**Международная Объединенная Академия Наук
Межрегиональный Гуманитарно-Технический Университет**

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник научных трудов

**по материалам
XXX международной научной конференции**

12 августа 2020 г.

Санкт-Петербург 2020

УДК 501
ББК 30

Н34

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук.
Сборник научных трудов по материалам XXX международной
научно-практической конференции 12 августа 2020 г. Изд. ЦНК
МОАН, 2020. – 40 с.

SPLN 001-000001-0685-TT
DOI 10.18411/sciencepublic-12-08-2020
IDSP sciencepublic-12-08-2020

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXX международную научно-практическую конференцию
Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему ELIBRARY и наукометрическую базу SPINDEX

Электронная версия сборника доступна на сайте ЦНК МОАН. Сайт центра: conf.sciencepublic.ru

УДК 501
ББК 30

SPLN 001-000001-0685-TT

<http://conf.sciencepublic.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	4
Булгакова К.В. Использование 3D-геоданных на начальном этапе организации строительством.....	4
Жиленков И.В. Анализ алгоритмов и методов распознавания человеческого лица в цифровом видеосигнале	6
Куций Д.Н., Федотенко И.И. Сравнение и примеры использование средств защиты информации в приложениях ASP.NET CORE.....	9
 РАЗДЕЛ II. МАШИНОСТРОЕНИЕ	14
Зайцев А.В. Модели показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин непрерывно-циклического действия	14
Нахатакян Д.Ф. К расчету о распределении контактных напряжений по пятну контакта между цилиндрическими телами в условиях перекоса	23
Нахатакян Ф.Г., Дмитриев В.Г., Нахатакян Д.Ф. К расчету концентрации изгибных напряжений в косозубых передачах в условиях перекоса	27
 РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ	31
Дегтярева К.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С. Мембраны в диафрагмовых насосах	31
 РАЗДЕЛ IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ	34
Мельников В.Е. Алгоритмы генерации музыкальных произведений в заданном пользователем жанре.....	34

РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Булгакова К.В.

Использование 3D-геоданных на начальном этапе организации строительством

ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н. В.

Парахина

(Россия, Орел)

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-01

idsp: sciencepublic-12-08-2020-01

Аннотация

В статье рассматривается использование 3D-геоданных на начальном этапе организации строительством. Выделены программные продукты современных цифровых технологий, для формирования генерального плана и рельефа местности.

Ключевые слова: цифровые технологии, 3D-геоданные, инструментальные ГИС, ГИС-вьюеры, векторизаторы, AutoCAD Map 3D, ArcGIS, Autodesk MapGuide Studio, IndorGIS, QGIS

Abstract

The article discusses the use of 3D-geodata at the initial stage of the organization of construction. Highlighted software products of modern digital technologies, for the formation of a master plan and terrain.

Key words: digital technologies, 3D geodata, instrumental GIS, GIS viewers, vectorizers, AutoCAD Map 3D, ArcGIS, Autodesk MapGuide Studio, IndorGIS, QGIS

В настоящее время цифровые технологии, полностью или частично автоматизируют различные виды работ, применяющиеся практически во всех экономически и социально значимых областях деятельности, позволяя коммерческим и общественным организациям, государственным и муниципальным структурам реализовывать возложенные на них задачи быстрее и качественнее. [5]

3D-геоданные применяются в территориальном планировании, градостроительном и архитектурно-строительном проектировании, землеустройстве, для создания эффективной кадастровой системы, введения в оборот неиспользуемых и нерационально используемых земель, выявления потенциально опасных территорий, моделирования чрезвычайных ситуаций. [6] Особое внимание стоит уделить строительной отрасли, в которой цена ошибки на этапе создания и проектирования продукта достаточно высока. Во избежание ошибок при проектировании систем инженерных коммуникаций и подготовке к строительным работам позволяет избежать использование специализированных 3D-геоданных (ГИС-технологий).

Цель – изучение 3D-геоданных для применения на начальном этапе организации строительством, при формировании генерального плана и рельефа местности.

Задачи:

1. Определить классы ГИС-технологий.
2. Анализ программных продуктов 3D-геоданных.

Наиболее успешные программы строятся на полностью цифровой технологии воздушного лазерного сканирования, которая, в отличие от классической двухмерной фотограмметрии или космического дистанционного зондирования Земли, позволяет сразу получать истинные данные о положении объекта в трехмерном пространстве, то есть включает в себя и высотную составляющую.

Для решения поставленных нами задач необходимо для начала определить классы программного обеспечения в 3D-геоданных:

1 класс - инструментальные ГИС. Организация ввода картографической и атрибутивной информации, ее хранения, отработки сложно-информационных запросов, решения пространственно-аналитических задач, построения карт и схем, вывод макетов картографической и схематической продукции [2].

2 класс - ГИС-вьюеры. Выполнение операций по позиционированию и зуммированию картографических изображений с запросом к базам данных. [1]

3 класс - справочные картографические системы (СКС). Выполняют хранение данных визуализации пространственно- разреженной информации, запрос картографических и атрибутивных данных, ограничение в дополнение не встроенных баз данных.

4 класс – ВРКИ (векторизаторы растровых картографических изображений) применяются для обработки сканированных точечных картографических изображений.

5 класс - средства пространственного моделирования – моделирование пространственное-распределённых параметров (рельеф, участки затопления, зоны экологического загрязнения и другие).

6 класс - средства дешифрирования и обработки данных исследования земной поверхности. Это пакеты обработки изображений, снабженные в зависимости от цены различным математическим аппаратом, позволяющим проводить операции со сканированными или записанными в цифровой форме снимками поверхности земли. [1] Достаточно широкий набор операций, берет начало с оптической, геометрической коррекции через географическую привязку снимков, заканчивая обработкой стереопар с результатом – актуализированный топоплан. [7]

При подготовке к строительным работам можно использовать ряд программ, основанных на ГИС-технологиях. По территориальному охвату различают глобальные ГИС (global GIS), субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС (regional GIS), субрегиональные ГИС и локальные, или местные ГИС (local GIS). [4]

Программные продукты ГИС на территории РФ [3]:

1. AutoCAD Map 3D
2. ArcGIS
3. Autodesk MapGuide Studio
4. IndorGIS
5. QGIS

Рассмотрев основные классы программного обеспечения, мы можем сказать что на Российском рынке существенная доля инструментальных ГИС (48%) и низкий процент ГИС-вьюеров (3%) наглядно демонстрируют, что сегодня наиболее актуальной является задача начального этапа - закупка инструментария и наполнение баз данных. Большой процент справочных систем (35%) свидетельствует о возникновении спроса на законченные ГИС-системы, системы готовые к употреблению в самом массовом секторе рынка и на не слишком притязательной аппаратной базе, составляющей большую часть отечественного парка компьютеров.

Как показывает практика, наиболее оптимальным решением является создание прикладной ГИС с тем набором функций, который нужен конкретной организации. При этом важную роль будет играть основа прикладной системы — базовая ГИС, обладающая необходимым набором инструментов, необходимых для создания специализированного решения, с возможностью последующего расширения функционала этой системы без изменения базовой ГИС.

Грамотно спроектированное и профессионально реализованное ГИС-решение не только повысит эффективность работы организации в результате внедрения системы,

но и поможет избежать незапланированных затрат при ее дальнейшем масштабировании.

1. Бережной А.В. Вертикальная дифференциация ландшафтов среднерусской лесостепи: монография / А.В. Бережной, А.С. Горбунов, Т.В. Бережная; под ред. А.В. Бережного. – Воронеж: Научная книга, 2007. – 274 с.
2. Вишневская Ирина Александровна. Компьютерная технология оценки зон затопления при наводнениях : дис. канд. техн. наук : 05.11.13 Москва, 2006 145 с. РГБ ОД, 61:07-5/1515
3. Грачев, А. В. Информационные технологии в экологии и природопользовании [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Орлов, Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, А. В. Грачев .— Ярославль : ЯрГУ, 2013 .— 108 с. — ISBN 978-5-8397-0960-7 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/272162>
4. Шашкова, И.Г. Информационные технологии на транспорте [Электронный ресурс] / Н.В. Бышов, Е.В. Лунин, В.С. Конкина, Е.И. Ягодкина, И.Г. Шашкова .— 2014 .— 300 с. : ил. — ISBN 978-5-98660-208-0 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/275481>
5. <http://www.radixtools.ru/publish-gis-tech>
6. http://egov.ifmo.ru/news_egov/news_17_09_25-0
7. <https://www.osp.ru/cw/1996/06/10265>

Жиленков И.В.

Анализ алгоритмов и методов распознавания человеческого лица в цифровом видеосигнале

*Севастопольский государственный университет
(Россия, Севастополь)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-02

idsp: sciencepublic-12-08-2020-02

Аннотация

В данной работе производится анализ актуальных подходов к распознаванию человеческого лица в цифровом видеосигнале, выявление их недостатков.

Ключевые слова: цифровой видеосигнал, распознавание образов.

В научной теории и практике существует большое количество различных подходов к выделению и распознаванию человеческого лица в цифровом видеосигнале, однако данная область является достаточно новой и до сих пор не изучена в полном объеме. Существующие подходы для распознавания лиц и жестов обладают недостаточной точностью, надежностью и скоростью в сложной реальной обстановке, характеризующейся присутствием шумов на изображениях, что обуславливает необходимость в совершенствовании существующих методов.

