз данных не содержит сведений по хроматографическим параметрам количественного анализа мультикомпонентной системы по одному маркерному соединению по методу «отпечатков пальцев» (QAMS-метод).

Химический анализ по методу «отпечатка пальцев» [5, 6, 7] используется для оценки качества растительных лекарственных препаратов: определение их подлинности и количественного анализа в растительных экстрактах. Зная хроматографические параметры (относительное время удерживания, площадь хроматографического пика, высоту хроматографического пика на хроматограмме и другие хроматографические параметры) РБАИС, который будет назначен в качества внутреннего сравниваемого стандарта в данной хроматографической системе в виде государственного стандартного образца и похожих веществ по химической структуре одной химической группы стандартных образцов, при следующем анализе можно использовать только один стандартный образец РБАИС (наиболее экономичный), для того, чтобы по математической модели определить содержание и других схожих по химической структуре РБАИС в растительных экстрактах, без предварительного приобретения к ним менее распространённых и дорогостоящих государственных стандартных образцов.

Для построения базы данных метода «отпечатков пальцев» РБАИС будут использованы следующие программы:

1) «Microsoft MySQL» - свободная реляционная система управления базой данных [2].

2) «PhpMyAdmin» - web-приложение с открытым кодом, написанное на языке «PHP» и представ-

ляющее собой web-интерфейс для администрирования реляционной системы «Microsoft MySQL» [3, 4].

- 3)Программы для работы с текстовыми файлами: «Microsoft Word», «SublimeText» и др.
- 4) Программа-редактор структурных формул органических молекул «ChemDraw Ultra 12», программы для присваивания новым РБАИС рациональных химических названий в соответствии с номенклатурой ИЮПАК.

### Использованная литература:

- 1. Идзиковский В.И., Горшкова Е.А. ЛИМС автоматизированная система управления для лаборатории, или ничего больше? // Современная лабораторная практика. 2012. Сентябрь. С. 10-24.
- 2. MySQL
   документация.

   https://www.mysql.com/
   (дата обращения 17.02.2020).
- 3. PHP документация. https://www.php-fig.org/ (дата обращения 17.02.2020).
- 4. HTML документация. https://www.w3.org/ (дата обращения 17.02.2020).
- 5. Chao-Qun Wang et al. A systematic study on the influencing parameters and improvement of quantitative analysis of multi-component with single marker method using notoginseng as research—subject // Talanta. -2015.-N 134. PP. 587-595.
- 6. Chunsheng Zhu et al. Quantitative analysis of multi-components by single-marker a rational method for the internal quality of Chinese herbal medicine // Integrative Medicine Research. 2017. № 6. PP. 1-11
- 7. Rui Xu et al. UPLC quantitative analysis of multi-components by single marker and quality evaluation of Polygala tenuifolia Wild. extracts // Molecules.  $-2017. N \ge 22(12). PP. 2276-2294.$

УДК: 621.384.639

Акуленко Вадим Владимирович, Гринько Антон Дмитриевич

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11632

# ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННОГО КОЛЛАЙДЕРА LEP (CERN)

Akulenko Vadim Vladimirovich, Grinko Anton Dmitrievich National Research Nuclear University "MEPhI"

# HISTORY OF THE CREATION AND THE BASIC CHARACTERISTICS OF THE ELECTRON-POSITRON COLLIDER LEP (CERN)

#### Аннотация.

В статье рассматривается история развития, конструктивные и технические решения внутренних систем электрон-позитронного коллайдера LEP на всех этапах; описываются физические представления об электрослабом виде взаимодействия; исследование основных параметров систем электрон-позитронного коллайдера LEP.

## Abstract.

The article discusses the development history, design and technical solutions of the internal systems of the electron-positron collider LEP at all stages; Physical representations of the electroweak form of interaction are described; study of the main parameters of the electron-positron collider LEP systems.

**Ключевые слова:** электрон, позитрон, электрон-позитронный коллайдер, электрослабое взаимодействие, бозон.

Key words: electron, positron, electron-positron collider, electroweak interaction, boson.

История электрон-позитронных коллайдеров начинается с марта 1960 года, когда Бруно Тушек провел семинар в Национальной лаборатории Фраскати в Италии, на котором он указал на важность систематического изучение электрон-позитронных (е + и е - ) столкновений. Он предложил построить магнитное кольцо, где пучки электронов и позитронов с одинаковой энергией будут вращаться одновременно в противоположных направлениях и сталкиваться в отдельных локациях вокруг кольца. Впоследствии первое такое кольцо было построено во Фраскати и названо АДА (итал. Anello Di Accumulazione — «накопительное кольцо»). ADA имел внешний диаметр 1.6 м, тогда как LEP (англ. Large Electron-Positron Collider) имеет средний диаметр 8486 м, энергия пучка в ADA достигала максимума в 250 МэВ, в то врем как LEР в будущем достигал значения 100 ГэВ и более. Научное обоснование и мотивация строительства LEР заключалась в том, что он был необходим для изучения электрослабых взаимодействий.

Так, в природе существует три переносчика слабого взаимодействия:  $Z_0$ ,  $W^+$  и  $W^-$  частицы. Для того, чтобы понять важность этих переносчиков взаимодействия, необходимо опираться на упрощенное описание стандартной модели физики элементарных частиц, которое объединяет описание слабых и электромагнитных взаимодействий. Материя может быть нарушена вплоть до постоянно уменьшающихся строительных «блоков»: например, жидкости или твердые вещества «строятся» из молекул, атомы которых состоят из нейтронов, протонов (адроны) и электронов (лептоны). Нейтроны и протоны же, в свою очередь, состоят из кварков. Важно понимать природы сил, которые связывают эти строительные «блоки» вместе. Так, носители электромагнитного и сильного ядерного взаимодействия, которые связывают кварки, называются фотонами и глюонами. Однако существование Z<sub>0</sub>, W<sup>+</sup> и W<sup>-</sup> (бозоны, являющиеся переносчиками слабого взаимодействия) было подтверждено экспериментально только в 1983 году в ЦЕРН путем измерения относительно небольшого числа событий. Стандартная модель не только предсказывает существование Z<sub>0</sub> частицы, но также указывает, каким образом частицы могут генерироваться и обнаруживаться: если элементарная частица, такая как электрон, и его соответствующая античастица (позитрон) сталкиваются друг с другом с достаточными энергиями, то происходит полная аннигиляция и создается свободный  $Z_0$ , который будет существовать очень короткое время, а затем распадется обратно на элементарные частицы. Следовательно, схема довольно проста: LEP обеспечивает пучки встречно движущихся электронов и позитронов достаточной энергии, которые сталкиваются в отдельных местах по окружности, чтобы создать Z<sub>0</sub> частицы в достаточном количестве для углубленного изучения взаимодействия. Экспериментальные детекторы, размещенные в точках столкновения позволяют исследовать распад  $Z_0$  на другие элементарные частицы. [1, с. 387]

Фундаментальным параметром в работе любого коллайдера частиц является диапазон энергии пучка. Энергия должна быть достаточной для соблюдение требуемой физики, а светимости должно хватать, чтобы такие наблюдения могли быть проведены. В случае LEP энергия была четко определена энергией  $Z_0$  и  $W^\pm$  частиц и в результате должна была быть в диапазоне 40 - 100 ГэВ для каждого пучка. Однако, определившись с энергией, следующий вопрос в процедуре проектирования заключался в оптимизации физического размера коллайдера, чтобы минимизировать капитал и расходы в ходе исследования.

Когда заряженные частицы движутся по круговой траектории, как в случае накопительного кольца для формирования круговой орбиты, они излучают долю их энергии при испускании фотонов. Если эта энергия не пополняется, то частицы будут быстро замедляться, начнут двигаться по спирали и, наконец, потеряются внутри стенки вакуумной камеры.

Электромагнитная направляющая система LEP состоит из диполей, квадруполей, секступолей, горизонтальных и вертикальных дипольных корректоров, вращающихся квадруполей и электростатических дипольных дефлекторов. Около трех четвертей окружности LEP занято «стандартными ячейками». Они состоят из магнитов в следующем комплекте: дефокусирующий квадруполь, корректор вертикальной орбиты, первая группа из шести изгибающихся диполей, фокусировка секступолем, фокусирующий квадруполь, горизонтальная орбитальный корректор, вторая группа из шести изгибающихся диполей и наконец, дефокусирующий секступоль. Длина стандартной ячейки 79.11 м. Каждая из восьми дуг содержит 31 стандартную ячейку. Электроны и позитроны направляются по кусочнокруговой траектории дипольными магнитами. Поле изгиба этих диполей было сделано необычно низким (0.1 Тл), чтобы увеличить радиус изгиба и тем самым уменьшить количество синхротронного излучения. Низкий изгиб поля позволил создать новую конструкцию диполя с зазорами 4 мм между стальными слоями (толщиной 1.5 мм), заполненными раствором. По сравнению с классическими стальными сердечниками, это позволило сэкономить около 40% стали. Квадрупольные магниты, которые производят линейные поля с поперечным направлением, действуют как магнитные линзы и фокусируют пучок, чтобы направлять его по ходу вакуумной камеры. Переменная полярность квадруполя в стандартных ячейках создает чередующуюся градиентную фокусировку или «сильную» фокусировку. Сотовые секступоли создают поле, которое является квадратичным по поперечному смещению и используется для компенсации зависимости силы фокусировки от энергии пучка.

Каждая экспериментальная точка столкновения в LEP окружена огромным соленоидным магнитом, используемым для идентификации частиц. Каждый пучок должен быть хорошо сфокусирован до маленьких размеров, чтобы увеличить светимость или скорость производства. Это сделано с помощью набора сверхпроводящих квадруполей с очень сильным градиентом поля, которое фокусирует поперечные размеры луча. Магниты детектора соленоида производят другой эффект - они вызывают горизонтальные колебания, которые должны быть «связаны» в вертикальной плоскости, и если они не будут скомпенсированы, то значительно увеличится вертикальный размер луча и произойдёт снижение яркости. По этой причине вращающиеся квадруполи установлены вокруг каждого соленоида, чтобы скомпенсировать эту магнитную связь. Сила всех магнитов в кольце LEP очень точно регулируется путем контроля тока, протекающего в их катушках. Это достигается за счет использования более чем 750 точно стабилизированных диапазонов мощности питания мощностью от 1 кВт до максимальной – 7 МВт.

Каждый магнит имеет свой собственный контур охлаждения. В большинстве случаев охлаждение обеспечивается контурами деминерализованной воды. Некоторые небольшие корректирующие магниты охлаждаются воздухом, а сверхпроводящие квадруполи и сверхпроводящие экспериментальные соленоиды охлаждаются жидким гелием при 4.2 К с криогенной установки. [1, с. 394]

Системы тоннелей составляли 26.7 км и были рассчитаны на максимальную энергию пучка е+, ев 125 ГэВ. Таким образом, LEP был разработан, чтобы сталкивать очень высокоэнергетические электроны и позитроны. Первоначально пучки ускорялись, чтобы обеспечить центр масс в точке столкновения с энергией около 91 ГэВ (массой покоя Z<sub>0</sub> частиц) и, таким образом, открыть миру исследования новых нейтральных взаимодействий электрослабую силу. Эта первая фаза LEP, названная LEP1, имела огромный успех. Более 900 000 Z<sub>0</sub> частиц были рождены в первый год экспериментов. Главным достижением данной фазы считается удавшаяся возможность экспериментально померить массу покоя  $Z_0$ , равную  $91.1875 \pm 0.0021$  $\Gamma \ni B/c^2$ . Затем машина была модернизирована до версии LEP2. Энергия столкновения постепенно увеличивалась путем добавления ускоряющих резонаторов по мере их появления, что позволило экспериментаторам начать поиск новых частиц, а также углубленное изучение  $W^{\pm}$  и создание  $Z_0$ . Главным достижением данной фазы работы LEP 2 считается измерение энергии покоя  $W^{\pm}$ , равную 80.412 ± 0.042 ГэВ. Максимальная достигнутая энергия центра масс при столкновении пучков  $e^+$  и  $e^-$  достигала 209 ГэВ. [2, с. 221]

Туннель LEP был расположен на глубине от 40 до 150 м ниже уровня поверхности. Плоскость кольца наклонена на 1.4% — это нужно для того, чтобы ни один стержень не был расположен глубже чем 150 м.

Дуги были оснащены магнитными ячейками для направления пучков по направлению кольца. Каждая такая клетка состояла из последовательности изгибающих (дипольных), фокусирующих (квадрупольных) магнитов и корректоров орбит. Общая длина ячейки составляла 79.11 м, причем каждая дуга содержала 31 ячейку. Секступольные, октопольные и скошенные квадрупольные магниты были установлены для настройки параметров пучка.

Разработчикам магнитной системы LEP также пришлось столкнуться с необычными вызовами. Магниты для дипольного изгиба создавали максимальное поле 0.14 Тл — значительно меньше, чем обычно. Неожиданная проблема была вызвана изменением магнитных свойств из-за расслоения железа, вызванного усадкой раствора. Одной из инновационных особенностей конструкции магнита стало использование алюминиевых стержней с водяным охлаждением, сваренных концами, вместо катушек, намотанных вокруг полюсов, что обеспечило необходимое охлаждение и даже уменьшило общую стоимость.

Большой электрон-позитронный коллайдер за 11 лет работы сыграл огромную роль во всесторонних исследованиях. Одним из важнейших является получение физиками экспериментальных данных о  $Z_0$ ,  $W^+$  и  $W^-$  частицах, их всестороннее исследование. Современные представления о работе данного типа взаимодействий сложились именно под влиянием результатов работы ускорителя LEP. Эксперименты на нем позволили показать, что на самом деле слабое и электромагнитное взаимодействия имеют сходную природу и могут быть объединены в рамках одного взаимодействия — электрослабого. [3]

#### Список литературы

- 1. S. Myers, E. Picasso. The design, construction and commissioning of the CERN large Electron–Positron collider. Contemporary Physics, 1990. C. 387 403
- 2. Thomas Taylor, Daniel Treille. The Large Electron Positron Collider (LEP): Probing the Standard Model. GERMAN ELECTRON SYNCHROTRON, 2017. C. 217 261
- 3. LEP shuts down after eleven years of forefront research. [Электронный pecypc], URL: https://home.cern/news/press-release/cern/lep-shuts-down-after-eleven-years-forefront-research

УДК 004.896: 621.865

Аруова А.Б., Талапиден К.А.

Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11633

## РОЛЬ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Aruova A.B., Talapiden K.A.

Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University

# ROLE OF LATHES WITH NUMERICAL SOFTWARE CONTROL DURING MECHANICAL PROCESSING

#### Аннотация

В данной статье был проведен анализ токарных станков с числовым программным управлением (ЧПУ), а также рассмотрена конструктивная часть данных станков. В процессе изучения токарных станков с ЧПУ была создана маршрутная карта, технологическая деталь и программа для управления оборудованием. Рассмотрены составляющие программы их назначение, способ применения, приведены основные компоненты программы, которые требуются для создания команд перемещений режущего инструмента в управляющей программы токарного станка. Приведен пример создания программы управления токарного станка и его основных этапов, включающих чертеж изделия, маршрутную карту согласно которой далее была разработана программа.

#### Abstract

In this article, an analysis of numerically controlled lathes was performed, and the structural part of these machines was also considered. In the process of studying CNC lathes, a route map, a technological part and a program for managing equipment were created. The components of the program, their purpose, method of application are considered. The main components of the program, which are required to create commands for moving the cutting tool in the control program of the lathe, were also given. An example of creating a control program for a lathe and its main stages, including a product drawing, a route map according to which the program was further developed, is given.

**Ключевые слова**: токарное оборудование, эффективность использования, программа управления, деталь, технологичность, маршрутная карта

Keywords: turning equipment, efficiency of use, control program, part, manufacturability, route map

Одной из главных технологических отличий токарного оборудования является возможность выполнения только определенных видов механической обработки. По данной причине его используют для создания изделий, которые включают в себя различные поверхности такие как: сферические, конические и цилиндрические, в рассматриваемом случае применяют операцию точения, а также при необходимости сверления и зенкерования.

На токарном оборудовании изготавливаются следующие основные типы изделий: втулки, тела вращения, части корпусов, эксцентрики и фланцы редукторов [1].

Наиболее главным отличием механической обработки с применением станков ЧПУ от изготовления той же технологической операции, но на ручном режиме, является помимо программного управления расположениями, а также режимами резания, но и полная автоматизация всех вспомогательных операций [2].

Токарное оборудование с числовым программным управлением можно классифицировать следующим образом:

а) по вертикальному и горизонтальному положению оси шпинделя;

- б) положение направляющих станка: наклонное, горизонтальное, вертикальное;
- в) в зависимости от инструментальной системы различают со следующими количествами суппортов: один или несколько, а также наличие у станка с суппортом револьверной головки либо же инструментального магазина;
- г) различают в зависимости от осуществляемых работ патронные, центровые, карусельные, а также патронно-центровые [2].

В случае обработки детали на токарном оборудовании с числовым программным управлением станок осуществляет действия согласно программе, при этом функция оператора станка необходима только для установки, либо же снятия изделия, а также проверки режущего инструмента и при контроле размеров готовой детали, однако данная операция может быть совершенна автоматически.

Программа, которая была составлена программистом-технологом, управляет обработкой изделия на токарном оборудовании с системой ЧПУ. Данные программы создаются на языке G-code по стандарту RS274, который был разработан с целью управления установками при помощи ЧПУ.

Программа, составленная на языке G-code, включает в себя нумерационных блоков, которые

называются кадрами. В каждом блоке содержатся наборы команд, при помощи которых производится элементарное действие на токарном оборудовании. К примеру перемещение резца на исходную точку либо же с конкретными заданными оборотами и подачей в глубь металла. Согласно данным программы расположение режущей кромки определяется по инкрементной системе координат. Это указывает на то, что каждая последующая точка обозначается, как приращение к координате предыдущей позиции режущего инструмента. При этом выход в начальное положение назначается при абсолютной системе координат и только в начале составления программы [5].

Главным отличием от фрезерных станков является то, что на токарном оборудовании вращательное движения совершает заготовка, а не инструмент. Из-за этого программирование на токарных станках с числовым программным управлением имеет ряд особенностей. Главным является то, что по оси X задается передвижение по радиальному направлению, в то время как по оси Z производится продольное перемещение. Также в процессе программирования токарных станков следует учиты-

вать то, что параметры должны быть заданы в миллиметрах на оборот, однако на фрезерных станках данные параметров задаются в миллиметрах в секунду [3].

Краткое описание основных составляющих кодов управляющей программы:

M03 S1500 – происходит запуск работы шпинделя с заданной частотой вращения 1500 об/мин;

M06 T1 – установка инструмента номер один;

G00 Z80 X20 – ускоренное перемещение рабочего инструмента из положения исходной точки на позицию Z80 X20, согласно координатам заданного изделия;

G02 X15 Z70 R15 – круговая интерполяция к последующей позиции по часовой стрелке, в то время как для того чтобы создать окружность любым радиусом, но против часовой стрелки задают код G03 и координаты позиции и радиуса соответственно;

М05 – отключение работы шпинделя;

М30 – завершение операции [4].

Был рассмотрен чертеж следующей детали (рис.1), который необходим при составлении управляющей программы токарного оборудования:

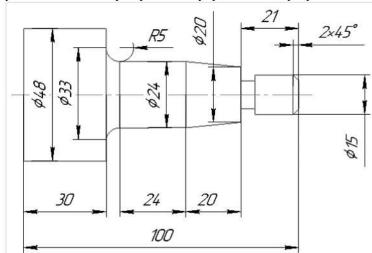


Рисунок 1. Чертеж детали

Далее представлена маршрутная карта детали (рис.2), согласно которой в дальнейшем будем составлена управляющая программа для токарного станка с системой управления Fanuc:

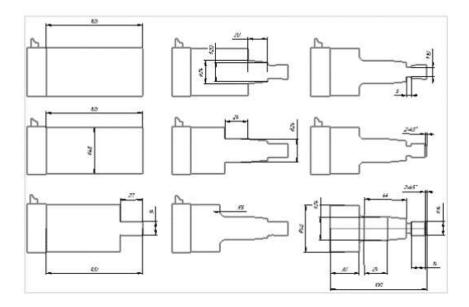


Рисунок 2. Маршрутная карта детали.

Согласно чертежу детали и ее маршрутной карты ниже приведен пример управляющей программы (рис.3) для токарного станка:

```
🏙 Новый текстовый документ (3) — Блокнот
<u>Ф</u>айл <u>Правка</u> Фор<u>м</u>ат <u>В</u>ид <u>С</u>правка
T0101;
NØ10 G96 S250 MØ3 MØ8;
N020 G00 X50 Z2;
N030 G90 X48 Z-78 F5;
N040 G01 X40 Z-23;
NØ50 GØ1 X16 Z-23;
NØ60 GØ0 X45 Z-23;
N070 G01 X30 Z-23;
N080 G01 X35 Z-43;
NØ9Ø GØ1 X35 Z-57;
T0303;
N100 G00 Z-57 X48:
N110 G03 X30 Z-67 R10;
N120 G00 X45 Z-67;
N130 G00 X50 Z-20:
N140 G01 X14 Z-20;
N150 G01 X10 Z-20;
N160 G01 X10 Z-23;
N170 G00 X50 Z-23;
T0101;
N180 G01 X14 Z-1;
N190 G01 X13 Z0;
N200 M05 M09;
N210 M30;
                              Windows (CR Стр 24, стлб 120%
```

Рисунок 3. Пример управляющей программы для токарного оборудования.

### Список литературы

- 1. https://principraboty.ru/princip-raboty-stanka-s-chpu
- 2. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения. Учебник. 2-е изд. М.: Машиностроение, 2007. 736 с.
- 3. Тывес, Л.И. Механизмы робототехники. Концепция развязок в кинематике, динамике и планировании движений. М.: Ленанд, 2014. 208 с.
- 4. Е.И. Юревич, Б.Г. Аветиков, О.Б. Корытко и др. Устройство промышленных роботов. Л.: Машиностроение, 1980. 384 с.
- 5. И.Н. Миков, Б.И. Черпаков, Ю.Н. Адалин, С.В. Мешков. Построение систем управления автоматическими линиями на основе программируемых команды аппаратов. Станки и инструмент, 1982, № 11. с. 3-5.

УДК 004

#### Балогланова Айшен Санан кызы

Студент магистратуры

Институт физико-математических наук и информационных технологий, «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» ,РФ, Калининградская обл., г. Калининград

# ЭЛЕКТРОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ КАРТЫ В РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ В ЕДИНУЮ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (ЕГИСЗ).

### Baloglanova Aishen

student Institute of Physical and Mathematical Sciences and Information Technology,
"Immanuel Kant Baltic Federal University"
Russian Federation, Kaliningrad Region, Kaliningrad

# ELECTRONIC MEDICAL ReCordS IN RUSSIA: PROBLEMS OF CREATION AND IMPLEMENTATION IN THE UNIFIED PUBLIC INFORMATION SYSTEM OF HEALTH.

#### Аннотация

В статье раскрываются понятия, связанные с термином «электронная медицинская карта», приводятся законодательные документы, описывающие данные понятия. Также рассматривается степень внедрения электронных медицинских карт по Российской Федерации и их сопутствующие проблемы.

#### Abstract

The article reveals the concepts related with the term «electronic medical record», provides legislative documents, which describe governing these concepts. Also analyzes level of implementation on electronic medical records in the Russian Federation and their problems with associated.

**Ключевые слова**: электронная медицинская карта, единая государственная информационная система здравоохранения, электронное правительство, информатизация.

**Keywords:** electronic medical record, unified public information system of health, e-government, informatization.

#### Ввеление

В современном мире идет тенденция информатизации всех сфер жизни общества, и здравоохранение является ключевой сферой развития цифровых технологий и концепции «электронного правительства» (e-government) в передовых странах. Важнейшей задачей стоит повышение качества оказания медицинской помощи, а также ее доступности вне зависимости от места нахождения внутри страны. Для решения данной задачи во многих государствах внедрены либо внедряются электронные медицинские карты (ЭМК) и единые информационные системы здравоохранения.

Рассмотрим понятие электронная медицинская карта.

Электронная медицинская карта — это электронная альтернатива существующей бумажной медицинской карте, которая в свою очередь хранит информацию о состоянии здоровья владельца карты, о пройденных диагностиках и лечениях.

В России данное понятие появилось с 1 января 2008 года после введения «национального стандарта Российской Федерации — электронная история болезни». Но законодательно было утверждено использование электронных форм медицинских документов только в июле 2017 года в Федеральном законе № 242-ФЗ. Приказ Минздрава России № 2н от 09.01.2018.

Внедрение электронных медицинских карт являлось необходимым для создания Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ) - национальной информационной системы, которая была создана для обеспечения эффективности взаимодействия граждан и органов (организаций) системы здравоохранения при процессах получения и оказания медицинской помощи посредством электронного единого портала «Госуслуги». А также ведения предусмотренных законодательством федеральных регистров в сфере здравоохранения. Создание ЕГИСЗ было прописано в Федеральном законе от 29 июля 2017 года №242-ФЗ, который вносил изменения в ряд законодательных актов по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья.

Еще одной ступенью развития общей системы здравоохранения стало постановление Правительства РФ от 5 мая 2018 г. № 555 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения», который утверждал Положение о ЕГИСЗ, определял порядок доступа к информации, содержащейся в единой системе, порядок и сроки представления информации, закреплял правовые основы её работы[1].

### Проблемы внедрения ЭМК

Несмотря на курс по всеобщему внедрению ЭМК по стране и увеличению количества компьютеров и прочей необходимой техники, реальная скорость внедрения остается очень низкой.

Согласно паспорту федерального проекта «Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе ЕГИСЗ» (входит в нацпроект «Здравоохранение»), к 31 декабря 2019 года не менее 80% государственных и муниципальных медучреждений должны использовать подсистемы ЕГИСЗ. К концу 2022 года к ЕГИСЗ должны быть подключены медорганизации всех 85 регионов России. Но реальная ситуация очень отличается от запланированной.

К началу ноября 2019 года всего 4% медицинских учреждений в России смогли перейти на электронные медицинские карты, при этом отказавшись от бумажной документации. Исследование, проведенное компанией «Медицинские информационные решения» совместно с Ассоциацией развития медицинских информационных технологий (АРМИТ) показывает также эту картину по опросам 4398 врачей и среднего медицинского персонала из 82 регионов России.

К сожалению, к концу октября 2019 года 31% медучреждений не смогли отказаться от бумажных медкарт, а 27% опрошенных вовсе не видят возможности для такой технологической миграции.

Так, например, к середине февраля 2020 года электронные карты открыли около 190 тыс. москвичей, из них более 30 тыс. карт — детские.

Также опрос выявил следующие причины торможения процесса внедрения электронных медицинских карт:

- невозможность полного отказа от ведения бумажных документов, несмотря на введение ЭМК (66%);
- нехватка денежных средств у медучреждений (49%), перспектива увеличения объема работы при использовании ЭМК вместо экономии времени (49%):
- не соответствующая потребностям медучреждения функциональность (48%).

По России в 16% рабочих мест медучреждений не установлены компьютеры. Отсутствует интернет у 29% врачей, обладающих компьютером, а у

40% нет подключения к медицинской информационной системе (МИС) медорганизации[2].

По мнению специалистов, существенными проблемами являются возраст врачей и нехватка времени на заполнение электронных карт. Что в свою очередь связано с тем, что на прием пациента дается приблизительно 15 мин. Также усложняет внедрение нехватка персонала и врачей, что приводит попросту к невозможности «переписать» бумажные карты в электронный носитель. В данный момент врачи создают электронные карты новорожденным, также есть идеи создать всем ЭМК, но с «чистого» листа, что также является незатруднительным.

Создание же Единой системы (ЕГИСЗ) усложняется тем, что каждый регион страны начинал самостоятельно информатизацию системы здравоохранения, начиная с закупки техники и программного обеспечения, включая формы документов и методики их ведения. Поэтому в данный момент нет возможности объединить их в единую систему, чтобы не просто "складировать" медицинскую информацию, а иметь возможности ее систематизировать, анализировать и использовать на практике[3].