Для усовершенствования существующих подходов к распознаванию человеческого лица в цифровом видеосигнале необходимо проанализировать их и выделить недостатки, требующие доработки. В данной работе для анализа взяты наиболее часто используемые из них:

1. Метод гибкого сравнения на графах (Elastic graph matching);
2. Метод главных компонент (PCA);
3. Метод Виолы-Джонса;
4. Метод сопоставления шаблонов (Template Matching);
5. Метод опорных векторов (SVM);
6. Активные модели внешнего вида (AAM);
7. Активные модели формы (ASM);
8. Алгоритм CAMShift (Continuously AdaptiveMeanShift);
9. Алгоритм Гистрограммы направленных градиентов (HOG).

Рассмотрим метод гибкого сравнения на графах (Elastic graph matching). Метод основывается на эластичном сопоставлении графов, описывающих изображения лиц, со взвешенными вершинами и ребрами [1]. На этапе распознавания один из графов (эталонный) остается неизменным, в то время как другой деформируется с целью наилучшей подгонки к первому. Ребра графа взвешиваются расстояниями между смежными вершинами. Различие между двумя графами вычисляется при помощи ценовой функции деформации. Недостатками данного метода являются высокая вычислительная сложность процедуры распознавания, низкая технологичность при запоминании новых эталонов и линейная зависимость времени работы от размера базы данных лиц.

Метод главных компонент (PCA) преобразует обучающий набор лиц в общую матрицу данных, где каждая строка представляет собой один экземпляр изображения лица, разложенного в строку. Затем производится нормировка данных и приведение строк к 0-му среднему и 1-й дисперсии, вычисляется матрица ковариации, для которой решается задача определения собственных значений и соответствующих им собственных векторов (собственные лица) [2]. Данный метод обладает следующими недостатками: способен находить только линейные подпространства исходного пространства, однако на практике «поверхность» может быть значительно нелинейной; является инвариантным относительно поворота координат в пространстве латентных переменных, что делает восстановление их значений неоднозначным.

Метод Виолы-Джонса основан на трех главных идеях: интегральном представлении изображения, методе построения классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга (AdaBoost) и методе комбинирования классификаторов в каскадную структуру, что позволяет построить детектор, способный работать в режиме реального времени [3]. Существенным является то, что при угле наклона больше 30° вероятность обнаружения лица резко падает, что не позволяет в стандартной реализации детектировать лицо человека, повернутое под произвольным углом, и является недостатком данного метода.

Метод сопоставления шаблонов (Template Matching) применяется для распознавания изображений, аналогичных некоему заданному шаблону [4]. Цель работы данного алгоритма – найти на изображении область, которая в наибольшей степени совпадет с шаблоном объекта. Из недостатков метода мы выделили следующие: требует много ресурсов как для хранения участков, так и для их сравнения; обладает низкой скоростью работы; изображения для сравнения должны быть сняты в строго установленных условиях – не допускается заметных изменений ракурса, освещения, физических помех.

Рассмотрим метод опорных векторов (Support Vector Machines, SVM). Основной целью метода является перевод исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости с максимальным зазором в этом пространстве [5]. Метод основан на предположении о том, что чем больше разница или расстояние между этими параллельными гиперплоскостями, тем меньше будет средняя ошибка классификатора. Метод обладает следующими недостатками: он чувствителен к шумам и стандартизации данных; не имеет отбора признаков; необходимо подбирать оптимизируемый коэффициент C при помощи кросс-валидации; не существует общего подхода к автоматическому выбору ядра (и построению спрямляющего подпространства в целом) в случае линейной неразделимости классов.

Далее рассмотрим активные модели внешнего вида (AAM). Они содержат два типа параметров: параметры формы, и параметры, связанные со статистической моделью пикселей изображения или текстурой (параметры внешнего вида) [6]. Перед использованием модель должна быть обучена на множестве заранее размеченных изображений, которая производится вручную. Каждая метка имеет свой номер и определяет характерную точку, которую должна будет находить модель во время

адаптации к новому изображению. Главным недостатком данного метода является необходимость большого объема вычислений для его использования.

Активные модели формы (ASM) также часто используются в данной области. Суть метода ASM заключается в учете статистических связей между расположением антропометрических точек на имеющейся выборке изображений лиц, снятых в анфас [5]. На каждом изображении антропометрические точки пронумерованы в одинаковом порядке. Однако главной целью ASM является не распознавание лиц, а точная локализация лица и антропометрических точек на изображении для дальнейшей обработки. Недостатками данного метода являются: частичное использование изображения, необходимость хорошей разметки, рассматривание локальных моделей как независимых.

Алгоритм CAMShift (Continuously Adaptive Mean Shift) используется при отслеживании объектов на основе информации о цвете движущейся в кадре цели [7]. Также он комбинирует алгоритм отслеживания объекта Mean Shift, основанный на карте вероятности цвета кожи, с адаптивным шагом изменения размера области отслеживания. Однако это обуславливает и недостаток алгоритма Camshift, состоящий в чувствительности к информации о цвете: он не может отследить желаемую цель, когда фон (или объект рядом) имеет тот же цвет.

Алгоритм гистограммы направленных градиентов (HOG) основан на подсчете количества направлений градиента в локальных областях изображения [8]. Данный метод производит вычисления на плотной сетке равномерно распределенных ячеек и использует нормализацию перекрывающегося локального контраста для увеличения точности. Данный алгоритм обладает следующими недостатками: для работы метода необходимо наличие большого набора изображений объекта и еще больший набор изображений, на которых объекта нет; все изображения необходимо масштабировать до фиксированного размера.

Таким образом, видно, что на сегодняшний день существует большой нерешенный спектр задач, связанный с распознаванием видеосигналов на фоне общего потока видеoinформации, таких как частота распознавания человеческих лиц, распознавание лиц в условиях плохой освещенности, повышение точности распознавания лица по его части, высокая вычислительная трудоемкость. Выделенные в данной работе недостатки существующих методов, моделей и алгоритмов показывают направления дальнейшей разработки.

1. Wiskott, L Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching /L. Wiskott, J. Fellous, N. Krüger, C. von der Malsburg// InIntelligent Biometric Techniques in Fingerprint and Face Recognition. – 1999. – Ch. 11. – P. 355-396.
2. Спицын В.Г. Распознавание лиц на основе метода главных компонент с применением вейвлет-дескрипторов Хаара и Добеши/ В.Г. Спицын, Ю.А. Болотова, Н.В. Шабалдина, Б.Т.Т. Чанг, Ф.Н. Хоанг// Научная визуализация. – 2016. – Т. 8. – №5. – С. 103-112.
3. Viola, P. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features/P. Viola, M.J. Jones//IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. Kauai, Hawaii, USA. – 2001. – V. 1. – P. 511-518.
4. Половинка, Д.В. Применение технологий mobilevision в разработке мобильных приложений/Д.В. Половинка// Теоретическая и прикладная информатика. – 2015. – С. 21-28.
5. Le Hoang Thai, Vo Nhat Truong Face Alignment Using Active Shape Model And Support Vector Machine/ Le Hoang Thai, Vo Nhat// International Journal of Biometrics and Bioinformatics. – 2015. – P. 224 -234.
6. Paul, I. Active Appearance Modelsfor Face Recognition/ Ivan Paul. – Vrije Universiteit Amsterdam, 2004. – 39 P.
7. Буй, Т.Т.Ч. Распознавание жестов на видеопоследовательности в режиме реального времени на основе применения метода Виолы Джонса, алгоритма CAMShift, вейвлет-преобразования и метода главных компонент / Т.Т.Ч. Буй, Н.Х. Фан, В.Г. Спицын // Вестник Томского гос. у-та. – 2013. – № 2(23). – С. 102-111.
8. Dalal, N. Histograms of oriented gradients for human detection/ N. Dalal, B. Triggs// Computer Vision and Pattern Recognition: IEEE Comput. Soc. Conf. – 2005. – V. 1. – P. 886-893.

Куший Д.Н., Федотенко И.И.**Сравнение и примеры использование средств защиты информации в приложениях ASP.NET CORE**

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
(Россия, Новочеркасск)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-03

idsp: sciencepublic-12-08-2020-03

Аннотация

В статье рассмотрены компоненты платформы ASP.NET Core, используемые для обеспечения безопасности. Указаны пространства имен, необходимые для аутентификации и авторизации, даны краткие примеры использования методов соответствующих классов. Рассмотрена структура пространства имен System.Security.Cryptography, определены уровни классов шифрования и дешифрования информации.

Ключевые слова: Авторизация, аутентификация, веб-приложения, криптография, ASP.NET Core

Платформа ASP.NET Core представляет собой модульную технологию разработки программного обеспечения с открытым исходным кодом. Несмотря на то, что ASP.NET Core уступает по популярности использованию при разработке веб-ресурсов серверному языку программирования PHP, программисты .NET востребованы в IT-сфере, о чем говорит большое количество размещенных в сети высокооплачиваемых вакансий.

Данный стек технологий поддерживает следующие компоненты обеспечения безопасности в веб-приложениях:

- система идентификации, аутентификации и разграничения доступа ASP.NET Identity;
- пространство имен System.Security.Cryptography с классами для шифрования и дешифрования информации.

При создании проекта в интегрированной среде разработки Visual Studio на базе ASP.NET Core (рисунок 1) можно выбрать один из следующих типов аутентификации:

- без проверки подлинности (No Authentication) – ASP.NET Identity и встроенная система аутентификации отсутствует;
- учетные записи отдельных пользователей (Individual User Accounts) – проект по умолчанию включает систему ASP.NET Identity, которая позволяет авторизовать пользователей как внутри приложения, так и с помощью внешних сервисов;
- рабочие или учебные учетные записи (Organizational Account) – данный тип аутентификации применяется для сайтов и веб-приложений отдельных компаний и организаций;
- аутентификация Windows (Windows Authentication) – система аутентификации для сетей intranet с помощью учетных записей операционной системы Windows.

В большинстве случаев при создании веб-приложений на базе ASP.NET Core используется тип аутентификации на основе учетных записей пользователей с сохранением необходимых данных в локальной базе данных [1]. Конечный набор функций ASP.NET Identity настраивается для каждого конкретного проекта путем добавления требуемых шаблонов.

При использовании базы данных, разработанной с помощью Entity Framework, ее взаимодействие с приложением осуществляется при помощи механизма миграции, запускаемого в консоли пакетов Package Manager Console.

Рисунок 1 – Настройка проверки подлинности

В программной реализации процедур используются свойства и методы классов IdentityUser из пространства имен Microsoft.AspNetCore.Identity.EntityFrameworkCore и UserManager<T>, определенного в Microsoft.AspNetCore.Identity.

Для каждого веб-приложения создается класс модели, описывающей пользователя, с наследованием от IdentityUser [2]:

```
public class User : IdentityUser<int, CustomRole, CustomClaim>
{
    [Key]
    public int Id_user { get; set; }
    public string Login { get; set; }
    public string Password { get; set; }
}
```

```
public string Surname { get; set; }
public string Name { get; set; }
public string Patronymic { get; set; }
public string E-mail { get; set; }
public Role Role { get; set; }
}
```

В представленной реализации идентификатор имеет тип `int` универсального параметра `TKey`.

Поскольку тип аутентификации должен совпадать с идентификатором, определенным в `CookieAuthenticationOptions.AuthenticationType` переопределяется также часть методов:

```
public async Task<ClaimsIdentity> GenerateUserIdentityAsync(
    UserManager<ApplicationUser> manager)
{
    var userIdentity = await manager.CreateIdentityAsync(
        this, DefaultAuthenticationTypes.ApplicationCookie);
    return userIdentity;
}

public class Role : IdentityRole<int, CustomRole>
{
    public Role() { }
    public Role(string Title) { Name = Title; }
}

public class CustomClaim : IdentityUserClaim<int> { }
```

Также изменения вносятся в метод описания контекста, используемого при работе с базой данной:

```
public class ApplicationDbContext : IdentityDbContext<User, Role,
    int, CustomUserLogin, CustomUserRole, CustomUserClaim>
{ ... }
```

В процессе построения решения проекта могут возникнуть ошибки в классах инфраструктуры, используемых в ASP.NET Identity. Класс идентификатора ожидает целое число для ключа, но контроллера (или веб-формы) передается строковое значение. В каждом случае необходимо преобразовать в строку и целое число путем вызова `GetIdUser<int>`.

Если ограничить доступ к контроллеру администратора – будет полученная «классическая проблема» – администратор управляет пользователями и ролями, но нельзя создать первого администратора, так доступ к этим методам ограничен.

Решением этой проблемы является заполнение базы данных первоначальными данными при ее создании средствами Entity Framework. Это позволит автоматически создать пользователей и назначить им роли при первом развертывании приложения. Для этого необходимо использовать метод `PerformInitialSetup` класса `IdentityDbInit`, являющегося специфичным для Entity Framework и ASP.NET Identity, что позволит использовать атрибут `Authorize` для защиты контроллеров администратора, как показано в примерах ниже:

```
[Authorize(Roles = "Administrators")]
public class AdminController : Controller
{ // ... }

[Authorize(Roles = "Administrators")]
public class RoleAdminController : Controller
{ // ... }
```

Использование такой иерархии классов позволяет добавлять новые функциональные и опциональные возможности к существующему набору.

Контроллеры AccountController и ManageController поддерживают функциональные возможности системы.

Следует также отметить, что платформа ASP.NET Core имеет встроенную поддержку аутентификации на основе cookie, реализуемую специальным компонентом middleware [3] пространства имен System.Web.HttpCookie. С его помощью происходит сериализация личных данных пользователя в зашифрованные аутентификационные связи:

```
services.AddAuthentication(  
    CookieAuthenticationDefaults.AuthenticationScheme)  
    .AddCookie(options =>  
    {  
        options.LoginPath =  
            new Microsoft.AspNetCore.Http.PathString("/Account/Login");  
    });
```

При получении запроса от клиента, в котором содержатся cookie, происходит их валидация, десериализация и инициализация свойства User объекта HttpContext.

В тех случаях, когда клиентом cookie не поддерживаются, можно использовать Json Web Token (JWT) – способ безопасной передачи данных в формате JSON, описанный в стандарте RFC 7519 [4]. В веб-приложениях JWT, как правило, передается в заголовке каждого запроса и в стандартном виде имеет следующую структуру: HEADER.PAYLOAD.SIGNATURE.

При использовании зашифрованных данных JSON объект имеет вид: HEADER.ENCRYPTEDKEY.INITVECTOR.CIPHERTEXT.AUTHTAG. Блоки ENCRYPTEDKEY, INITVECTOR и AUTHTAG зависят от используемого алгоритма шифрования, а также могут быть представлены пустой последовательностью.

Выбор того или иного способа зависит от задач, поставленных перед разработчиком. В случае проектирования и создания системы для крупного предприятия с множеством модулей, взаимодействующих друг с другом с помощью сложных логических схем и в различных режимах (синхронном, асинхронном), а также глубокой политикой безопасности выбор стоит остановить на ASP.NET Identity. Объектная ориентированность данной технологии позволит упростить процедуру взаимодействия между различными модулями. В тоже время встроенный набор функций позволяет быстро и качественно создать гибкое и функциональное решение.

Однако стоит отметить, что использование .NET Identity с проведением дополнительных модификаций в инфраструктуре проекта у начинающего .NET Core разработчика может вызвать затруднения за счет сложной архитектуры самой технологии. Кроме того, следует отметить высокую зависимость между программной реализацией и структурой хранимых данных.

В основе авторизации в ASP.NET Core MVC лежит понятия «claim», «identity» и «principal». Первое из них обозначает некоторое свойство пользователя. Все предопределенные характеристики находятся в System.Security.Claims.ClaimTypes, однако данный список может быть изменен разработчиком. Набор свойств, связанных в виде единого выражения, называется «identity», и для работы с ним используется System.Security.Claims.ClaimsIdentity. Кроме того, у одного пользователя может быть несколько «identity», объединенных высокоуровневым понятием «principal» и описываемых типом System.Security.Claims.ClaimsPrincipal.

Однако начинающим веб-разработчикам будет сложно выполнить настройку встроенных шаблонов из-за сложной архитектуры данного решения

Дополнительная защита информации в ASP.NET может быть обеспечена пространством имен System.Security.Cryptography, содержащим следующие категории классов шифрования и дешифрования информации [5]:

- алгоритмы шифрования, в том числе, хеширования и создания цифровых подписей;
- вспомогательные классы для создания криптографически строгих случайных чисел;
- сертификаты X509;
- сигнатуры и шифрование XML в соответствии со стандартами, опубликованными консорциумом W3C.

Следует также отметить, что классы криптографии в .NET делятся на три уровня. На первом уровне абстрактными классами (AsymmetricAlgorithm, SymmetricAlgorithm и HashAlgorithm) определяется общая задача шифрования. Классы второго уровня также являются абстрактными и представляют специфические алгоритмы шифрования. Классы третьего уровня представляют набор реализаций шифрования.

Корпорация Microsoft уделяет большое внимание безопасности своих веб-сервисов, что находит отражение не только в открытой в 2014 году бессрочной Bug Bounty программе, но и в наличии методов встроенной защиты от взломов приложений [6]. ASP.Net Core содержит ряд механизмов для предотвращения таких атак на веб-системы, как SQL инъекции, внедрение в выдаваемую приложением страницу вредоносного кода (XSS), перенаправление пользователя на атакующий сайт (Open redirect attacks), добавление скрытой кнопки/ссылки внутри прозрачного iframe (Click-Jacking) и другие виды взломов.

Комбинация базовых методов аутентификации, защиты информации ASP.Net Core и дополнительной настройки системы безопасности под конкретный проект позволит создать надежную веб-систему.