### Список литературы:

- 1. О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения [Электронный ресурс]: постановление от 5 мая 2018 года №555 Режим доступа: URL: http://government.ru/docs/32570/ (дата обращения: 14.04.2020)
- 2. Журнал «VADEMECUM» [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: https://vademec.ru/news/2019/11/19/opros-tolko-4-medorganizatsiy-v-rf-pereshli-na-elektronnye-medkarty// (дата обращения: 15.04.2020)
- 3. Газета «Российская газета» [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: https://rg.ru/2019/10/21/kogda-v-zdravoohranenii-poiavitsia-elektronnyj-dokumentooborot.html (дата обращения: 13.04.2020)

УДК 003.26

Бекенова Д.Б., Кенебаева Д.Б., Жүнісбек Н.Н. Университет «Туран-Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

# ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И СИСТЕМ

Bekenova D.B., Kenebaeva D.B., Zhunisbek N.N. «Turan-Astana» university, Nur-Sultan city, Republic of Kazakhstan

### IMPLEMENTATION OF CRYPTOGRAPHIC METHODS AND SYSTEMS

#### Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы, касающиеся реализации криптографических методов и систем. При аппаратной реализации все процедуры шифрования и дешифрования выполняются специальными электронными схемами. Наиболее используемые модули осуществляют комбинированные методы.

#### Abstract

This article discusses issues related to the implementation of cryptographic methods and systems. In hardware implementation, all encryption and decryption procedures are performed using special electronic circuits. The most used modules implement combined methods.

**Ключевые слова:** криптографические методы, шифрование, дешифрование, ключ, сертификат, алгоритм, симметричная и ассиметричная модели, генератор, стандарт

**Key words:** cryptographic methods, encryption, decryption, key, certificate, algorithm, symmetric and asymmetric models, generator, standard

Любой из криптографических методов может быть осуществлен с использованием программного или аппаратного обеспечения. Возможность реализации программного обеспечения обусловлена тем, что все методы криптографического преобразования являются формальными и могут быть представлены в качестве окончательной алгоритмической процедуры.

При аппаратной реализации все процедуры шифрования и дешифрования выполняются специальными электронными схемами. Наиболее используемые модули осуществляют комбинированные методы.

В то же время игра является важным компонентом всех реализованных аппаратных методов. Это связано с тем, что игровой метод удачно сочетает в себе высокую надежность и простоту реализации.

Наиболее часто используемый генератор - это хорошо известный регистр сдвига с обратной связью (линейный или нелинейный). Минимальный период сгенерированной последовательности составляет 2N-1 бит. Для повышения качества генерируемой последовательности вы можете предусмотреть специальный блок управления для работы регистра сдвига.

Еще один способ улучшить качество игры - использовать нелинейную обратную связь. Кроме того, улучшение достигается не за счет увеличения длины диапазона, а за счет усложнения закона его формирования, что значительно усложняет криптоанализ.

Большинство зарубежных инструментов последовательного шифрования основаны на американском стандарте DES. В отечественных разработках, таких как, например, устройство KRIPTON, используется стандарт домашнего шифрования.

Основным преимуществом программных методов для реализации защиты является их гибкость, то есть возможность быстрой смены алгоритмов шифрования.

Основным недостатком реализации программного обеспечения является значительно более низкая производительность по сравнению с аппаратным обеспечением (примерно в 10 раз).

В последнее время начали появляться комбинированные инструменты шифрования, так называемое программное и аппаратное обеспечение.

Изменяя программное обеспечение для этого устройства, вы можете выбрать тот или иной метод шифрования. Этот метод сочетает в себе преимущества программных и аппаратных методов.

Следовательно, выбор типа реализации криптографической защиты для конкретной системы IP существенно зависит от ее характеристик и должен основываться на полном анализе требований системы защиты информации. Каждый, кто желает приобрести системы шифрования, прежде всего должен иметь четкое представление о двух самых важных составляющих любой системы: ключе и сертификате (ключ и сертификат).

Ключ — это своего рода алгоритм или математическая формула, которая используется при кодировании сообщения. Чтобы получатель мог рас-

шифровать посланное ему сообщение, он сам должен знать этот алгоритм или формула; именно отсюда и происходит название "ключ".

При работе с ключами вы можете использовать симметричную модель (применяются только открытые ключи) или асимметричную модель (применяютсяя как открытые, так и закрытые ключи).

При работе с симметричными моделями (рисунок 1.1) применяется один и тот же алгоритм кодирования и декодирования сообщений. Этот подход применяется в популярной программе Филиппа Циммермана Pretty Good Privacy (PGP), которая была разработана для работы с открытыми ключами

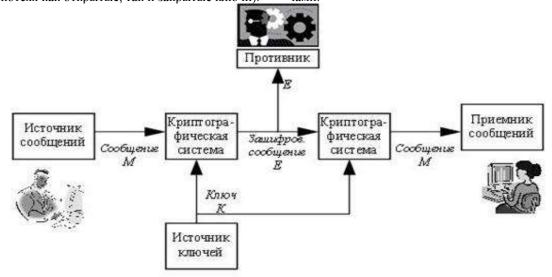


Рис 1.1. Симметричная модель шифрования.

РGР использует так называемую модель равного доверия. Здесь имеется ввиду, что отправитель знает и доверяет получателю и, следовательно, не видит ничего плохого в передаче ему ключа шифрования. Здесь "довольно хорошо" (буквально довольно хорошо) похоронен. Конфиденциальность. Хотя применение алгоритма шифрования почти что закрывает доступ злоумышленника к содержимому сообщения, этот метод можно считать только «достаточно хорошим» в отличие от других методов.

С другой стороны, нельзя не признать, что серьезное преимущество PGP заключается в отсутствии необходимости управлять ключами - именно необходимость такого управления является основным недостатком асимметричных ключей.

Конечно, невозможно представить кодирование сообщений без применения ключей. Однако нельзя отрицать, что любое применение ключей не может помочь установить личность получателя сообщения.

И тогда возникает сертификат, который также носит название электронная подпись. Его можно сравнить с электронным паспортом: благодаря этому вы можете удостовериться, что отправитель и получатель в действительности это те, кем они себя считают.

Сертификат открытого ключа – это своего рода цифровой документ, который однозначно идентифицирует пользователя с открытым ключом. Сертификаты необходимы для проверки подлинности цифровых документов и гарантии доставки сообщения только тем людям, которым оно адресовано.

Новый метод (его стандарт в настоящее время находится в стадии разработки) основан на применении службы сетевых каталогов, предоставляю-

щую информацию о состоянии сертификата в режиме реального времени с использованием протокола OCSP (онлайн). В таком случае сертификаты, выданные службой центра сертификации, можно считать недействительными до того момента пока их информация о состоянии не будет выбрана из каталога, поддерживаемого центром сертификации.

При работе с сертификатами можно использовать две схемы.

- Во-первых, сертификаты может создавать и поддерживать сторонняя компания.
- Во-вторых, любая компания сама может создавать и поддерживать сертификаты, используя при этом, например, продукт Entrust (Nortel), который к тому же обеспечивает кодирование сообщений.

Получив сертификат, пользователь может использовать его в качестве электронной подписи.

Часто наиболее эффективным при выборе и оценке криптографической системы является использование экспертных оценок и симуляций.

В любом случае выбранный набор криптографических методов должен сочетать в себе удобство, гибкость и эффективность использования, а также надежную защиту от информации о преступниках, циркулирующих в ИС.

### Список литературы

- 1. Алферов А.П., Зубков А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. Основы криптографии. М.: Гелиос АРВ, 2011.
- 2. Криптографические методы защиты информации / Под ред. Е. М. Сухарева. Кн. 4. М.: Радиотехника, 2007. 312 с: ил. (Сер. Защита информации. Редактор Е. М. Сухарев).

УДК 004.651

Кенебаева Д.Б., Бекенова Д.Б., Ахметжанов С. Университет «Туран-Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

# ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ КАК РЕЖИМ РАЗМЕЩЕНИЯ ДАННЫХ НА НОСИТЕЛЯХ

Kenebaeva D.B., Bekenova D.B., Akhmetzhanov S. «Turan-Astana» university, Nur-Sultan city, Republic of Kazakhstan

### PHYSICAL DATA MODEL AS A MODE FOR STORING DATA ON MEDIA

#### Аннотация

В данной статье рассмотрена характеристика физической организации базы данных, то есть физическая модель базы данных, определяющая режим размещения данных на носителях (внешних запоминающих устройствах), а также способ и средства организации эффективного доступа к ним.

#### Abstract

This article describes the characteristics of the physical organization of the database, i.e. the physical model of the database that determines the mode of data placement on storage media (external storage devices), as well as the method and means of organizing effective access to them.

**Ключевые слова:** база данных, физическая и логическая модели, файл, логическая структура, операционная система, доступ, носитель, адресация, запись, хранение, индекс, резервирование

**Keywords:** database, physical and logical models, file, logical structure, operating system, access, media, addressing, writing, storage, index, backup

Физическая организация базы данных - это комплекс методов и средств, предназначенных для размещения данных во внешней памяти и во внутренней (физической) модели данных, созданной ими. Внутренняя модель - это инструмент для отображения логической модели данных в физической среде хранения. Разница между физической моделью и логической моделью заключается в том, что эта модель данных связана с методами организации данных на носителях, методами доступа к данным. Он показывает, как записи размещаются в базе данных, как они сортируются, как организованы соединения, как записывать записи и выбирать их.

Физическая модель базы данных определяет режим размещения данных на носителях (внешних запоминающих устройствах), а также метод и средства организации качественного доступа к ним. Поскольку базы данных работают в составе операционной системы и находятся под контролем и обычно располагаются в общих устройствах (долях), которые используются операционной системой и другими прикладными программами, то организация хранения данных и доступа к ним во многом зависит от принципов и методов управления данными операционной системы.

И, конечно, СУБД так или иначе применяет не только систему в виде файла операционной системы и подсистему ввода-вывода, но и специализированные методы доступа, которые основаны на различных принципах организации данных.

1. Организация данных на машинных носителях

С общепринятой точки зрения к вопросам организации данных относятся:

- выбор типа записи единицы обмена в операциях ввода-вывода;
- выбор способа размещения записей в файле и, возможно метода оптимизации размещения;
- выбор способа адресации и метода доступа к записям.

Желательность выделения таких аспектов организации была чрезвычайно очевидна на начальном этапе развития систем, ориентированных на запись, и внешних запоминающих устройств, таких как магнитные ленты и диски. Однако следует подчеркнуть, что широкое использование современных потокоориентированных систем ввода-вывода не снизило как базового, так и практического значения методов, и решений, основанных на давно известных принципах письма.

-Типы записей

Логический набор данных, с которым взаимодействует приложение, состоит из ряда данных или агрегированных элементов, которые воспринимаются и обычно физически разделяются в области памяти всего приложения. Файл создает порядок записей в логике обработки.

Физическая запись, работающая с файловой системой- запись, которая находится в файле, обычно на внешнем носителе, и прочитанная или записанная с помощью одной команды ввода-вывода.

Организация данных в случае логического и физического представления может не совпадать, в

частности физическая запись может включать в себя несколько логических записей (блочных записей). В то же время алгоритмы извлечения логических записей из физических во многом зависят от типа рассматриваемой записи и характера организации байтовой последовательности.

Организация физической записи для очень частого случая блокировки логических записей фиксированной или переменной длины показана на слайде.

При этом логическая структура представления записей переменной длины (практически не используемая в современной файловой системе) отличается от структуры байт-контента - фактические данные, составляющие логическую запись, предшествуют байт-значению длины контента этой логической записи.

Существует еще одна физическая структура для отображения переменной длины записи record length undefined, когда данные, составляющие логическую запись, заканчиваются разделителем " конец записи "(потоковая файловая система соответствует организации текстового файла), в которой запись данных представляет собой последовательность символов, которые образуют строку, заканчивающаяся специальными кодами" СR","LF").

Порядок доступа к записи данных может быть только последовательным, так как для того, чтобы определить начало следующей записи данных необходимо учитывать значение текущей длины.

Организация файлов - метод размещения записей

Записи файла обычно расположены на носителе последовательно в той последовательности, в котором они были созданы в приложении. Но иногда физическая последовательность записей позиционирования может отличаться от их логической последовательности.

Конечно, может существовать только последовательность размещения физических записей (если содержание логической записи намеренно не дублируется в другой форме), и ее необходимо выбрать, учитывая эффективность применения данных в различных приложениях.

Выбор последовательности связан с одним из нижеперечисленных обстоятельств:

- 1. Ускорением выполнения наиболее частых операций путем размещения записей в той последовательности, требующегося при последующей обработке.
- 2. Ускорением или упрощением средств адресации файла (к примеру, средств прямой адресации или хэшивания).
- 3. Уменьшением размера применяемого индекса и сокращением таким образом времени поиска в нем.
- 4. Сокращением среднего времени доступа при помощи размещения в хорошо доступных местах записей, к которым часто обращаются.
- 5. Облегчением операций включения, обновления и удаления записей в интенсивно изменяемых файлах.

Мы можем назвать две «чистые» стратегии определения местоположения (адреса) для публикации записей: последовательную и случайную. В данном смысле алгоритм размещения дает возможность на определение типа организации файла.

В первом случае каждая последующая запись будет физически размещена после предыдущей.

Во втором - на месте, адрес которого будет определен исходя из некоторых факторов, в том числе и упомянутых выше.

Но записи могут быть записаны и считаны на устройства прямого доступа в любом порядке, существует определенный порядок для каждой структуры данных, в котором записи могут быть прочитаны намного быстрее, чем другие методы разметиения

#### Список литературы:

- 1. Коннолли, Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли. М.: Вильямс И.Д., 2017. 1440 с.
- 2. Пирогов, В. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: Учебное пособие / В. Пирогов. СПб. ВНV, 2009. 528 с.

УДК 004.8

Бергер Е.Г.

К.э.н. доцент кафедры практической и прикладной информатики, **Бублик И.Ю.** 

Студент бакалавриата, 2 курс,

МИРЭА-Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, Институт информационных технологий

Россия, г. Москва

DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11634

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ЭМОЦИЙ ЧЕЛОВЕКА

Berger E.G.