1. Гринченков Д.В., Куций Д.Н., Фукс А.А. Использование платформы ASP.NET IDENTITY для реализации средств аутентификации и авторизации пользователей в веб-приложениях // Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надежности, устойчивости и эффективности систем: материалы III междунар. научно-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения академика Н.А. Пилюгина, 3-5 июня 2019 г. Часть I. – Елец, Елецкий государственный университет им И.А. Бунина, 2019. – С.113-118.
2. Куций Д.Н. К вопросу разработки физической модели данных системы тематического поиска электронных образовательных ресурсов в сети Интернет // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2018): материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Кемерово, 11-13 окт. 2018 г. / Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева - Кемерово, 2018. – С.59-61.
3. Аутентификация и авторизация. Сайт <https://metanit.com>. [Электронный ресурс]. Дата обновления 04.11.2018. URL: <https://metanit.com/sharp/aspnet5/15.1.php> (дата обращения: 01.06.2020).
4. ASP.NET Core: Аутентификация API. Часть 1: JWT. Сайт <https://andrey.moveax.ru>. [Электронный ресурс]. Дата обновления 04.11.2018. URL: <https://andrey.moveax.ru/post/asp-net-core-web-api-authentication-part-1-jwt> (дата обращения: 20.05.2020).
5. Криптография в ASP.NET. Сайт <https://professorweb.ru>. [Электронный ресурс]. URL: https://professorweb.ru/my/ASP_NET/security/level5/5_1.php (дата обращения: 15.05.2020).
6. ASP.NET Core: Механизмы предотвращения атак 2.0. Сайт <https://habr.com>. [Электронный ресурс]. Дата обновления 28.02.2018. URL: <https://habr.com/ru/company/jugru/blog/350188/> (дата обращения: 10.01.2020).

РАЗДЕЛ II. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Зайцев А.В.

Модели показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин непрерывно-циклического действия

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей сообщения»
(Россия, Новосибирск)

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-04

idsp: sciencepublic-12-08-2020-04

Аннотация

Разработаны модели комплексных организационно-технологических показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM на основе анализа натурных испытаний в реальных условиях эксплуатации при проведении различных видов ремонтов и текущего содержания железнодорожного пути, а также представлены основные характеристики эксплуатации Duomatic 09-32 CSM.

Ключевые слова: показатели эксплуатации, надежность, путевая выправочно-подбивочно-рихтовочная машина.

1. Введение.

В современных условиях становятся востребованными новые методы, технологии и модели, которые могут способствовать снижению себестоимости строительной продукции и повышению рентабельности работы организаций. Одним из основных факторов повышения эффективности при строительстве, ремонте и текущем содержании пути является формирование технологических комплексов машин.

Создание информационных баз фактических натурных испытаний, технических и экономических показателей машин, комплектов и систем в реальных условиях эксплуатации способствует оптимизации путевых работ с заданной надежностью при строительстве, ремонте и текущем содержании железнодорожного пути [1-4].

В настоящее время созданная база данных по результатам натурных испытаний выправочно-подбивочных машин непрерывно-циклического действия позволяет оптимизировать показатели надежности работы парков, комплектов и отдельных машин. Основными комплексными показателями работы выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия являются: время работы, ч; время технологических перерывов, ч; время простоев, ч; коэффициент использования по времени; коэффициент готовности; коэффициент технического использования; коэффициент технического использования; коэффициент эффективности, полученные при ежемесячном анализе по результатам обработки их натурных испытаний [5-7].

Конструктивная схема машины Duomatic 09-32 CSM представлена на рисунке 1, основные технические характеристики, виды, периодичность и продолжительность технических обслуживаний, выполняемых при сезонной эксплуатации машины в таблицах 1, 2. Для данных машин характерна сезонная эксплуатация в соответствии с годовым объемом работ [8].

1-полуприцепная платформа; 2, 5-кабины машиниста и оператора; 3-нивелировочная контрольно-измерительная система; 4-корпус с силовым агрегатом, трансмиссией, гидropередачей, тормозной системой; 6-автосцепки; 7, 12, 16, 18, 20-передняя, измерительная, контрольно-измерительная, контрольная и задняя тележки контрольно-измерительной системы; 8-каток мерный с датчиком пути; 9, 17-тяговая и бегунковая ходовые тележки; 10-спутник; 11-устройство подъемно-рихтовочное; 13-блок подбивочный; 14-уплотнители балласта у торцов шпал; 15, 19-приводные колесные пары спутника и платформы

Рис. 1. Конструктивная схема и фотография выправочно – подбивочно – рихтовочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM [8]

Таблица 1

Основные технические характеристики машины Duomatic 09-32 CSM [8]

Название параметра	Значение
Ширина колеи, мм	1520
Производительность Π , км/ч	2,3...2,6
Годовой объём работ Q , км/год	360
Годовой фонд времени работы машины T_r , ч/год	576

Таблица 2

Виды, периодичность и продолжительность технических обслуживаний, выполняемых при сезонной эксплуатации машины Duomatic 09-32 CSM [8]

Вид технического обслуживания	Периодичность технического обслуживания	Продолжительность технического обслуживания t_i , ч
Ежедневное техническое обслуживание (ЕО)	Ежедневно независимо от наработки	$t_{EO}=0,5$
Первое техническое обслуживание (ТО-1)	15 км подбитого пути	$t_{TO-1}=4$
Второе техническое обслуживание (ТО-2)	60 км подбитого пути	$t_{TO-2}=14$
Сезонное техническое обслуживание (СО)	Перед началом сезона работ и после его окончания	$t_{CO}=13$

2. Постановка задачи

Для анализа работы машины Duomatic 09-32 CSM собрана информация о её

работе в реальных производственных условиях (время работы, технологических перерывов и простоев машин, коэффициент использования по времени коэффициент готовности, коэффициент технического использования, коэффициент технического использования, коэффициент эффективности). При этом для случайных величин была проведена логическая и математическая обработка статистической информации. Показатели работы машины приведены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели эксплуатации машин выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Обозначение	Поле
Марка машины	Марка	<i>Marka</i>
Заводской номер машины	N_z	N_z
Месяц	Месяц	<i>Mes</i>
Календарный фонд времени	T_{ϕ}	T_f
Время работы, ч	T_p	T_r
Продолжительность технологических перерывов, ч	$T_{\text{тп}}$	$T_{\text{тп}}$
Продолжительность простоев, ч	$T_{\text{п}}$	T_p
Коэффициент использования по времени	K_v	K_v
Коэффициент готовности	K_{Γ}	K_g
Коэффициент технического использования	$K_{\text{ти}}$	K_{ti}
Коэффициент эффективности	$K_{\text{э}}$	K_e

После создания баз данных показателей эксплуатации выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM по результатам натурных испытаний за последние десять лет проведена обработка выборок и установлено, что все они подчиняются закону нормального распределения т. к. вычисленные значения критерия Пирсона для этих показателей меньше соответствующих табличных значений (таблицы 4, 5) [9-10].

Таблица 4

Параметры выборки времени работы, технологических перерывов, простоев и коэффициентов использования по времени выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Величина			
Фактор	T_p	$T_{\text{тп}}$	$T_{\text{п}}$	K_v
Количество опытов	648	648	648	648
Количество связей	3	3	3	3
Уровень значимости	0,05	0,05	0,05	0,05
Минимальное значение фактора	77	6,2	13,2	0,3105
Максимальное значение фактора	117	12,3	51,1	0,3931
Выборочное среднее значение фактора	96,2	9,02	32,6	0,3923
Среднее линейное отклонение фактора	5,715	0,9651	4,873	0,0238
Среднее квадратическое отклонение фактора	7,124	1,252	6,095	0,0296
Стандартное отклонение фактора	7,129	1,253	6,100	0,0296
Средняя квадратическая ошибка фактора	0,280	0,049	0,240	0,00116
Ошибка, % от среднего значения фактора	0,291	0,545	0,735	0,296
Эмпирическая дисперсия выборки	50,83	1,57	37,21	0,00088
Вариации отклонения от среднего значения	32,67	0,931	23,74	0,00056
Риск отклонения от среднего значения	5,72	0,965	8,873	0,024
Коэффициент вариации	0,074	0,138	0,187	0,075
Вычисленное значение критерия Пирсона	3,89	7,63	7,05	7,84
Табличное значение критерия Пирсона	8,13	8,13	8,13	8,13
Количество интервалов	10	10	10	10

Таблица 5

Параметры выборки коэффициентов использования по времени, коэффициентов готовности, коэффициентов технического использования и коэффициентов эффективности выправочно-подбивочной машины непрерывно-циклического действия Duomatic 09-32 CSM

Показатель	Величина		
Фактор	K_r	$K_{тн}$	K_z
Количество опытов	648	648	648
Количество связей	3	3	3
Уровень значимости	0,05	0,05	0,05
Минимальное значение фактора	0,6148	0,4435	0,6752
Максимальное значение фактора	0,7917	0,6792	1,0000
Выборочное среднее значение фактора	0,6987	0,5620	0,9098
Среднее линейное отклонение фактора	0,0278	0,0323	0,0576
Среднее квадратическое отклонение фактора	0,0345	0,0408	0,0686
Стандартное отклонение фактора	0,0345	0,0409	0,0686
Средняя квадратическая ошибка фактора	0,00136	0,00161	0,00270
Ошибка, % от среднего значения фактора	0,1939	0,2856	0,2963
Эмпирическая дисперсия выборки	0,00119	0,00167	0,00471
Вариации отклонения от среднего значения	0,000773	0,001045	0,003315
Риск отклонения от среднего значения	0,0278	0,0323	0,0576
Коэффициент вариации	0,0493	0,0726	0,0754
Вычисленное значение критерия Пирсона	2,83	2,88	1,78
Табличное значение критерия Пирсона	8,13	8,13	8,13
Количество интервалов	10	10	10

Следующим этапом исследования является построение регрессионных уравнений (многофакторных математических моделей).