 $p.d.e.\ docent\ of\ the\ Department\ of\ Practical\ and\ Applied\ Informatics,$ 

Bublik I.Y.

Bachelor student, 2 course, MIREA-Russian Technological University (MIREA Russian Technical University), 78 Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russia, Institute of information technology

Russia, Moscow

# ANALYSIS OF THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE BASIS OF HUMAN EMOTIONS TRACKING TECHNOLOGY

### Аннотация

В данной статье рассматриваются возможные способы применения искусственного интеллекта в связке с данными о человеке, полученными при помощи различных систем контроля и фиксации. Рассматривается интерес рынка в данном направлении.

#### Abstract

This article discusses the possible ways to use artificial intelligence in conjunction with data about a person obtained using various control and fixation systems. The interest of the market in this direction is considered.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, распознавание эмоций, рынок. **Key words:** artificial intelligence, emotion recognition, market.

Целесообразность исследований в области информационных технологий определяется в конечном счете необходимостью развития уже существующих технологий, попыток реализации совершенно новых идей и анализа их перспектив на рынке, с целью получения новых возможностей при их применении во всех возможных сферах деятельности человека.

Развитие искусственного интеллекта с каждым днем приобретает все большие темпы развития. Это обусловлено огромным потенциалом данного направления, которое способно вывести чуть ли не любую сферу деятельности человека на совершенно иной этап развития. Однако, несмотря на достаточно узкую область применения, которая доступна для корректной работы ИИ, уже сейчас активно внедряются совершенно новые блоки задач, предполагающие не только создания алгоритмов для описания каких-либо логических действий человека, но и задействующие его эмоциональное состояние.

За одну из таких задач можно взять привязку ИИ к технологиям, отслеживающим эмоции человека. Сама по себе технология появилась совсем недавно, поэтому требует явной доработки, прежде чем будет использоваться повсеместно. Так, устройство может считать мимику человека, и на основе полученных данных система определит его настроение и сможет задействовать заложенный в ней функционал в зависимости от ситуации. [4] Однако, мимика человека может не отображать его реальный настрой и быть наигранной намеренно, с целью обмана системы. Аналогично, система, определяющая уровень агрессии на основе звукозаписи может некорректно сопоставить полученную информации и выдать неверный результат, что в свою очередь может нести серьезные последствия, если данная технология будет использоваться в сфере безопасности. Возвращаясь к связи ИИ с устройствами, считывающими показатели человеческого

тела, важно отметить, что способов использования машинного обучения вполне достаточно чтобы успешно применять данную технологию во многих отраслях, сводя к минимуму возможные неисправности со стороны системы.

Так, сотрудники Гонконгского университета науки и технологии разработали систему, которая использует искусственный интеллект для анализа эмоций учащихся во время уроков и лекций. [6] Подобного рода инструмент поможет преподавателям улучшить свою работу на основе того, сколь сильно учащиеся вовлечены в предмет. Но по словам разработчиков, ИИ часто принимает выражение сосредоточенности за недовольство или гнев. Как итог, требуется добавление новых категорий эмоций в систему. Корректное применение технологии в сфере образования также усложняется отсутствием времени у преподавателя регулярного мониторинга данных по каждому из учащихся которые, как было сказано выше, могут быть недостоверными.

Помимо всего прочего, отлаженному ИИ будет требоваться постоянный мониторинг за человеком, что порождает массу проблем, выходящих за рамки этики. Множество вопросов, связанных с конфиденциальностью личной информации, могут вызвать негативную реакцию общества.

Однако, по прогнозам Gartner, уже к 2022 году 10% персональных девайсов будут оснащены технологиями распознавания эмоций, что в свою очередь свидетельствует о явной заинтересованности крупных компаний в разработке ИИ для такого рода систем. [3] Ярким примеров может стать открытие подразделения Sony AI, который и будет заниматься развитием данного направления. Уже сейчас компания запустила 3 флагманских проекта, таких как Gaming, Imaging&Sensing, а также Gastronomy. Со временем число проектов будет добавляться, но в запущенных трех развитие ИИ как в виртуальном, так и в физическом пространстве уже ведется. Так, компанией была запатентована

технология отслеживания эмоций человека непосредственно через геймпад DualSense. О конечной реализации данного патента можно лишь догадываться, но высока вероятность добавления системы ЭКГ наподобие той, что сейчас используется в электронных часах Apple Watch, это позволит считывать пульс человека и на основе полученных данных определять степень его напряженности, страха и т.д.

#### Зачем нужно распознавание эмоций?

На сегодняшний день все большее число компаний проходит цифровую трансформацию и в этом процессе наиболее важны не только профессиональные навыки, но и личные качества сотрудников, такие как: доброжелательность, концентрация внимания, правдивость. Система будет оценивать ключевые слова, интонацию и мимику потенциального сотрудника и сможет составить отчет со своими выводами. Также отличным примером может стать запущенная транспортно-дорожным управлением Дубай в 2019 году система в центрах обслуживания клиентов. Камеры на входе и выходе сравнивают эмоции людей и на основе полученных данных определяют степень удовлетворенности посетителей, что в свою очередь может

поспособствовать улучшению качества обслуживания. Очередным вариантом использования данной технологии может стать пресечение насильственных действий, когда камеры будут фиксировать положение точек рук одного человека относительно другого, а также определять температуру тела каждого из них, что поможет правоохранительным органам оперативно вмешаться в ситуацию. Такого рода система уже была протестирована в Кембриджском университете, и правильно показывала результат в 94% случаев при небольшом количестве людей. [5] Но имеются и отрицательные стороны всех этих систем, так, (на примере найма сотрудника) если системы изучат предвзятость, то польза от ИИ во время собеседования будет сведена к минимуму.

Говоря о сферах применения ИИ на базе данной технологии также необходимо упомянуть и ситуацию на мировом рынке систем распознавания эмоций (Emotion Detection and Recognition, EDR), который стремительно растет с каждым годом. Так, по оценкам Market&Markets, среднегодовые темпы его роста в 2017-2021 гг. составляют 40,1%, что представлено на рисунке 1.

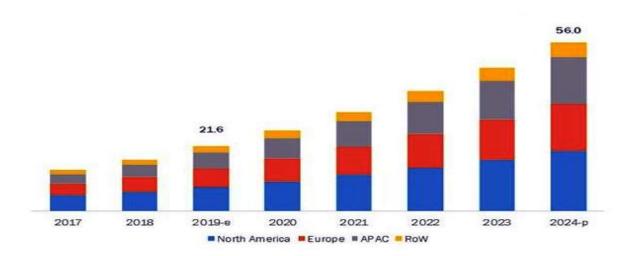


Рисунок 1. Региональная структура мирового рынка EDR, млрд. долл.

На российском рынке основными потребителями технологий ERD являются организации, к банковской, автомобильной и транспортной отраслям, а также некоторые государственные организации. Так, агентство инноваций Москвы готовит к тестированию «Интеллектуальную систему для оценки компетенций и благонадежности кадров по голосу». Предполагается, что технологии, встроенные в неё, позволят оценить степень стресса сотрудников. В транспортной сфере оценка психологического состояния позволит не выпускать на работу уставших сотрудников. [1]

Но наравне со всеми перспективами важно помнить, что все технологии, собирающие информацию с человека, так или иначе вторгаются личную жизнь, нет никаких гарантий конфиденциаль-

ности собранных данных, что они не будут переданы дальше тех сервисов, с которыми вы взаимодействуете. По данным Gartner, более 50% жителей США и Великобритании настроены против того, чтобы ИИ понимал их чувства и настроение. В определенных странах само распознавание лиц запрещено на законодательном уровне. [2]

Подводя итог всему вышесказанному, можно постановить, что сфера применения ИИ на одной только технологии распознавания эмоций огромна и имеет множество перспектив, а также огромный потенциал для развития, что подтверждается заинтересованностью таких компаний как Apple, Amazon, Sony, Microsoft и др. Исследования же, проведенные в различных областях, показывают высокий уровень точности и надежности в рамках лабораторных тестирований. В повседневных условиях

возникают множественные факторы, вызывающие сбои в работе системы и выдачу некорректных данных, что свидетельствует о требовании более способного ИИ, чет тот, что имеется сейчас. Ведь люди, склонные доверять искусственному интеллекту, будут принимать решения, основываясь на ошибочных данных. Как итог, возможно возникновение еще больших проблем. Все это говорит нам о том, что такая система еще не готова для выполнения обширных задач повышенной сложности, но уже сейчас способна продемонстрировать выдающийся результат при индивидуальном использовании в конкретных сферах.

### Использованные источники:

- 1. Статья «Рынок систем детекции и распознавания стремительно растет» [Электронный ресурс] URL: https://www.itweek.ru/ai/article/detail.php?ID=21174 5 (Дата обращения: 03.04.2020)
- 2. Статья «Искусственный интеллект научился распознавать эмоции» [Электронный ресурс] URL: https://hinews.ru/technology/iskusstvennyj-intellekt-

UDK 378.016:81'243

- nauchilsya-raspoznavat-emocii-k-chemu-eto-mozhetprivesti.html (Дата обращения: 03.04.2020)
- 3. Статья «13 удивительных способов использования технологии Emotion AI» [Электронный ресурс] URL: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/13-surprising-uses-for-emotion-ai-technology/ (Дата обращения: 03.04.2020)
- 4. Статья «Эмоции ИИ будут персонализировать взаимодействие» [Электронный ресурс] URL: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/emotionai-will-personalize-interactions/ (Дата обращения: 04.04.2020)
- 5. Статья «Дронов научили определять насильственное поведение в толпе с помощью ИИ» [Электронный ресурс] URL: https://www.theverge.com/2018/6/6/17433482/ai-automated-surveillance-drones-spot-violent-behavior-crowds (Дата обращения: 04.04.2020)
- 6. Статья «Нейросеть распознает усталость и скуку на глазах учеников» [Электронный ресурс] URL: https://habr.com/ru/news/t/483998/ (Дата обращения: 04.04.2020)

Blyznychenko A.S., Korniush H.V., Blyznychenko O.M.

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11635

# THE ROLE OF THE ENGLISH LANGUAGE IN THERMAL POWER ENGINEERING AS AN EMPLOYABILITY AND EXPERTISE BOOSTER

Близниченко А.С., Корнюш А.В., Близниченко Е.Н.,

Украинская инженерно-педагогическая академия, Xарьков, Украина

# РОЛЬ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ КАК ФАКТОРА, СПОСОБСТВУЮЩЕГО ТРУДОУСТРОЙСТВУ И РОСТУ ПРОФЕССИОНАЛИЗМА

#### Аннотация

Статья посвящена вопросам значения английского языка в теплоэнергетической отрасли. Отмечены преимущества владения английским языком во время профессионального общения, а также при интерпретации технических процессов и инструкций к эксплуатации оборудования. Рассмотрены вопросы важности знания и уровня владения деловым и техническим английским языком для инженеров и руководителей теплоэнергетических предприятий. Даны рекомендации по освоению студентами технического английского языка.

### Abstract

The article focuses on the role of the English language in the thermal power engineering industry. The authors highlight advantages of the English language proficiency in professional communication or while interpreting technical instructions for equipment operations. Special emphasis is put on the question of importance of technical and business English for engineers and managers of thermal power enterprises. The article contains recommendations regarding teaching English to students specializing in power engineering.

**Ключевые слова**: английский язык, теплоэнергетика, профессиональное общение, технический перевод, навыки.

**Keywords**: English language, thermal power engineering, professional communication, technical translation, skills.

The leading role of the English language in today's world is undeniable, as it is a tacit language of international communication. The age of globalization has come – a time when no industry is free of interdependent international connections and English is more important than ever. Knowing a foreign language benefits employability of a specialist and significantly increases the "value" of a company's employee, directly affecting his or her potential salary. This fact clearly determines the need for English as a second language after the mother tongue. This language, whose popularity is constantly increasing, has become an indispensable means of international communication, especially in the business world and in a number of rapidly developing industries (IT, economy, engineering, etc.).

At the same time it should be noted that the field of power engineering and related work positions always remain topical due to the fact that mankind needs more and more energy resources, their economical and competent distribution every day. Therefore, it is necessary to build new electric facilities, develop cost-effective power generation schemes, and introduce new technologies. In that regard, work in this area involves constant personal and professional development, obtaining new knowledge and skills as well as regular internships, which will all ensure promising career and business growth. In order to develop the energy industry in Ukraine without barriers, power plants need staff with an in-depth knowledge of English [2].

As we have already noted, proficiency in English is an important requirement in employment. It is in English that negotiations, meetings, seminars, workshops and presentation of new technologies are increasingly taking place. A person who speaks English has great potential and career opportunities in the energy industry – he or she can occupy better-paid positions and get a chance to go on business trips or work abroad [1].

Knowing English today is as important as reading and writing skills in the native language. Once you are in an international environment, you will be completely helpless without English skills. English empowers employees both professionally and personally. It also brings people together and helps to gain knowledge from large sources of information. Moreover, it is well-known that regular memory training is necessary for professional and personal development, with learning foreign languages being one of the most effective and useful methods of memory training. The more time a person devotes to memory development, the better it works. In the information age, more than ever, every specialist needs a good memory, which can be trained when learning foreign languages.

In order to be able to communicate freely in English, conduct negotiations or professionally related seminars and trainings, specialists require not only theoretical knowledge, but also experience and necessary skills for practical communication with international partners. Sharing knowledge makes it possible to improve both communication skills in English and the qualification level of engineers and managers of power enterprises.

Taking into consideration constant development of this industry, it should be underlined that new expressions and concepts regularly appear, some technical definitions acquire new meanings, which conditions the need for professionals in the industry to be able to get acquainted with the latest information from primary sources. Analysis of the current situation in the power engineering industry in Ukraine allows saying that in order to stay well-informed modern employees are expected to be able to read specialized literature in the original because only a small part of relevant sources is translated into Ukrainian or Russian, which deprives employees of the opportunity to learn valuable brand-new information. Moreover, even if educational materials and professional literature are translated into other languages, the translation is usually delayed by 1 or 2 years, which is the average period of preparation and translation into Ukrainian, so the information that readers get is already outdated. It should be emphasized that most specialized sites are also in English. Consequently, knowledge of the language (even partial) significantly increases the ability to obtain topical information. In addition, the Internet has expanded communication opportunities as never before and simplified communication with people from any country. Knowledge of English helps to build up a network of professional contacts, attend professional webinars and get information from the leading foreign experts in the field of power engineering.