Регрессионный анализ–статистический метод исследования влияния одной или нескольких независимых переменных $X_1, X_2, \dots, X_n$ на зависимую переменную Y . Независимые переменные иначе называют регрессорами или предикторами, а зависимые переменные–критериальными.

Цель регрессионного анализа:

- определение степени детерминированности вариации критериальной (зависимой) переменной предикторами (независимыми переменными);
- предсказание значения зависимой переменной с помощью независимой(-ых);
- определение вклада отдельных независимых переменных в вариацию зависимой.

Шаговый регрессионный метод начинается с построения простой корреляционной матрицы и включения в регрессионное уравнение переменной, наиболее коррелируемой с откликом, для включения в уравнение выбирается переменная с наибольшим квадратом частного коэффициента корреляции и так далее.

Для проверки введенных на раннем шаге переменных, на предмет их взаимосвязи с другими переменными, на каждом шаге вычисляется частный F -критерий для каждой переменной уравнения и сравнивается с заранее избранной процентной точкой соответствующего F -распределения. Это позволяет оценить вклад переменной в предположении, что она введена в модель последней, независимо от момента ее фактического введения. Переменная, дающая незначительный вклад, исключается из модели. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все переменные.

3. Результаты расчетов

Для сравнения влияния факторов и установления относительной важности каждого из них (значимости переменной) было использовано нормирование коэффициентов регрессии [11, 12]:

$$b_i = a_i \frac{S_{xi}}{S_{yi}}, \quad (1)$$

где b_i -коэффициент уравнения регрессии после нормирования; a_i -коэффициент уравнения регрессий до нормирования; S_{xi} -средняя квадратичная ошибка переменной X_i ; S_{yi} -средняя квадратичная ошибка отклика Y_i .

В таблице 6 приведено регрессионное уравнение (многофакторная модель) коэффициента использования по времени (K_v) в зависимости от времени работы (T_p), продолжительности технологических перерывов ($T_{пп}$) и продолжительности простоев ($T_{п}$). Также в таблице 6 приведена значимость факторов модели в процентах, определенная по формуле 1.

Таблица 6

Многофакторная модель коэффициента использования по времени машины Duomatic 09-32 CSM

Модель коэффициента использования по времени	Значимость переменной, %
$K_v = + 0,0033$	
$+ 0,0040445 T_p$	99,97
$- 0,0000108 T_{пп}$	0,02
$+ 0,0000008 T_{п}$	0,01

В таблице 7 приведена значимость факторов модели календарного фонда времени работы машины (T_{ϕ}) в зависимости от времени перебазирования машины и отсутствия фронта работ ($T_{пб}$), времени работы (T_p), продолжительности технологических перерывов ($T_{пп}$) и продолжительности простоев ($T_{п}$)

Таблица 7

Многофакторная модель календарный фонд времени работы машины Duomatic 09-32 CSM

Многофакторная математическая модель	Значимость переменной
	%
$T_{\phi} = + 0,0$	
$+ T_{пб}$	44,37
$+ T_p$	40,05
$+ T_{пп}$	11,95
$+ T_{п}$	3,63

В таблице 8 приведены характеристики моделей коэффициента использования по времени и календарного фонда времени работы машины Duomatic 09-32 CSM.

Таблица 8

Характеристика многофакторной математической модели коэффициента использования по времени и календарного фонда времени работы машины Duomatic 09-32 CSM.

Показатель	K_v	K_v
Доля объясненной вариации, %	95,89	100,00000
Коэффициент множественной корреляции	0,9792	1,00000
Средний отклик	0,4006	245,33333
Стандартная ошибка в % от среднего отклика	1,56	0,00
Стандартная ошибка	0,00623	0,00000
Общий F - критерий регрессии	10051,4	3907387707
Табличное значение общего F - критерия	3,82	3,82

В таблице 9 приведены модели и их характеристики для коэффициентов использования по времени в зависимости от коэффициентов готовности, коэффициентов технического использования и коэффициентов эффективности. В таблице 10 для этих моделей приведены доверительные интервалы с уровнем риска 5 % [13-15].

Таблица 9

Основные характеристики многофакторных моделей для коэффициентов использования по времени в зависимости от коэффициентов готовности, коэффициентов технического использования и коэффициентов эффективности машины Duomatic 09-32 CSM

Показатель	$K_B = 0,1153 + 0,3958K_r$	$K_B = 0,0708 + 0,5925K_{тн}$	$K_B = 0,0630 + 0,3699K_э$
Доля объясненной вариации, %	23,96	55,00	68,40
Коэффициент множественной корреляции	0,4897	0,7417	0,8270
Средний отклик	0,4005	0,4005	0,4005
Стандартная ошибка, % от среднего отклика	6,64	5,13	4,27
Стандартная ошибка	0,0266	0,0205	0,0171
Общий F-критерий регрессии	407,27	1580,64	2794,26
Табличное значение общего F-критерия	3,82	3,82	3,82

Таблица 10

Математические модели и их доверительные интервалы

Модель	Доверительный интервал с уровнем риска 5 %
$K_B = 0,1153 + 0,3958K_r$	$K_B \pm 0,0618\sqrt{1,001 + 0,9292 \cdot (K_r - 0,717)}$
$K_B = 0,0708 + 0,5925K_{тн}$	$K_B \pm 0,0427\sqrt{1,001 + 2,4532 \cdot (K_{тн} - 0,565)}$
$K_B = 0,0630 + 0,3699K_э$	$K_B \pm 0,0347\sqrt{1,001 + 0,3662 \cdot (K_э - 0,888)}$

На рисунках 2-4 приведены модели и доверительные интервалы коэффициента использования по времени в зависимости от коэффициента готовности, коэффициента технического использования и коэффициента эффективности машины Duomatic 09-32 CSM.

Рис. 2. Зависимость между коэффициентом использования по времени и коэффициентом готовности машины Duomatic 09-32 CSM

Рис. 3. Зависимость между коэффициентом использования по времени и коэффициентом технического использования машины Duomatic 09-32 CSM

Рис. 4. Зависимость между коэффициентом использования по времени и коэффициентом эффективности машины Duomatic 09-32 CSM

В таблице 11 приведены модели и их характеристики для времени работы машин в зависимости от коэффициента использования по времени, коэффициентов готовности, коэффициентов технического использования и коэффициентов эффективности. В таблице 12 для этих моделей приведены доверительные интервалы с уровнем риска 5 %.

Таблица 11

Основные характеристики многофакторных моделей

Показатель	$T_p = 3,28$ $+237,09K_B$	$T_p = 27,68$ $+97,903K_T$	$T_p = 21,70$ $+137,56K_{TH}$	$T_p = 19,21$ $+86,57K_3$
Доля объясненной вариации, %	95,89	24,87	50,53	64,76
Коэффициент множественной корреляции	0,9792	0,4988	0,7108	0,8047
Средний отклик	98,255	98,255	98,255	98,255
Стандартная ошибка, % от среднего отклика	1,54	6,53	5,31	4,42
Стандартная ошибка	1,51	6,42	5,22	4,34
Общий F-критерий регрессии	30200,8	427,8	1320,5	2366,9
Табличное значение общего F-критерия	3,82	3,82	3,82	3,82

Таблица 12

Математические модели и их доверительные интервалы

Модель	Доверительный интервал с уровнем риска 5 %
$T_p = 3,28 + 237,09K_v$	$T_p \pm 3,2644\sqrt{1,001 + 4,8782 \cdot (K_v - 0,404)}$
$T_p = 27,68 + 97,903K_r$	$T_p \pm 14,8886\sqrt{1,001 + 0,9292 \cdot (K_r - 0,717)}$
$T_p = 21,70 + 137,56K_{ти}$	$T_p \pm 10,9635\sqrt{1,001 + 2,4532 \cdot (K_{ти} - 0,565)}$
$T_p = 19,21 + 86,57K_э$	$T_p \pm 9,0241\sqrt{1,001 + 0,3662 \cdot (K_э - 0,888)}$

На рисунках 5-8 проиллюстрированы модели и доверительные интервалы времени работы в зависимости от коэффициента использования по времени, коэффициента готовности, коэффициента технического использования и коэффициента эффективности машины Duomatic 09-32 CSM.

Рис. 5. Зависимость между временем работы машины и коэффициентом использования по времени машины Duomatic 09-32 CSM

Рис. 6. Зависимость между временем работы машины и коэффициентом готовности машины Duomatic 09-32 CSM

Рис. 7. Зависимость между временем работы машины и коэффициентом технического использования машины Duomatic 09-32 CSM

Рис. 8. Зависимость между временем работы машины и коэффициентом эффективности машины Duomatic 09-32 CSM

Вывод. Предложен метод обоснования показателей работы машин типа Duomatic 09-32 CSM, позволяющий прогнозировать основные показатели работы конкретной машины. Этот метод является универсальным и его можно использовать для обоснования показателей работы любых машинных систем, комплектов и отдельных машин, применяемых при проведении ремонтов и текущего содержания железнодорожного пути.

1. Анферов В.Н. Обоснование применения рабочего органа для уплотнения балласта на плече и откосах балластной призмы на машинах ВПР / В.Н. Анферов, А.В. Зайцев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. -2014. -№ 30. -С. 60-64.
2. Глотов В.А. К обоснованию параметров пневмотранспортной машины для уборки снега с междупутей станций / В.А. Глотов, Н.В. Мокин, А.П. Филатов // Совершенствование средств механизации путевых, строи-тельных и погрузочно-разгрузочных работ. -Новосибирск, -2001. -С. 32–39.

3. Готов В.А. Модели эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин / В.А. Готов, А.В. Зайцев, С.М. Кузнецов // Научно-исследовательские публикации. Воронеж. – 2014. – № 13 (17). – С. 16-25.
4. Готов В.А. Обоснование применения рабочего органа для уплотнения балласта на плече и откосах балластной призмы на машинах ВПР / В.А. Готов, А.В. Зайцев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. -2014. -№ 30. -С. 60-64.
5. Готов В.А. Эффективность применения планировщика балласт-ной призмы/В.А. Готов А.В. Зайцев//Экономика ж.д.-2017.-№1.-С. 59-63.
6. Готов В.А. Осаждение снега в емкости уборочной машины // Вопросы создания и модернизации строительных и путевых машин. Сборник научных трудов. – Новосибирск: Изд-во СГАПС. 1994. – С. 12 – 18.
7. Кузнецов С.М. Автоматизация построения моделей для оптимизации организационно-технологических решений / С.М. Кузнецов, Н.В. Холмогеева, С.Э. Ольховиков // Научно-исследовательские публикации. Воронеж. – 2014. - № 7 (11). – С. 5-13.
8. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транс./С.А. Соломонов, М.В. Попович, В.М. Бугаенко и др. Под ред. С.А. Соломонова.-М.: Желдориздат. 2000-756 с.
9. Кузнецов С.М. Анализ остатков моделей организационно-технологических решений / С.М. Кузнецов, О.В. Соболева, М.П. Шефер // Научно-исследовательские публикации. Воронеж. – 2014. - № 7 (11). – С. 24-32.
10. Кузнецов С.М. Вероятностная модель работы многоступенчатых гидротранспортных систем / С.М. Кузнецов, Е.В. Лизунов, А.В. Щербаков // Изв. вузов. Строительство. -2006. -№ 9. -С. 33 - 41.
11. Кузнецов С.М. Комплексная оценка организационно-технологической надежности работы парка строительных машин / С.М. Кузнецов, К.С. Кузнецова, Н.А. Сироткин // Экономика ж. д. -2007. - № 4. -С. 68 - 76.
12. Кузнецов С.М. Модели надежности эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 / С. М. Кузнецов, В.А. Готов, А. В. Зайцев // Трансп. : наука, техника, упр. - 2014. - №4. - С. 58-63.
13. Кузнецов С.М. Надежность выправочно-подбивочно-рихтовочных машин / С.М. Кузнецов, А. В. Зайцев // Путь и путевое хозяйство. - 2014. - № 3. - С. 19 - 22.
14. Кузнецов С.М. Обоснование показателей эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 и ВПРС-02 / С.М. Кузнецов, А.В. Зайцев // Экономика ж. д. - 2014. -№ 3. -С. 80 - 90.
15. Кузнецов С.М. Оценка технической надежности эксплуатации выправочно-подбивочно-рихтовочных машин ВПР-02 / С. М. Кузнецов, А. В. Зайцев // Трансп.: наука, техника, упр. - 2014. - №2. - С. 45-49.

Нахатакян Д.Ф.

К расчету о распределении контактных напряжений по пятну контакта между цилиндрическими телами в условиях перекоса

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-05

idsp: sciencepublic-12-08-2020-05

Аннотация

Предложен метод, с помощью которого решен вопрос о распределении контактных напряжений между цилиндрическими телами при перекосе.

Ключевые слова: контакт цилиндров; контактные давления; перекося осей; пятно контакта.

При расчете элементов механизмов и машин (зубчатые зацепления, роликовые подшипники и т.д.) на прочность и на износ с учетом реальных условий эксплуатации (погрешности монтажа, упругие деформации и т.д.) необходимо знания величин контактных давлений а также их распределение по контактной площадке [1-3], так как при перекосе нагрузка распределяется по площадке контакта неравномерно (рис.1.).

Рис.1. Пятно контакта у цилиндрических поверхностей при силовом взаимодействии в условиях перекоса

Задача о контакте двух цилиндров, оси которых лежат на одной плоскости, но не параллельны, решена в работе [4,5], где получены основные параметры контакта, (контакт эллиптических цилиндров по образующей исследован в работах [6,7]).

Цель данной работы- определить форму пятна контакта и распределение давления по ней при перекосе между цилиндрическими поверхностями. Для этого представим цилиндр в виде набора круглых тонких элементарных дисков (полученных рассечением тела цилиндра плоскостями, нормальными к оси цилиндра), смещенных друг относительно друга таким образом, чтобы образовался перекос γ (рис.2). Пусть длина исходного цилиндра l ,

Рис.2. Расчетная модель силового контакта при перекосе

тогда $a_o \cdot n = l$, где a_o - толщина элементарного диска, n - количество этих дисков. В результате вместо исходного будем иметь другой цилиндр, "ступенчатый", состоящий из n элементарных дисков. Полученный таким способом цилиндр будет служить расчетной моделью для решения задачи. Уникальность такой модели в том, что при приложении нагрузки указанные диски вступают в контакт без перекоса. При этом очень важно, что при стремлении $a_o \rightarrow 0$ (и естественно $n \rightarrow \infty$) получаем практически гладкий цилиндр, а угол перекоса, очевидно, останется прежним - γ .

Условие равновесие для такой системы очевидно будет [4]

$$\sum_{i=1}^N P_i = P ,$$

а условие совместности деформации, перемещения и зазоров

$$w_i = \alpha - S_i , \quad i = 1; 2; 3 \dots N ,$$

Допустим, после приложения нагрузки в контакт входят N элементарных дисков, и пусть N -й диск только вошел в контакт, но пока нагрузку не воспринимает: $P_N = 0$. Тогда длина контактной линии l_k будет определяться

$$l_k = a_o \cdot N . \quad (1)$$

Так как деформация цилиндров с параллельными осями определяется по формуле

$$w = \frac{\delta P}{l} ,$$

где податливость δ , согласно работе [7] определяется по формуле

$$\delta = \frac{4(1-\nu^2)}{\pi E} \left(\ln \frac{4R}{b_H} - 0,5 \right) , \quad E \text{ и } \nu - \text{приведенный модуль упругости и коэффициент}$$

Пуассона материалов цилиндров соответственно; R – суммарный радиус кривизны

цилиндров; b_H – полуширина площадки контакта по Герцу. $b_H = 1,52 \sqrt{\frac{qR}{E}}$; $q = \frac{P}{l}$ –

погонная нагрузка, то согласно принятой модели, для контактной деформации i - го элементарного диска можно записать [7]

$$w_i = \frac{\delta_i P_i}{l_i} , \quad i = 1; 2; 3 \dots N , \quad (2)$$

где $l_1 = l_2 = \dots = l_i = a_o$.

Пусть $l_k < l_k$, т.е. площадка контакта не распространяется на всю длину цилиндра. Тогда в связи с тем, что при малых углах, когда функцию синус можно заменить аргументом, то из геометрических соотношений можно записать следующую систему

$$w_i = (N - i) a_o \gamma , \quad i = 1; 2; 3 \dots N . \quad (3)$$

С учетом зависимости (1) формулы (2) и (3) для i - го элемента соответственно можно переписать

$$w_i = P_i \frac{N \delta}{l_k} , \quad i = 1; 2; 3 \dots N ,$$

и

$$w_i = l_k \gamma \frac{N - i}{N} , \quad i = 1; 2; 3 \dots N .$$

Опуская математические выкладки, приведем результаты, которые получены с помощью данной модели:

распределение нагрузки на i -ом диске

$$P_i = 2 \frac{P}{N} \frac{N - i}{N - 1} , \quad i = 1; 2; 3 \dots N .$$

распределение контактных напряжений на i -ом диске (по сути в пределах пятна контакта)

$$\sigma_i = \sigma_H \sqrt{\frac{2l\gamma}{\alpha} \cdot \frac{N - i}{N - 1}} , \quad i = 1; 2; 3 \dots N . \quad (4)$$

ширина пятна контакта (которая имеет максимальное значение на первом диске и уменьшается по мере от него, и равняется нулю на N -ом диске) [7]

$$b_i = b_H \sqrt{\frac{2l\gamma}{\alpha} \cdot \frac{N-i}{N-1}}, \quad i = 1; 2; 3 \dots N.$$

На рис.3 показан график распределения напряжений по длине пятна

Рис.3. Изменение максимальных контактных напряжений в безразмерном виде (в долях напряжений по Герцу) по длине пятна контакта

контакта (между элементарными дисками) в безразмерном виде (в долях напряжений по Герцу), по формуле (4)

Пространственная картина распределения напряжений по площадке контакта и размеры последней показаны на рис.4. Здесь очевидно, что распределение напряжений поперек оси цилиндра (т.е. распределение напряжений в рамках одного диска) эллиптическое [8,9], т.е. $\bar{\sigma} = \sqrt{1 - \bar{y}^2}$, где безразмерное напряжение и координата поперек площадки контакта соответственно определяются $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma_{\max}}$ и $\bar{y} = \frac{y}{b_{\max}}$.