So, being able to communicate in English and staying informed in the realm of thermal power engineering gives a number of advantages. It ensures freedom in professional communication and greatly facilitates understanding between partners without intermediaries and interpreters. If a power engineering specialist knows technical and business English, he or she can make presentations, conduct and take part in negotiations with foreign partners, hold professional meetings without awkward language barriers, describe principles of modern power plants, give characteristics of individual parts of various devices of the energy complex. Understanding technical and business English allows one to be fluent in modern conditions of the energy industry as well as to orient oneself to topical professional literature, instructions and technical documentation. However, for the effective application of language skills, it is important to understand how common English vocabulary differs from specialized vocabulary. The energy industry is in dire need of specialists with knowledge of English, especially for companies with foreign capital with representative offices in Ukraine, whose business is associated with the export and import of goods or technologies. English speaking employees are required in the areas of procurement, production management and engineering [3].

Ukraine actively uses imported equipment and technologies in the energy sector. Operation of imported equipment (like blowers, industrial cooling systems "Evapco" (North America), vacuum pumps "Apollo-Gössnitz GmbH" (Switzerland), diesel generators "JCB Power Systems" (UK), screw air compressors "Hanwha Techwin" (Republic of Korea), components for wind generators "Vestas" (Denmark) which

are widely used at modern energy enterprises of Ukraine such as thermal power plants and nuclear power plants, *Dnipro cascade* of hydroelectric power **JSC** "Ukrnafta", stations, State Enterprise "Lvivhasvydobuvannia", JSC "Dnistrohidroenerho", "Yuzhmash") Industrial Association requires knowledge of technical English to properly understand all the nuances and details of its functioning. When purchasing foreign equipment, any enterprise may require pointers and instructions in Ukrainian. It is not surprising that the translation of instructions has become a separate area of technical translation. Work with such texts implies compliance with special requirements. It should be highlighted that when translating, it is necessary to take into account all the subtleties of the foreign language and peculiarities of the way equipment functions. Thus, adequate interpretation of technical specifications and pointers into another language requires not only linguistic but also technical knowledge. This can best be solved by engineers who work in the field of thermal power engineering and speak English at a high level.

We agree with V. A. Usachev [6, p. 178-181] that the main features of translation of technical pointers and instructions are manifested in mandatory knowledge of all terms related to a specific technical field of translation. A specialist working with technical texts should understand the meaning of the words to be translated and take into account all the nuances of their application. One of the most difficult types of translation is scientific and technical translation, as correct interpretation of material into another language requires not only linguistic but also technical knowledge. Technical translation is the translation of texts of technical subject matter, in particular, documents of different specialization, all kinds of reference literature, dictionaries, certificates of product conformity, operating instructions, engineering plans, scientific and technical articles, business contracts and other commercial technical proposals. Instructions may describe stages and rules of operation of the product, precautions and other details of use of the equipment. Such texts may contain a large number of specific terms, and therefore translation of instructions requires knowledge of the terminology. To provide a quality result, the translator must have a clear understanding of what the equipment is used for and how it works. If phrases are translated into Ukrainian literally, they will be either incomprehensible or completely meaningless. Therefore, employees of power plants must have at least a basic level of technical text translation skills in their industry [5]. Technical translation from one language to another must be accurate and logical. It is very important not only to convey the essence of the text, but also to avoid any inaccuracies. Quite often, technical translations into English encounter problems because of the lack of translators and interpreters who have a perfect command of technical terminology and developed linguistic abilities. Of course, there is another option of translation with the help of special equipment for simultaneous interpreting, which is increasingly used at conferences, seminars and other events attended by foreign partners. However, such equipment appears to be quite expensive. What is more, no high-quality equipment will ever surpass the human brain, and in situations when it is necessary to define words within the context, the device may not provide an accurate translation, and as a result inaccuracies will occur, and the status of the company may decrease in the eyes of its partners [5]. Thus, a perfect power engineering specialist is the one who knows English and has technical expertise. If a worker's technical and linguistic knowledge is not sufficient, he or she has to work in conjunction with an experienced editor-translator who corrects all the inaccuracies, which this is not profitable for the company either because it necessitates additional expenses. However, incorrect instructions will lead to incorrect operation of the equipment, which can lead to breakdowns or even more serious consequences.

We strongly believe that particular emphasis must be placed on language training of future power engineering students at universities in the context of General English, Business English and ESP courses. According to A. L. Lugova [4, p. 3-5], students specializing in power engineering should acquire English language skills sufficient to describe individual parts (pieces of equipment), explain the operation of devices, give characteristics of modern power plants and their equipment. Thus, a top-class specialist should be able to talk about professional topics and read specialized literature in the original, extracting from it information necessary for his or her professional activity. As a result, activities aimed at forming the basis of future specialists' professional vocabulary must play a very important role in their academic training since rich vocabulary is important for further mastering of technical and business English. Students should also be encouraged (by English language university teachers and university teachers of specialized technical subjects) to study systematically necessary terminology, namely descriptions of individual parts and equipment elements, characteristics of operating devices for various purposes, etc. Besides reading and translation of text materials of different conceptual and linguistic complexity, instructional materials for ESP courses should be aimed at developing and deepening soft skills of future power engineers as well as their skills of oral and written communication on professionally relevant topics.

Having analyzed the current situation with the English language in the thermal power engineering industry, it is possible to draw the following conclusion: knowing English is a must for power engineering workers of all ranks as it guarantees better career opportunities, improved communication with foreign partners, more accurate interpretation of pointers and instructions, constant professional growth and experience exchange. Special attention should be paid to the level of language training in universities preparing future specialists for the thermal power engineering sector. Suggestions for further research in the area include experimental studies on the existing level of English among power engineering students of higher education institutions in Ukraine, development and practical verification of methodological recommendations and instructional tools aimed at improving their corresponding language skills.

#### References

- 1. Agapov, V. A., Petrakova, L. N. Angliiskii iazyk i perspektivy ego izucheniia v 21 veke [The English language and prospects of its acquisition in the 21<sup>st</sup> century]. Nauchnoe soobshhestvo studentov XXI stoletiia. Gumanitarnye nauki, no. 3(40), pp. 213-219.
- 2. Elektroenergetika i elektrotehnika: kem rabotat i chto predpochest [Electric power and electrical engineering: who to work as and what to prefer]. MadEnergy.Ru: website. URL: https://madenergy.ru/stati/elektroenergetika-i-elektrotexnika-kem-rabotat-i-chto-predpochest.html.
- 3. English for the energy industry. Kursy inostrannykh iazykov [Foreign language courses] : website. URL: http://xn----7kcjydmfxbajgre-lesl6c5gkd8g.xn--p1ai/english-for-the-energy/.

4. Lugovaia, A. L. Angliiskii iazyk dlia studentov energeticheskikh spetsialnostei : uchebnoe posobie [The English language for students of power engineering specialties : training manual]. M.: Vysshaia shkola, 2009, 5<sup>th</sup> ed., 150 p.

- 5. Osobennosti perevoda instruktsii [Features of translation of instructions]. Sinkhron Intellectus Plus Infinitus: website. URL: http://conference-services.ru/services/translation-instructions.php.
- 6. Usachev, V. A. Aktualnye problemy perevoda nauchno-tekhnicheskikh tekstov v angliiskom iazyke [Actual problems of translation of scientific and technical texts in English]. Donetsk, 2013: Visnyk donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky i torhivli imeni Mykhaila Tuhan-Baranovskoho, no. 2(58), pp. 177-190.

УДК 004

Буравов Алексей Александрович

Студент магистратуры

Международный университет информационных технологий Казахстан, г. Алматы

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАТАСЕТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Buravov Alexey

Master's student, International University of information technologies Kazakhstan, Almaty

# COMPARATIVE ANALYSIS OF DATASETS FOR EVALUATING PARAMETERS OF SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECTS

#### Аннотация

С ростом числа IT-проектов и увеличением их сложности предварительная оценка сроков и сложности разработки становится одним из основных этапов, имеющих прямое влияние на сроки и бюджет проекта. В большинстве современных проектов применяются классические методы экспертной оценки (усредненная, PERT).

Данная статья описывает обзор и сравнительный анализ современных доступных к применению наборов данных для оценки параметров разработки программного обеспечения. Научная значимость статьи достаточно высокая, так как позволяет ознакомиться с текущим состоянием сферы оценки параметров проекта.

Используемая методология – поиск и анализ существующих исследовательских статей по теме анализа IT-проектов, изучение и составление списка датасетов, сравнительный анализ частей списка.

В результате проведенного анализа был составлен рейтинг датасетов, безоговорочным лидером которого является коммерческий датасет ISBSG. Он является лучшим выбором для детальной проверки и тестирования алгоритма для анализа параметров IT-проектов. Следующими по совокупности параметров можно назвать Maxwell и Desharnais. Такие устаревшие датасеты, как COCOMO81, будут плохим выбором для тестирования гипотез.

Практическая ценность проведенного исследования высокая, так как на основе него можно осуществить правильный выбор датасета с учетом требуемых параметров, а также вычленить критерии для создания собственного набора данных.

# Abstract

As the number of IT projects increases and their complexity increases, the preliminary assessment of the timing and complexity of development becomes one of the main stages that have a direct impact on the timing and budget of the project. Most modern projects use classical methods of expert evaluation (averaged, PERT).

This article describes an overview and comparative analysis of current available data sets for evaluating software development parameters. The scientific significance of the article is quite high, as it allows you to get acquainted with the current state of the sphere of evaluating the project parameters.

The methodology used is to search and analyze existing research articles on the topic of IT project analysis, study and compile a list of datasets, and compare parts of the list.

As a result of the analysis, a rating of datasets was compiled, the undisputed leader of which is the commercial isbsg dataset. It is the best choice for detailed verification and testing of the algorithm for analyzing the parameters of IT projects. The next set of parameters is Maxwell and Desharnais. Outdated datasets like COCOMO81 will be a poor choice for hypothesis testing.

The practical value of the research is high, since it can be used to make the right choice of the dataset, taking into account the required parameters, as well as to identify criteria for creating your own data set.

**Ключевые слова:** СОСОМО, нейронные сети, машинное обучение, оценка стоимости, программное обеспечение, IT-проект.

Keywords: COCOMO, neural networks, machine learning, cost estimation, software, IT project.

### ВВЕДЕНИЕ

С конца прошлого века информационные технологии все активнее используются во всех сферах жизни. Они включают в себя программное обеспечение, аппаратных модулей, серверных систем, и, в последнее время, нейронных сетей и моделей машинного обучения. С момента появления первых компьютеров в разработке ІТ-проектов можно отметить две тенденции: увеличение уровней абстракции, что позволяет создавать куда более сложные и многофункциональные программы, и в то же время - увеличение сложности и, как следствие, значительное усложнение процесса и ухудшение точности оценки параметров будущего проекта. А с учетом того, что ИТ-проекты традиционно требуют достаточно большого бюджета, это часто влечет за собой прямое увеличение бюджета и сроков проекта.

Соответственно, повышение точности оценки сроков, трудоемкости в человеко-часах и других параметров в будущем может значительно снизить финансовые затраты и потери от проекта, выходящие за рамки отведенного времени. С 80-х годов 20-го века было разработано множество методов для оценки сроков и трудоемкости проекта, но они имеют ряд недостатков и более приспособлены к устаревшему стилю разработки.

Также в последние годы активно развиваются области нейронных сетей, машинного обучения, искусственного интеллекта. Модели, построенные с использованием этих методов, с надлежащим обучением и настройкой правильных наборов данных, способны генерировать довольно точные результаты, точность которых может быть сравнима с точностью экспертной оценки.

Одной из основных проблем при разработке, валидации и тестировании моделей машинного обучения остается качество входных данных.

Целью данной работы является обзор и сравнение существующих наборов данных программных проектов, их сравнение и анализ, а также обзор возможных способов их применения.

Обзор литературы

Большинство исследований в области оценки параметров проектов могут быть объединены в несколько групп: улучшения и следующие версии классических алгоритмов, таких как СОСОМО (Ghatasheh *et al.*, 2015), применение нейронных сетей и моделей машинного обучения (Arora and Mishra, 2018), (Kumari and Pushkar, 2018), (López-Martín and Abran, 2015), генетические алгоритмы (Benala and Mall, 2018) и другие модели.

Базой для тестирования и валидации моделей в данной области служат несколько датасетов: Desharnais (Desharnais, J.; Shepperd, M.; Schofield, 1989), NASA 93 (Hihn, Jairus; Menzies, 2006), COCOMO 81 (Boehm, 1981), датасеты Maxwell (Maxwell, 2002) и Albrecht (Albrecht and Gaffney, 1983b), коммерческий продукт ISBSG (ISBSG, 2020).

Существующие работы в основном анализируют один из датасетов, его поля, частоту и особенности применения: (Koutbi, Idri and Abran, 2016), (Gonzalez-Ladron-De-Guevara and Fernández-Diego, 2014), (Bardsiri, Hashemi and Razzazi, 2015).

#### МЕТОДОЛОГИЯ

Изучаемая выборка включала в себя массив из 48 научных работ, найденных по запросам в системах ScienceDirect (ScienceDirect search portal, 2020) и Elsevier (Elsevier search, 2020). Используемые запросы включали в себя такие ключевые слова и фразы как «effort estimation», «software development estimation», «software cost estimation», «ISBSG estimation», «software project estimation» и аналогичные

На следующем этапе из отобранных статей были выделены и загружены для анализа все используемые датасеты.

Анализ датасетов производился по следующим критериям:

- Количество полей с информацией (data fields)
- Актуальность информации (год создания датасета)
- Объем датасета (количество включенных проектов)
- Сложность сбора информации критерий от 1 (очень просто) до 10 (сложно)

После проведения анализа была составлена таблица результатов и сделаны выводы.