Рис.4. Распределение контактных напряжений по площадке пятна контакта

1. Айрапетов Э.Л., Нахатакян Ф.Г. Влияние изгибной деформации зубьев прямозубых цилиндрических передач на параметры контакта зубьев. Вестник машиностроения, 1990, № 8, с.21-23.

2. Нахатакян Ф.Г., Косарев О.И., Леонтьев М.Ю., Пузакина А.К. Расчетное определение коэффициента изгибных напряжений на зубьях зубчатых колес при перекосе // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2010, № 2, с. 61- 69.
3. Нахатакян Ф.Г., Нахатакян Д.Ф. Метод получения ядра интегрального преобразования изгибной деформации зуба // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2019. № 1. С. 85-90.
4. Нахатакян Ф.Г. Контактные напряжения и деформации цилиндров при наличии перекоса // Вестник машиностроения. 2011. № 10. с. 45- 48.
5. Нахатакян Ф.Г., Нахатакян Д.Ф. Распределение контактной нагрузки вдоль цилиндров при перекосе // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2018. № 2. С. 51-54.
6. Нахатакян Ф.Г. Решение плоской контактной задачи теории упругости с помощью модели упругого полупространства // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2011. № 5. с. 63-67.
7. Нахатакян Ф.Г., Нахатакян Д.Ф. Расчетный метод определения суммарной контактной деформации упругих тел конечных размеров на линейном контакте // Приводы и компоненты машин. 2016. №1-2(19). С.17-20.
8. Ковальский Б.С. Напряженное состояние и критерий прочности при контактном сжатии. Научные Записки Харьковского авиационного института. Харьков, 1941. т.5.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т.8. Теория упругости. М.: Наука, 1987. 246 с.

Нахатакян Ф.Г.¹, Дмитриев В.Г.², Нахатакян Д.Ф.¹

К расчету концентрации изгибных напряжений в косозубых передачах в условиях перекоса

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН*

²*Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)*
(Россия, Москва)

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-06

idsp: sciencepublic-12-08-2020-06

Аннотация

В работе с помощью предложенного метода решен вопрос по определению концентрации изгибных напряжений зубьев косозубых колес при перекосе. Получены расчетные формулы для определения параметров контакта для прочностных расчетов, в том числе и коэффициента концентрации изгибных напряжений, контактной деформации, контактной жесткости.

Ключевые слова: косозубая передача; угол перекоса; коэффициент концентрации напряжений; изгибные напряжения; жесткость косозубого зацепления при перекосе; эквивалентное колесо.

В зубчатых зацеплениях в результате упругих деформаций, износа, погрешностей изготовления и монтажа, появляется перекос между боковыми поверхностями зубьев и нагрузка по ширине зубчатого венца распределяется не равномерно. Она распределяется равномерно только в идеальных механизмах [1].

При наличии перекоса коэффициент концентрации контактных деформаций (коэффициент угла перекоса K_γ) для прямозубых колес определяется из решения задачи о контакте двух цилиндров в условиях перекоса [2, 3]

$$K_\gamma = 1 + 0,5\chi \quad \text{при } \chi \leq 2, \text{ и}$$

$$K_\gamma = \sqrt{2}\chi^{0,5} \quad \text{при } \chi > 2, \quad (1)$$

где нагрузочный параметр $\chi = l\gamma / \alpha_H$; здесь l - длина контактной площадки (в отсутствии перекоса совпадает с шириной зубчатого венца),

$$\gamma = \gamma_T - \gamma_\delta \quad (2)$$

— расчетный угол перекоса, $\gamma_T; \gamma_\partial$ - исходный (технологический) и деформативный углы соответственно; α_H - контактная деформация при отсутствии перекоса, которая согласно работе [4] определяется

$$\alpha_H = -4q\theta[\ln(4R/b_H) - 0,5],$$

где $\theta = \frac{\lambda + 2\mu}{4\pi\mu(\lambda + \mu)}$, здесь λ и μ постоянные Ламе [5], R – приведенный радиус кривизны в рассматриваемой точке контакта; q – погонная нагрузка; b_H – полуширина полосы контакта по Герцу, $b_H = 2\sqrt{qR\theta}$.

Согласно работе [5] деформативный угол определяется

$$\gamma_\partial / \gamma_T = 0,506\beta_o^{0,11}(1/\chi)^{0,296}, \quad (3)$$

где β_o – безразмерный параметр длины зуба-балки на упругом основании, согласно работе [6] $\beta_o = L/l, lY_p$; $L = l/h$; $Y_p = y_p/h$, здесь h – толщина зуба в текущей точке; y_p – высота зуба по делительной окружности.

Расчет параметров контакта косозубого колеса с углом наклона зубьев β в условиях перекоса γ будем вести с использованием эквивалентного прямозубого колеса [7].

Контактная податливость δ зубчатого зацепления прямозубой передачи определяется из соотношения

$$\alpha_H = ql\delta, \quad (4)$$

или, согласно работе [8]

$$\alpha_H = 4q\theta \cdot \ln(2,124\sqrt{EC/qR}), \quad (5)$$

где C – приведенная толщина зубьев; E – приведенный модуль упругости материалов.

Из формул (4) и (5) можно определить контактную жесткость K

$$K^{-1} = \delta = 4\theta \cdot \ln(2,124\sqrt{EC/qR})/l.$$

Для прямозубого эквивалентного колеса контактная деформация в отсутствие перекоса будет определяться

$$\alpha_H^v = q_v l_v \delta_v, \quad (6)$$

где согласно принятому подходу, длина контактной линии l_v (и соответственно длина зуба эквивалентного колеса) определяется

$$l_v \equiv b_w / \cos\beta,$$

где b_w – ширина зубчато венца. Здесь и далее параметры с индексом "v" будут относиться к эквивалентному колесу. Удельная нагрузка определяется

$$q_v = F_t^v / (l_v \cos\alpha_w),$$

или, учитывая что окружная сила F_t^v в зацеплении для эквивалентного колеса

$$F_t^v = 2T / d_v = 2T \cos^2\beta / d, \text{ то удельная нагрузка будет}$$

$$q_v = \frac{2T}{db_w \cos\alpha_w} \cos^3\beta,$$

где T – крутящий момент на валу; d – делительный диаметр косозубого колеса; α_w – угол зацепления. Следовательно, податливость определяется

$$\delta_v = 4\theta \cos\beta \ln(2,124\sqrt{EC_v/q_v R_v})/b_w,$$

где $C_v \equiv C$ т.к. модули зацепления одинаковые у эквивалентного и исходного колес.

Подставляя полученные значения в (6), для контактной деформации эквивалентного колеса в отсутствие перекоса получаем выражение

$$\alpha_H^v = \frac{2T}{db_w \cos \alpha} \cos^3 \beta \cdot 4\theta \cdot \ln \left(2,124 \sqrt{\frac{EC_v}{q_v R_v}} \right).$$

И, наконец, контактная деформация косозубого зацепления при перекосе определяется

$$\alpha_\gamma = K_\gamma^v \alpha_H^v, \quad (7)$$

где нагрузочный параметр χ в коэффициенте угла перекоса K_γ в формуле (1) для эквивалентного колеса вычисляется по формуле

$$\chi_v = l_v \gamma_v / \alpha_H^v, \quad (8)$$

при этом углы перекоса – расчетный и деформативный, определяются по формулам (2) и (3) с параметрами эквивалентного колеса, т.е.

$$\gamma_v = \gamma_T - \gamma_\partial^v, \text{ и } \gamma_\partial^v / \gamma_T = 0,506 \beta_o^{0,11} (1 / \chi_v)^{0,296}.$$

Контактные напряжения $\sigma_{H\gamma}^v$ при перекосе для эквивалентного колеса определяются [3]

$$\sigma_{H\gamma}^v = \sqrt{K_\gamma^v} \cdot \sigma_H^v.$$

Тогда длина пятна контакта l_k в долях l_v , учитывая результаты работы [3], определяется

$$\bar{l}_k = l_k / l_v = K_\gamma^v / \chi_v.$$

Подход расчета изгибных напряжений для косозубых колес аналогичен вышеизложенному. Коэффициент концентрации изгибных напряжений K_σ для прямозубых колес при перекосе определяется [9]

$$K_\sigma(0) = 1 + 0,754 \beta_o^{0,5} (K_\gamma - 1)^{0,59}, \text{ в сечении } x=0;$$

$$K_\sigma(l) = 1 - 2,713 \beta_o^{-0,72} (K_\gamma - 1)^{0,097}, \text{ в сечении } x=l \quad (9)$$

$$K_\sigma(\bar{x}) = [K_\sigma(0) - K_\sigma(l)] \cdot (1 - \bar{x})^n + K_\sigma(l), \text{ в текущем сечении } \bar{x},$$

здесь $n = 1 + 0,029 (K_\gamma - 1)^{n_3}$; $\bar{x} = x/l$; $n_3 = 0,84 \beta_o^{0,7}$.