Результаты

- 1. СОСОМО 81 один из первых датасетов, с которым работали исследователи проектного менеджмента, опубликован в 1981 г. Именно он послужил базой для создания моделей СОСОМО и СОСОМО II Барри Боэма. Включает в себя данные 63 проектов и 17 атрибутов:
  - rely numeric
  - data numeric
  - cplx numeric
  - time numeric
  - stor numeric
  - virt numeric

- turn numeric
- acap numeric
- aexp numeric
- pcap numeric
- vexp numeric
- lexp numeric
- modp numeric
- tool numeric
- sced numeric
- loc numeric
- · actual numeric

Данные атрибуты являются атрибутами модели СОСОМО и потому датасет может быть легко интегрирован для проверки моделей, использующих СОСОМО и СОСОМО II.

Сложность сбора данных можно оценить, как 6.0.

- 2. Датасет NASA 93 набор данных о 93 проектах NASA с 1971 по 1987 гг. Включает следующие атрибуты:
- category of application // описывает категорию проекта (Avionics, application\_ground, avionicsmonitoring, batchdataprocessing, communications, datacapture, launchprocessing, missionplanning, monitor\_control, operatingsystem, realdataprocessing, science, simulation, utility)
  - forg // наземный или воздушный проект
  - center //центр НАСА, в котором велся проект
  - year //год разработки
- mode //стиль разработки embedded,organic,semidetached
  - rely {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - data {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - cplx {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - time {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - stor {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - virt {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - turn {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - acap {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
- aexp {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели COCOMO
- pcap {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели COCOMO
- vexp {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели COCOMO
  - lexp {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
- modp {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - tool {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
  - sced {vl,l,n,h,vh,xh} //атрибут модели СОСОМО
- equivphyskloc объем проекта в тысячах строк кода (SLOC)
  - act effort количество человеко-часов

Данный датасет имеет некоторые специализированные поля (центр разработки НАСА, стиль разработки, категория), а также, что особенно ценно – атрибуты модели СОСОМО, что делает его хорошим выбором для валидации моделей, использующих модель СОСОМО для расчета параметров проекта. Из-за большого числа полей сложность сбора данных можно считать 7.0.

- 3. Датасет Albrecht опубликован в 1983 г. и содержит данные 24 проектов и 8 атрибутов (Albrecht and Gaffney, 1983a). Имеющиеся атрибуты:
  - Input numeric
  - Output numeric
  - Inquiry numeric
  - File numeric
  - FPAdj numeric
  - RawFPcounts numeric
  - AdjFP numeric
  - Effort numeric

Датасет анализирует входы, выходы, работу с файлами и количество функциональных точек разрабатываемой программы — т.е. собранные данные по большей части нацелены на технические параметры проекта. Сложность сбора данных можно оценить в 6.0.

- 4. Датасет Desharnais набор данных, обычно именуемый по фамилии одного из авторов, включающий в себя данные по 77 завершенным и 4 незаконченным проектам. Изначально был опубликован в 1989 г (Desharnais, J.; Shepperd, M.; Schofield, 1989). Включает следующие атрибуты:
  - TeamExp numeric //измеряется в годах
  - ManagerExp numeric //измеряется в годах
  - YearEnd numeric
  - Length numeric
  - Effort numeric //в человека-часах
- Transactions numeric //количество логических транзакций
- Entities numeric //количество сущностей в модели данных
  - PointsAdjust numeric
  - Envergure numeric
  - PointsNonAjust numeric
  - Language

Так как данный датасет имеет данные об объеме работ по проекту, количеству сущностей и проектов — критерий сложности сбора данных можно принять равным 5.0.

- 5. Датасет Maxwell набор данных, опубликованный в 2002 г. и содержащий информацию о 62 проектах и 27 атрибутах (Maxwell, 2002). Используемые атрибуты (Hidmi and Sakar, 2017):
  - Syear numeric //год проекта
  - App numeric //тип приложения
- Har numeric //платформа аппаратного обеспечения
  - Dba numeric //база данных
  - Ifc numeric //интерфейс пользователя
  - Source numeric
  - Telonuse numeric
  - Nlan numeric //количество языков разработки
  - T01 numeric //участие заказчика
- Т02 numeric //адекватность окружения разработки
  - T03 numeric //доступность сотрудников
  - T04 numeric //использование стандартов
  - T05 numeric //использование методов
  - T06 numeric //использование инструментов

- T07 numeric //логическая сложность программного обеспечения
  - Т08 numeric //изменчивость требования
  - T09 numeric //требования качества
  - T10 numeric //требования эффективности
  - T11 numeric //требования к установке
  - T12 numeric //навыки анализа сотрудников
  - T13 numeric //прикладные знания сотрудни-

#### ков

- Т14 numeric //навыки работы с персоналом
- T15 numeric //командные навыки персонала
- Duration numeric //длительность проекта в месяцах
- Size numeric //размер проекта в функциональных точках
  - Timenumeric
- Effort numeric //трудоемкость проекта в человеко-часах

Датасет Maxwell отличается от предыдущих рассмотренных тем, что большинство атрибутов теперь отражают не технические характеристики разрабатываемого программного обеспечения, а измеримые аспекты команды и заказчика — их навыки, требования к проекту, участие заказчика и др. Сложность сбора данных можно оценить в 8.0.

6. Датасет ISBSG является коммерческим продуктом одноименной организации. Ключевое его отличие от рассмотренных датасетов — постоянная обновляемость. При предоставлении коммерческого доступа заказчик получает данные всех проектов за предыдущий год, т.е. наиболее актуальные данные (ISBSG, 2020). При этом датасет обладает значительным объемом — около 9100 проектов за 2019 год и глубиной до 250 полей. Каждому из проектов присвоен рейтинг качества, определяемый

при включении отчета в репозиторий. Набор полей делится на группы:

- Rating
- Software Age
- Major Grouping Attributes
- Sizing
- Effort
- Productivity
- Other Metrics
- Schedule
- Phase Dates
- Effort Attributes
- Project Attributes
- Documents & Techniques
- Architecture
- Tool data
- Size Attributes
- Additional data
- Grouping Attributes
  - Quality
  - Product Attributes
  - Estimates
- Primary project goals
- Project team
- Survey data
- Reuse
- Costs (ISBSG and Data, 2016)

Сложность сбора и верификации данных можно оценить в 10.0 из-за больших объема и глубины датасета, а также широкому спектру собираемой информации.

Сводная таблица характеристик проанализированных датасетов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сводные характеристики датасетов

Критерий/Датасет	COCOMO 81	NASA 93	Albrecht	Desharnais	Maxwell	ISBSG
Объем (количество проектов)	63	93	24	81	62	9100
Глубина (количество полей)	17	22	8	11	27	250
Актуальность (год публикации)	1981	1987	1983	1989	2002	2020
Сложность сбора информации	6	7	6	5	8	10

### ВЫВОД

Проанализировав и сравнив характеристики существующих на данный момент датасетов, можно сделать вывод, что для разработки моделей на основе нейронных сетей и машинного обучения лучше всего подойдет датасет ISBSG в виду большого числа полей и собранных проектов. Немаловажным фактором является его регулярное обновление.

Если же не брать в расчет коммерческие продукты — наилучшим выбором будет датасет Maxwell, примечательный еще и тем, что он уделяет внимание не только техническим параметрам самого продукта, но еще и параметрам проектного менеджмента.

Наилучшим же вариантом будет использовать все датасеты, но расположить их по порядку убывания даты публикации и при тестировании модели

уделять наибольшее внимание данным ISBSG и Maxwell.

# Список литературы

- 1. Albrecht, A. J. and Gaffney, J. E. (1983a) Albrecht dataset. Available at: https://zenodo.org/record/268467.
- 2. Albrecht, A. J. and Gaffney, J. E. (1983b) "Software Function, Source Lines of Code, and Development Effort Prediction: A Software Science Validation," IEEE Transactions on Software Engineering. doi: 10.1109/TSE.1983.235271.
- 3. Arora, S. and Mishra, N. (2018) "Software cost estimation using artificial neural network," Advances in Intelligent Systems and Computing, 584, pp. 51–58. doi: 10.1007/978-981-10-5699-4\_6.
- 4. Bardsiri, A. K., Hashemi, S. M. and Razzazi, M. (2015) "Statistical analysis of the most popular software service effort estimation datasets," Journal of Telecommunication, Electronic and Computer

- 5. Benala, T. R. and Mall, R. (2018) "DABE: Differential evolution in analogy-based software development effort estimation," Swarm and Computation, **Evolutionary** 38. doi: 10.1016/j.swevo.2017.07.009.
- 6. Boehm, B. (1981) COCOMO 81 Dataset. Available http://promise.site.uottawa.ca/SERepository/datasets/c ocomo81.arff.
- 7. Desharnais, J.; Shepperd, M.; Schofield, C. . (1989)Desharnais dataset. Available http://promise.site.uottawa.ca/SERepository/datasets/d esharnais.arff.
- 8. Elsevier search (2020). Available https://www.elsevier.com/search.
- 9. Ghatasheh, N. et al. (2015) "Optimizing Software Effort Estimation Models Using Firefly Algorithm," Journal of Software Engineering and Applications. Scientific Research Publishing, Inc, 08(03), pp. 133–142. doi: 10.4236/jsea.2015.83014.
- 10. Gonzalez-Ladron-De-Guevara, Fernández-Diego, M. (2014) "ISBSG variables most frequently used for software effort estimation: A mapping review," International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, pp. 0-3. doi: 10.1145/2652524.2652550.
- 11. Hidmi, O. and Sakar, B. E. (2017) "Software Development Effort Estimation Using Ensemble Machine Learning," International Journal of Computing, Communication and Instrumentation

Engineering, 4(1), 1-5. doi: 10.15242/ijccie.e0317026.

- 12. Hihn, Jairus; Menzies, T. (2006) NASA93 **PROMISE** repository. Available data http://promise.site.uottawa.ca/SERepository/datasets/c ocomonasa 2.arff.
- 13. ISBSG (2020) ISBSG Project Data. Available at: https://www.isbsg.org/software-project-data/.
- 14. ISBSG, T. and Data, R. (2016) "Field Descriptions ISBSG D & E Repository," Isbsg, pp. 1-
- 15. Koutbi, S. El, Idri, A. and Abran, A. (2016) "Systematic Mapping Study of Dealing with Error in Software Development Effort Estimation," Proceedings - 42nd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2016. doi: 10.1109/SEAA.2016.39.
- 16. Kumari, S. and Pushkar, S. (2018) "Cuckoo search based hybrid models for improving the accuracy software effort estimation," Microsystem Technologies, 24(12). doi: 10.1007/s00542-018-3871-
- 17. López-Martín, C. and Abran, A. (2015) "Neural networks for predicting the duration of new software projects," Journal of Systems and Software, 101, pp. 127–135. doi: 10.1016/j.jss.2014.12.002.
- 18. Maxwell, K. . (2002) Maxwell dataset, 2002. Available at: https://zenodo.org/record/268461.
- 19. ScienceDirect search portal (2020). Available at: https://www.sciencedirect.com.

УДК. 621.396

Бурлаков Сергей Олегович

Профессор, доктор технических наук, профессор

Антонов Владимир Владимирович

Старший преподаватель

Веркин Сергей Сергеевич

Преподаватель, кандидат технических наук

Смирнов Александр Александрович

Докторант, кандидат технических наук

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного

(г. Санкт-Петербург)

DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11635

# РЕКУРРЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ МНОГОШАГОВОГО ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

Burlakov Sergey Olegovich

Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor

Antonov Vladimir Vladimirovich

Senior Lecturer

Verkin Sergey Sergeevich

Lecturer, Candidate of Technical Sciences

Smirnov Alexander Alexandrovich

Doctoral student, Candidate of Technical Sciences Military Academy of Communications. Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny (Saint Petersburg)

RECURRENT RELATIONSHIP OF MULTI-STEP PROCESS OF SATELLITE COMMUNICATION NETWORK MANAGEMENT

#### Аннотация

В статье рассматривается процесс управление сетью спутниковой связи, осуществляемый в реальном масштабе времени. Сеть спутниковой связи рассматривается как динамическая система. Сформулирована задача управления сетью и показан подход к решению такой задачи методом оптимальных стратегий.

#### Abstract

The article discusses the process of managing a satellite communications network, carried out in real time. Satellite communications network is considered as a dynamic system. The network management problem is formulated and an approach to solving such a problem by the optimal strategy method is shown.

**Ключевые слова:** сеть спутниковой связи, система управления, управляющие воздействия, последовательность интервалов.

Keywords: satellite communications network, control system, control actions, interval sequence.

Для управления системой спутниковой связи используется автоматизированная система управления, включающая пункты, средства и каналы. С формальной точки зрения управление осуществляется путем формирования, и реализации в момент времени t i-го вектора управляющих воздействий  $u_i(t)$  из множества U. По наличию процесса ведения связи во время реализации управляющих воздействий последние можно разделить на два класса:

- 1) неразрушающие управляющие воздействия управляющие воздействия, не приводящие во время их реализации к обрыву связи: изменение выходной мощности передатчика, юстировка антенны, регулировка усиления приемника и т.д. Очевидно, что любое неразрушающее воздействие является таковым только в определенном диапазоне изменения управляемого параметра.
- 2) разрушающие управляющие воздействия управляющие воздействия, приводящие во время их реализации к обрыву связи: переход на новый ретранслятор связи, изменение вида сигнала и скорости работы радиосредства, изменение частот передачи и приема и т.д.

Каждому управляющему воздействию  $u_i(t)$  можно поставить в соответствие временной интервал пропадания связи во время его реализации  $\Delta t_{\mathrm{проп}\;i}(t)$ . Зависимость  $\Delta t_{\mathrm{проп}\;i}$  от t означает, что интервал пропадания связи и продолжительность реализации управляющего воздействия зависят не только от содержания управления, но и от момента его исполнения t. Эта зависимость отражает наличие ресурса управляемого объекта в момент времени t на реализацию управления  $u_i$ .

Управление сетью спутниковой связи осуществляется в реальном масштабе времени [1]. Учитывая, что сеть спутниковой связи является динамической системой, данная постановка задачи имеет следующий вид:

$$\Phi(x_{\text{внеш}}(t), x_{\text{внут}}(t), y(t), T) \xrightarrow{u(t)} \max$$
 где  $\Phi(T)$  – эффективность функционирования сети спутниковой связи на интервале времени  $T$ ;

$$X_{\text{BHeIII}}(t) \in X_{\text{BHEIII}}, X_{\text{BHYI}}(t) \in X_{\text{BHYI}},$$

 $u(t) \in U$  – внешние, внутренние возмущающие и управляющие воздействия, действующие на сеть в момент времени t;  $y(t) \in Y$  – реакция сети.

В качестве примера рассмотрим линию спутниковой связи. Представим процесс ее функционирования как последовательность чередующихся интервалов наличия и отсутствия связи продолжительностью  $\Delta t_{\mathrm{Han}\;k}$ ,  $\Delta t_{\mathrm{orc}\;k}$  соответственно, где k – порядковый номер интервала. В свою очередь, интервалы наличия связи различаются качеством предоставляемых услуг.

При обрыве связи число обслуживающих приборов (каналов связи) скачком уменьшается до нуля. Очевидно, что и вероятность занятия любого числа каналов так же скачком уменьшается до нуля и остается равной нулю на всем интервале отсутствия связи  $\Delta t_{{
m orc}\,k}$  . Понятно, что обслуживание заявок на этом интервале не происходит. При восстановлении связи происходит наполнение каналов заявками, а вероятности занятия произвольного числа каналов изменяются от нуля до стационарного значения. Таким образом, за k -м интервалом отсутствия связи следует (k+1)-й интервал – интервал нестационарной работы радиолинии длительностью  $\Delta t_{\text{нест }k+1}$ . Таким образом, (k+1)й интервал наличия связи состоит из промежутков нестационарной и стационарной работы длительно- $\Delta t_{\text{нест }k+1}$  и  $\Delta t_{\text{сташ }k+1}$ таких, что  $\Delta t_{\text{Hall }k+1} = \Delta t_{\text{Hect }k+1} + \Delta t_{\text{CTALL }k+1}$ .

В качестве примера на рисунке 1 показана последовательность интервалов наличия и отсутствия связи, порожденных реализацией в момент времени t i-го разрушающего управляющего воздействия. В этом случае длительность интервала отсутствия связи  $\Delta t_{\text{отс }k}$  равна длительности интервала перестройки  $\Delta t_{\text{проп }i}$ .



Рисунок 1. Последовательность интервалов наличия и отсутствия связи

Если связь восстанавливается после реализации управляющего воздействия  $u_i(t)$ , то, в общем случае, структура системы массового обслуживания, качество обслуживания заявок на интервалах наличия связи (k-1) и (k+1) отличаются в соответствии с управляющим воздействием  $u_i(t)$ .

Задача управления сетью формулируется следующим образом: в условиях возмущений x(t) найти такое управляющее воздействие  $u_i(t)$  из множества U, реализация которого в момент времени t компенсировала бы отсутствие связи на интервале его реализации.

В работе [2] рассмотрена функция потерь, пригодная для управления обслуживанием заявок в сети спутниковой связи на конечных интервалах времени:

$$J_K(T) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n(T_k)} A_i g_{-i}(T_k) \to 0, \qquad (1)$$

где K , T — число интервалов и общая продолжительность наблюдения;  $n(T_K)$  — число заявок, находящихся в сети на интервале  $T_K$ ;  $A_i$  ,  $\mathcal{G}_{-i}$  — вес и потерянная эффективность i-й заявки

$$g_{-}(t_{\rm H}^{*},t) = 1 - \frac{1}{T^{*}} \int_{t_{\rm H}^{*}}^{t} \delta_{\rm H}(\tau) z(\tau) d\tau - \frac{1}{T^{*}} \int_{t}^{t_{\rm K}^{\min}(t)} z(\tau) d\tau;$$

 $T^*$ ,  $t_{\scriptscriptstyle 
m H}^*$  – требуемые продолжительность и время начала обслуживания заявки; z(t) – функция поощрения;  $\delta_{\scriptscriptstyle 
m H}(t)$  – функция-индикатор

наличия обслуживания заявки в момент t;  $t_{\rm K}^{\rm min}(t)$  — минимально возможное время окончания обслуживания заявки.

Введем функцию

$$\theta_{K}(T) = \min_{\{u_{k}\}} J_{K}(T) = \min_{\{u_{k}\}} \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{n(T_{k})} A_{i} g_{-i}(T_{k}, u_{k}), \qquad (2)$$

где  $\theta_K(T)$ ,  $\left\{u_k\right\}$  – функция потерь и последовательность управляющих воздействий на K-шаговом процессе управления соответственно;  $u_k$  – управляющее воздействие на k-м интервале

дискретизации;  $g_{-i}(T_k, u_k)$  – потерянная эффективность обслуживания i-й заявки на k-м интервале дискретизации, зависящая от  $u_k$ .

Воспользовавшись принципом вариационного исчисления, запишем

$$\theta_{K}(T) = \min_{u_{1}} \min_{u_{2}} \dots \min_{u_{K}} \left[ \sum_{i=1}^{n(T_{1})} A_{i} g_{-i}(T_{1}, u_{1}) + \sum_{i=1}^{n(T_{2})} A_{i} g_{-i}(T_{2}, u_{2}) + \dots + \sum_{i=1}^{n(T_{K})} A_{i} g_{-i}(T_{K}, u_{K}) \right].$$

Аддитивность (2) позволяет записать это соотношение в следующем виде:

$$\theta_K(T) = \min_{u_1} \left[ \sum_{i=1}^{n(T_1)} A_i g_{-i}(T_1, u_1) + \right]$$

+ 
$$\min_{u_2} \dots \min_{u_K} \left\{ \sum_{i=1}^{n(T_2)} A_i g_{-i}(T_2, u_2) + \dots + \sum_{i=1}^{n(T_K)} A_i g_{-i}(T_K, u_K) \right\} \right].$$
 (3)

Очевидно, что второе слагаемое есть  $heta_{K-1}(T-T_1)$  – функция потерь в (K-1) -шаговом процессе управления, который начинается с

интервала  $T_2$ . Следовательно, выражение (3) можно упростить, придав ему следующий вид:

$$\theta_{K}(T) = \min_{u_{1}} \left[ \sum_{i=1}^{n(T_{1})} A_{i} g_{-i}(T_{1}, u_{1}) + \theta_{K-1}(T - T_{1}) \right]. \tag{4}$$

Данное выражение есть искомое рекуррентное соотношение, связывающее различные члены последовательности  $\{\theta_k\}$ , где k=1...K.

Назовем K -шаговой стратегией последовательность допустимых управлений  $\{u_k\}$ , k=1...K . Стратегию, доставляющую минимальное значение функции потерь (2) или дающую  $\theta_K(T)$ , назовем оптимальной стратегией.

В этом случае рекуррентное соотношение (4) выражает свойство оптимальных стратегий, известное как *принцип оптимальности Беллмана*:

Оптимальная стратегия обладает тем свойством, что, каковы бы ни были начальное состояние и начальное решение, последующие решения должны составлять оптимальную стратегию относительно состояния, являющегося результатом первого решения.

Оптимальная стратегия ищется согласно (4) на графе допустимых управлений, например, методом динамического программирования. Каждое допу-

УДК 004.588

стимое управление отображается ребром, соединяющим пару соответствующих режимов. Каждому ребру назначается вес в соответствии с (1).

Динамическое программирование формально указывает процедуру принятия решений в текущем времени [3]. Но оно не способно решить эту задачу на практике из-за большого объема данных и различных неопределенностей, возникающих при эксплуатации сети спутниковой связи. Представляется целесообразным строить управление сетью в реальном масштабе времени на основе менее строгих в плане поиска оптимальной стратегии, но более конструктивных методов ситуационного управления.

### Список литературы

- 1. Kenneth Y. J. Satellite Communication Network design and analysis// Artech House: Boston, 2011.
- 2. Бурлаков С.О. Оценка эффективности сети спутниковой связи при управлении в реальном масштабе времени. Труды учебных заведений связи №172. СПб. ГУТ, 2005 c. 19-29.
- 3. Хемди А. Таха. Исследование операций, 10-е изд.: Пер с англ. СПб. ООО «Диалектика», 2018. 1056 с.: ил. Парал. тит. англ.

Ефремова С.Г.

Студент бакалавриата, 2 курс,

Свищёва И.В.

Студент магистратуры, 1 курс,

МИРЭА-Российский технологический университет (РТУ МИРЭА),

Институт информационных технологий

Россия, г. Москва

DOI: 10.24411/2520-6990-2020-11636

# АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

Efremova S.G.

Bachelor student, 2 course

Svishcheva I.V.

Master student, 1 course,

MIREA-Russian Technological University (MIREA Russian Technical University), Institute of information technology

Russia, Moscow

# ANALYSIS OF EFFICIENCY AND APPLICATION OF INTERNET RESOURCES FOR CARRYING OUT DISTANCE LEARNING FOR UNIVERSITY STUDENTS

#### Аннотация

B данной статье будут рассмотрены ресурсы для обучения студентов различных BV3ов. Проведено исследование использования интернет-платформ для обучения и саморазвития.

### Abstract

This article will examine the resources for teaching students of various universities. A study of the use of Internet platforms for training and self-development.

**Ключевые слова:** обучение, информационные технологии, Интернет-ресурс. **Key words:** training, information technology, Internet resource.

В 21 веке сложно представить свою жизнь без информационных технологий. Они окружают нас повсюду: дома, на улице, на работе. Мы смотрим фильмы, играем в игры, созваниваемся с друзьями; однако технологии могут являться не только развлечениями, но и платформой для получения качественного образования.

Stepic является российской образовательной платформой и конструктором бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков. [1]

Данный ресурс позволяет пользователям создавать различные онлайн-курсы, тесты с автоматической проверкой, моментальной обратной связью и многим другим. В процессе прохождения дисциплин студенты могут общаться с другими пользователями, а также задавать вопросы преподавателю. [2]

Большинство курсов на платформе направлены на изучение программирования, математики, биологии. Курсы доступны как на русском, так и английском языке. Зачастую данный ресурс используют студенты для повышения своих навыков или изучению какой-либо темы с нуля. Данный ресурс является одним из самых популярных, на нем зарегистрированы около 2,5 млн. человек.

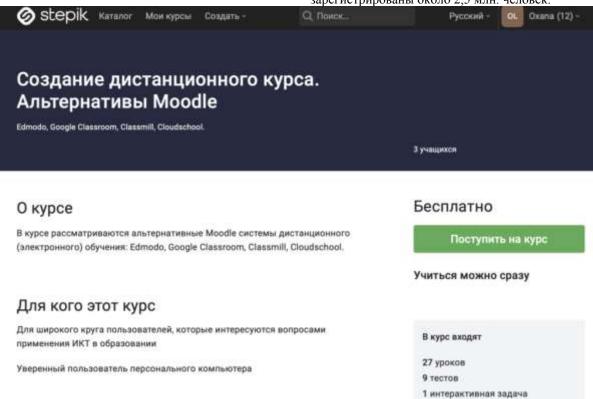


Рисунок 1. Интерфейс интернет-ресурса Stepic

Еще одной популярной интернет-платформой является SoloLearn. С ее помощью можно изучить языки программирования и его основы. 36,654,163 человека зарегистрированы в сервисе на данный момент. Система доступна на на всех основных устройствах и платформах. [3]

SoloLearn предоставляет бесплатные обучающие тесты по 8 языкам программирования, а также HTML, CSS, jQuery и SQL. В данном приложении нет сухих выдержек из официальной документации по языку. Обучение построено на коротком объяс-

нении основ и огромным блоком практик с множеством тестов, песочницей, комментариями, а также возможностью задать вопрос. [4]

Интересной особенностью системы является возможность отправить вызов другому человеку, изучающему этот урок. Это может быть, как ваш лучший друг, так и абсолютно незнакомый человек. Разработчики считают, что в формате соревнований у студентов есть больше стимула изучать чтолибо. По мнению психологов, данный метод повышает живую конкуренцию и мотивирует пользователей изучать новые области.



Рисунок 2. Выбор курсов для изучения в SoloLearn

В рамках анализа приложений, направленных на повышение интеллектуального развития студентов, было проведено исследование пользователей Интернет от 18 до 25 лет. Опрос был направлен ис-

пользование интернет-ресурсов, на основании которого мы можем сделать следующие выводы: 84% опрошенных хоть раз использовали образовательные системы для обучений, а 16% никогда не взаимодействовали с online ресурсами.



Рисунок 3. Диаграмма процентного соотношения опрошенных пользователей сети Интернет

Из вышесказанного можно заключить, что, большинство студентов используют для своего обучения online образовательные платформы. Данная тенденция особо распространена среди обучающихся техническим специальностям, т.к. люди, использующие информационные технологии в офлайн обучении, больше осведомлены о возможностях в сети Интернет.

### Использованные источники:

1. Статья «Образование в сети: как учиться в лучших вузах мира бесплатно» [Электронный ресурс] URL: https://www.bbc.com/russian/features-42226263?ocid=wsurdu..social.sponsored-

post.facebook.SMP%28AEP%29-

Freecourse.nneed2.RU-18+.Statemtn.mktg (Дата обращения: 07.04.2020)

- 2. «Stepik» [Электронный ресурс] URL: https://stepik.org/catalog (Дата обращения: 07.04.2020)
- 3. «SoloLearn» [Электронный ресурс] URL: https://www.sololearn.com/ (Дата обращения: 08.04.2020)
- 4. Sololearn основы программирования понятным языком [Электронный ресурс] URL: https://zygar.ru/website/sololearn.html (Дата обращения: 08.04.2020)

УДК 614.847.9

#### Римшин Валентин Юрьевич

Ассистент

Кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях и управления рисками Институт Гражданской Защиты ФГБО ВО «Удмуртский Государственный Университет» Россия, г. Ижевск

### РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНШЕТА ПОЖАРНОГО

#### Rimshin Valentin Yurievich

Assistant

Department of Emergency Protection and Risk Management Civil Protection Institute Udmurt State University Russia, Izhevsk

### DEVELOPMENT OF A MULTIFUNCTIONAL FIRE TABLET

#### Аннотация

Статья посвящена разработке планшета пожарного в пожарно — спасательные части. С внедрением планшета пожарного в пожарно — спасательные части уменьшится документооборот руководителя тушения пожара, что позволит быстро и точно найти необходимую информацию об объекте. Планшет проложит ближайший маршрут, где произошло возгорание, укажет наличие ближайших водоисточников, обеспечит данными об оперативно — тактической характеристике объекта, об угрозе взрыва газовых баллонов, о наличии АХОВ, о количестве людей на объекте и телефоны администрации и собственников объекта.

#### Abstract

The article is devoted to the development of a firefighter tablet in a fire-rescue unit. With the introduction of the firefighter's tablet into the fire and rescue units, the workflow of the fire extinguishing manager will decrease, which will quickly and accurately find the necessary information about the object. The tablet will lay the nearest route where the fire occurred, indicate the presence of the nearest water sources, provide data on the operational - tactical characteristics of the facility, the threat of gas cylinder explosions, the presence of AHO, the number of people at the facility and the phone numbers of the administration and owners of the facility.

**Ключевые слова:** планшет пожарного, многофункциональной планшет пожарног **Keywords:** firefighter tablet, multifunctional firefighter tablet

# Исследование планшета

Пожарные работают в наиболее сложных условиях, а значит, им необходимы такие планшеты, которые смогут эффективно справляться с поставленными задачами, способные служить в самых экстремальных ситуациях под воздействием множества неблагоприятных факторов.

Создание планшетов должны будут отвечать некоторым специфическим требованиям. Во – первых, планшет должен быть надежным, с недопустимостью отказов в работе. Во – вторых, корпус должен быть противоударным, выполненным из металла или небьющегося пластика, чтобы избежать механических повреждений. В – третьих, планшет должен выдерживать высокие температуры – быть жаростойким, высокотемпературным. В – четвертых, обладать агрессивостойкостью против: кислот, щелочей, легковоспламеняющийся жидкостей, различных масел, битума, поверхностно – активных веществ и т.д.

Одно из ключевых преимуществ планшета является его компактность и сбор информации на одном носителе, в сравнении с документами, хранящихся в папках. Планшет должен иметь малые габариты, быть легким и удобен в использовании и

иметь надежное крепление. Немаловажным элементом удобства считается разрешение экрана. Оно влияет на четкость графики и возможность просматривать фото в тяжелых форматах. Такое высокое разрешение позволяет читать документы, написанные мелким шрифтом.

Внешние интерфейсы. Универсальные адаптеры для планшета HDMI и USB. HDMI – порт, который используется для передачи высококачественного видео цифрового формата. Такой переходник позволит подключить планшет практически к любому телевизору или компьютеру, у которых также должен быть порт HDMI. USB, слот для памяти microSD, стандартный аудиоразъем.

Объем оперативной и накопительной памяти. Быстродействие планшета в значительной мере зависит также и от объема его оперативной памяти. Лучше выбирать модели с объемом оперативной памяти  $1\ \Gamma \delta$  и более.

Операционная система. Для управления работой планшета используется отдельная операционная система. Для работы пожарных она должна быть не ниже Android или Windows.

Дополнительные возможности:

- фото/ видеокамера. Большинство планшетов имеют одну или даже две (фронтальную и тыльную) камеры, которые позволят сделать фото, снять видео и осуществлять видеозвонки.
- глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС);
- радио. Такая опция позволит использовать планшет в качестве радиоприемника.
  - Paint:
  - -Coral Draw;
  - -Microsoft Office.

Эффективность применения планшетов будет очень важным для замены «бумажной информации». Можно будет работать в режиме мобильной работы пожарному. Руководитель дежурной смены может смело смотреть на пути следования к месту пожара всю необходимую информацию, которая будет заложена в планшете. Обязательно должны быть включены в память планшета: карты Ижевска и Удмуртской республики, и карты соседних республик – Башкирии, Татарстан и областей – Кировской и Пермской; вся информация о списках критически важных объектов, потенциально опасных объектов, социально - значимых учреждений, резервуарных парков и объектов с массовым пребывание людей; расписание выездов Ижевского спасательного гарнизона и гарнизонов спасательных служб Удмуртской республики; список техники, пожарной техники и аварийно - спасательной техники Ижевского спасательного гарнизона и гарнизонов спасательных служб Удмуртской республики; калькулятор ГДЗС.

Приложения, которые требуется для пожарного в планшете.

На главном экране рабочего стола планшета будет располагаться несколько иконок приложений.

Иконки на экране:

- 1. Движение автомобиля к месту происшествия пожара.
  - 2. КТП, ПТП.
  - 3. Водоисточники.
  - 4. Угрозы взрыва газовых баллонов.
  - 5. Наличие людей в объекте.
- 6. Наличие AXOB (аммиак, хлор, фосген, отравляющие газы и т.д.).
- 7. Вещества и материалы, при котором опасно применять воду.
- 8. Телефоны администрации, собственников объекта.

Рассмотрим подробнее их:

1. Основная задача пожарного подразделения при выезде и следовании на пожар прибытие к месту вызова в минимально короткий срок, чтобы ликвидировать пожар в начальной стадии его развития или оказать помощь в локализации и ликвидации пожара (если подразделение вызывается дополнительно). Для этого необходимо точно принять адрес пожара, быстро собрать подразделение по тревоге и следовать по самому короткому маршруту с предельно возможной безопасной скоростью. Получив адрес вызова при помощи голосо-

вого сообщения (важно, чтобы он был с редактированием) начальник тушения пожара выбирает место, где произошел пожар. Навигатор прокладывает маршрут от текущего местоположения ПСЧ до точки, где произошел пожар. Электронный навигатор безошибочно укажет расположения адреса и пожарный автомобиль сможет выбрать правильное и быстрое направление движения. В это время старший начальник подразделения при необходимости изучает всю необходимую оперативную документацию (оперативный план или карточку пожаротушения, справочник водоисточников, планшет района выезда части, на территории которой произопожар) и поддерживает постоянную радиосвязь с центральным пунктом пожарной связи (пунктом части – ПСЧ), при наличии технической возможности прослушивает информацию, поступающую с места пожара.

2. На каждый объект находящийся в районе выезда составлены КТП ПТП, которые уже занесены в базу планшета. При выезде на пожар РТП берет с собой планшет и в момент следования (до прибытия на пожар) может изучить по пути и узнать где произошло возгорание, планировку зданий (сооружений) и т.д. В данной иконке автоматически высвечивается вся необходимая информация об объекте, где произошел пожар.

ПТП. Графическая часть ПТП выполняется в формате Corel DRAW (версия 13) с соблюдение правил строительного черчения и условных оперативно — тактических особенностей, в масштабе в пределах М 1:50 — М 1:200. План — схема объекта на местности (генплан) на которой указывают:

- ближайшие улицы, подъезды и въезды на территорию объекта; дороги и проезды внутри объекта, подъезды к зданиям (сооружениям);
  - здания и сооружения объекта (предприятия);
- расстояния между зданиями (сооружениями) объекта и до соседних зданий (сооружений);
- ограждения внутри и по периметру территории, имеющиеся особенности рельефа местности;
- места и способы хранения, вид, марка, количество пенообразователя (огнетушащего порошка), устройство для заправки техники.

КТП. В графической части обязательны все схемы и планы, которые выполняются в ПТП, за исключением схем расстановки сил и средств, принципиальных схем подачи огнетушащих веществ, схем на местности для должностных лиц.

На складские и торговые организации, кроме общих требований, в КТП указываются данные: о материальных ценностях; способах их хранения и эвакуации; свойствах пожаро — взрывоопасных веществ и материалов; характерных опасных ситуациях при пожаре и осложнениях в процессе осуществления действий по тушению пожара; рекомендации к применяемым огнетушащим веществам.

На схемах на местности, поэтажных планах зданий соответствующими условными знаками обозначают места хранения АХОВ, ВВ, РВ и веществ, и материалов при тушении которых опасно

применять воду и другие огнетушащие вещества на основе воды.

В КТП на объекты с наличием АХОВ выполняются схемы населенного пункта, с обозначение максимальных границ зон заражения при основных направлениях ветра, маршрутов ввода сил и средств, и обозначения рубежей постановки водяных завес для подавления паровой фазы первичного и вторичного облаков АХОВ (первый рубеж постановки завесы выставляется вблизи места разлива, второй — на границе территории аварийного объекта, третий — на внешней границе санитарно — защитной зоны) [8].

3. На карте появляются имеющиеся водоисточники. Для конкретной информации о водоисточнике, необходимо выбрать его. Можно узнать вид и диаметр сети трубопровода, объем пожарного водоема, расположение пирсов и участков береговых зон, приспособленных для забора воды на естественных водоемах, объем водонапорных башен, наличие устройств для забора воды. Если же это производственные объекты (предприятия) дополнительно указывается диаметр подводящего водопровода на объект (территорию), расположение насосной (насосных) станций, а также при наличии - места расположения задвижек, установленных на водопроводе. Расстояние от водоисточника до объекта по маршруту прокладки магистральной линии. При отсутствии на территории объекта водоисточников указываются ближайшие.

Основной из задач, которая стоит перед РТП – организация разведки водоисточников. Данный вид действий по тушению пожара является одним из важнейших, так как наличие необходимого запаса огнетушащих веществ является обязательным условием успешного тушения пожара.

Создание приложения для работы с ИНППВ повысит эффективность работы пожарно — спасательных подразделений с информацией об ИНППВ, что положительно скажется на их общей эффективности действий при тушении пожаров. Приложение позволит автоматизировать выполнение существующих функций по работе с ИНППВ и расширить возможности пожарно — спасательных подразделений, состав предпосылки к переходу на электронную форму работы в решении части вопросов, касающихся оперативной деятельности по тушению пожаров и ликвидации последствий ЧС.

4. Переходя на иконку РТП может узнать о наличии в здании газового баллона, мест прохождения газопроводов (узнать тип газопровода высокого и низкого давления, диаметр, расположение задвижек). Для более быстрого просмотра данной информации она может указываться в описании самого объекта на план — схеме на местности, где указываются места хранения транспортных газовых баллонов (квадрат длина стороны 10 мм, красный контур с заполнением белым цветом, внутри количество баллонов и название газа допускается указывать химическую формулу) [8].

Объекты с хранением и использованием газовых баллонов подлежат учету. Учет указанных объ-

ектов осуществляется при проведении обследований объектов, а также занятий по тактической подготовке (ПТУ, ПТЗ, оперативно – тактическом изучении района выезда подразделения), корректировке документов предварительного планирования боевых действий.

Сведения о наличии газовых баллонов, сосудов под давлением отражаются в планах и карточках пожаротушения, а также в графической части указанных документов (условное обозначение).

Также в этот список попадают индивидуальные жилые дома (в том числе коттеджи, дачи), а также помещения зданий и сооружений, в которых применяются газовые баллоны (у входа должен быть размещен предупреждающий знак ПБ с надписью «Опасно! Баллоны с газом».

- 5. Наличие людей на объекте и обслуживающего персонала, находящихся в здании днем и ночью их количество.
- 6. Наличие AXOB. Указываются места расположения на территории и в зданиях АХОВ, взрывчатых веществ, радиоактивных веществ. Указываются средства и способы нейтрализации АХОВ, маршрут ввода сил и средств, в зависимости от направления ветра и температуры окружающего воздуха. Также выходит информация о расстановке сил и средств с обозначением максимальных границ зон заражения при основных направлениях ветра, маршрутов ввода сил и средств, и обозначения рубежей постановки водяных завес для подавления паровой фазы первичного и вторичного облаков АХОВ (первый рубеж постановки завесы назначается вблизи места разлива, второй - на границе территории аварийного объекта, третий - на внешней границе санитарно – защитной зоны).
- 7. Вещества и материалы, при котором опасно применять воду. Указаны данные о пожарной нагрузке в помещениях, взрывопожароопасных производствах, сведения о веществах и материалах, которые обращаются в производстве, с обязательным указанием наличия взрывчатых, радиоактивных, аварийных химически опасных веществ, веществ и материалов. При их тушении опасно применять воду и другие огнетушащие вещества на основе воды в обязательном порядке, которые дополняются текстовым описанием, дающим полную картину информацию об объекте, веществах и материалах и краткий технологический процесс.
- 8. Телефоны администрации, собственников объекта. Указываются контактные телефоны у собственников объекта (руководителей) и диспетчерской службы организации.

### Использованные источники:

- 1. Федеральный закон от 21.12.94 № 69 ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О пожарной безопасности».
- 2. Колычева И.В. Оценка состояния здоровья и условий труда лиц, работающих в экстремальных условиях: проблемы поиска и поиск решений//Бюллетень ВСНЦ СЩ РАМН. №3.2004. С. 53 60.
- **3.** Материалы с сайта пожарных спасателей: Клуб пожарных и спасателей [Электронный реcypc]. URL: http://fireman.club/ (дата обращения: 05.10.2008).

# Colloquium-journal №10(62), 2020

### Część 1

(Warszawa, Polska)

ISSN 2520-6990

ISSN 2520-2480

Czasopismo jest zarejestrowany i wydany w Polsce. Czasopismo publikuje artykuły ze wszystkich dziedzin naukowych. Magazyn jest wydawany w języku angielskim, polskim i rosyjskim. Częstotliwość: co tydzień

> Wszystkie artykuły są recenzowane. Bezpłatny dostęp do elektronicznej wersji magazynu.

Przesyłając artykuł do redakcji, autor potwierdza jego wyjątkowość i jest w pełni odpowiedzialny za wszelkie konsekwencje naruszenia praw autorskich.

Opinia redakcyjna może nie pokrywać się z opinią autorów materiałów. Przed ponownym wydrukowaniem wymagany jest link do czasopisma. Materiały są publikowane w oryginalnym wydaniu.

Czasopismo jest publikowane i indeksowane na portalu eLIBRARY.RU, Umowa z RSCI nr 118-03 / 2017 z dnia 14.03.2017.

Redaktor naczelny - Paweł Nowak, Ewa Kowalczyk

E-mail: info@colloquium-journal.org

http://www.colloquium-journal.org/