Соотношения (9) с учетом зависимости (1) можно переписать

$$K_\sigma(0) = 1 + 0,54 \beta_o^{0,5} \chi^{0,47}$$

$$K_\sigma(l) = 1 - 2,56 \beta_o^{-0,72} \chi^{0,078}.$$

Для большинства типоразмеров зубьев $\beta_o = 3$, тогда коэффициенты концентрации изгибных напряжений примут вид

$$K_\sigma(0) = 1 + 0,935 \chi^{0,47}$$

$$K_\sigma(l) = 1 - 1,16 \chi^{0,078} \quad (10)$$

$$n = 1 + 0,01 \chi^{1,4}; n_3 = 1,81.$$

И наконец, коэффициенты концентрации изгибных напряжений эквивалентного колеса K_σ^v определяются с помощью соотношений (10), где нагрузочный параметр χ_v вычисляется по формуле (8).

Для проверки достоверности полученных зависимостей, на рис.1. показано сопоставление расчетных и экспериментальных исследований

Рис.1. Сопоставление расчетных (линия) и экспериментальных (точки) зависимостей длины пятна контакта от нагрузки в безразмерном виде; ■ - правый п/шеvron; ▲ - левый п/шеvron

длины пятна контакта в косозубом зубчатом зацеплении от нагрузки в безразмерном виде. Эксперименты были проведены в институте машиноведения им. А.А. Благонравова [10]. При варьировании нагрузки была определена длина пятна контакта. На графике они показаны в безразмерном виде в долях ширины зубчатого венца – $\bar{l}_k = l_k / b_w$ в зависимости от безразмерной нагрузки $\bar{P} = P / P_{max}$, где l_k – длина пятна контакта, b_w – ширина зубчатого венца; P , P_{max} – текущая и максимальная нагрузки. Удовлетворительное соответствие экспериментальных (точки) и расчетных (линия) данных говорит о правильности предложенного метода.

1. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1989. 496 с.
2. Айрапетов Э.Л., Нахатакян Ф.Г. Влияние изгибной деформации зубьев прямозубых цилиндрических передач на параметры контакта зубьев. Вестник машиностроения, 1990, № 8, с.21-23.
3. Нахатакян Ф.Г. Контактные напряжения и деформации цилиндров при наличии перекоса // Вестник машиностроения. 2011. № 10. с. 45- 48.
4. Нахатакян Ф.Г. Решение плоской контактной задачи теории упругости с помощью модели упругого полупространства // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2011, № 5, с. 63-67.
5. Нахатакян Ф.Г. Напряженно- деформированное состояние упругих элементов зубчатых механизмов и сооружений при их линейном и кромочном контакте. Диссертация ... доктора технических наук. ИМАШ РАН, М. 2014.
6. Айрапетов Э.Л., Генкин М.Д., Ряснов Ю.А. Статика зубчатых передач. М.: Наука, 1983. 142 с.
7. Иосилевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С. Прикладная механика. М.: Машиностроение, 1985. 576 с.
8. Нахатакян Ф.Г., Нахатакян Д.Ф. Расчетный метод определения суммарной контактной деформации упругих тел конечных размеров на линейном контакте // Приводы и компоненты машин. 2016. №1-2(19). С.17-20.
9. Нахатакян Ф.Г., Косарев О.И., Леонтьев М.Ю., Пузакина А.К. Расчетное определение коэффициента изгибных напряжений на зубьях зубчатых колес при перекосе // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2010, № 2, с. 61- 69.
10. Айрапетов Э.Л., Генкин М.Д. Статика планетарных механизмов. М.: Наука, 1976, 263 с.

РАЗДЕЛ III. ХИМИЯ

Дегтярева К.С., Ильина С.И., Сальникова Л.С.

Мембраны в диафрагмовых насосах

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

(Россия, Москва)

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-07

idsp: sciencepublic-12-08-2020-07

Мембранный насос (помпа) — объёмный насос, рабочий орган которого — гибкая пластина (диафрагма, мембрана), закреплённая по краям; пластина изгибается под действием рычажного механизма (механический привод) или в результате изменения давления воздуха (пневматический привод) или жидкости (гидравлический привод), выполняя функцию, эквивалентную функции поршня в поршневом насосе. Они получили свое название из-за важнейшей детали своей конструкции – мембраны [1], [2]. Такой тип насосов также носит название диафрагмовые или диафрагменные насосы.

Сжатый воздух, проникающий за одну из мембран, заставляет её сжиматься и продвигать жидкость в отверстие выхода. В это время вторая мембрана, напротив, создаёт вакуум, всасывая жидкость.

После прохождения импульса пневматический коаксиальный обменник меняет направление сжатого воздуха за вторую мембрану и процесс повторяется с другой стороны [1].

Диафрагменные помпы очень распространены в химической и нефтеперерабатывающей сфере, где их используют для подачи агрессивных растворов щелочей и кислот, а также при обработке нефтепродуктов. Такие установки считаются лучшими для подачи высоковязких составов: силикона, краски, клея, лака, латекса. Помимо этого, они широко применяются на фармацевтических и пищевых предприятиях, где требуется гигиеничность процессов и точность дозирования [3].

Рабочая камера мембранных насосов может выполняться из коррозионностойких материалов, способных выдерживать практически любое агрессивное, пожаро- и взрывоопасное вещество. Полипропилен, сильно уступает по стоимости нержавеющей стали, но в то же время обладает такой же химической стойкостью. Стойкость тефлона (PTFE) к агрессивным растворам даже выше, чем у полиэтилена, поэтому его применяют для сильных кислот, однако его устойчивость к абразивному износу – умеренная. Полиэтилен, наоборот, очень износоустойчив, но менее стоек к химическому воздействию, чем тефлон, однако, по стоимости – на уровне с полипропиленом [3].

Мембранные насосы созданы в основном для снижения эксплуатационных затрат процессов на предприятиях. Насосы такого типа непрерывно перегоняют одинаковое количество веществ; что обусловлено возвратно-поступательными движениями диафрагмы. В цикле обратного хода происходит втягивание определенного объема жидкости, в цикле нагнетания происходит выталкивание объема в дозировочную линию. Наглядный пример работы мембраны мембранного насоса приведен на рисунке 1.

Рис. 1. Принцип работы мембраны [4]

Преимуществ у мембранного насоса, гораздо больше, чем недостатков, однако два значительных все-таки имеются:

1. Мембрана при работе значительно изгибается, что способствует быстрому разрушению.
2. Конструкция мембранного насоса предполагает использование клапанов, которые могут выйти из строя при их загрязнении [4], [5].

Существуют еще и менее значительные недостатки, к примеру, низкие температуры приводят к ускоренному износу мембран; также если неправильно подобрать мембрану, то высокая абразивность веществ серьезно отразится на сроке жизни мембраны.

И что нельзя игнорировать – это давление в пневматической линии. При максимальном давлении воздуха будет достигнута наилучшая производительность насоса, однако, это значительно укоротит срок эксплуатации мембраны; кроме того, чем меньше давление, тем меньше рабочих циклов в минуту будет совершать насос.

Таким образом, можно сделать вывод, что нормальная работа диафрагмового насоса зависит от состояния мембраны.

В связи с этим необходимо производить регулярные проверки и замену мембран. Здесь стоит отметить, что существует два правила:

- 1) замена мембраны выполняется только при отсутствии давления в системе;
- 2) перед заменой мембраны насос необходимо разгрузить и при необходимости промыть подходящей жидкостью, чтобы избежать контакта с агрессивными или ядовитыми средами [6], [7].

В целях повышения эффективности конструкции мембранных насосов постоянно совершенствуются. Например, разработаны насосы с самоочисткой, для чего на вход насосу осуществляется подача газа для продувки от мелкодисперсных загрязнений. Но, для работы такого клапана нужно полное переключение входного канала насоса на источник газа для продувки, также такая очистка применима только для сыпучих загрязнений [4].

Итак, на основании литературных данных можно сделать вывод, что диафрагмовые насосы являются востребованными в различных отраслях

промышленности. Они надёжны в использовании, а самый часто ломающийся элемент – мембрана – легко заменяется. Делается это очень быстро и безопасно для машины, чаще всего не занимает более 15 минут. Также стоит заметить, что заменять мембрану можно не только в случае поломки, а и в случае замены среды, которую нужно перегонять, что приведет к увеличению срока эксплуатации оборудования.

Хочется отметить, что в настоящее время интенсивно разрабатываются новые виды полимеров и композиционных материалов. Это даёт возможность разрабатывать мембраны для диафрагмовых насосов с улучшенными характеристиками. Такое решение существенно может сократить количество насосов на производствах.

В качестве примера хотелось бы привести мембрану на основе фторкаучука. Она более устойчива к различным температурам. Фактически температурный диапазон составляет от -40 до +135 [3]. Если взять её за основу, и увеличить устойчивость к зернам абразива, то, это расширило возможности эксплуатации мембранных насосов.

Ещё одним примером могут являться мембраны из этиленпропиленового каучука. Это материал обладает высокой механической износостойкостью, а также устойчивостью к частицам абразива в жидкостях. Кроме того, он имеет достаточно широкий диапазон температур -50—+150°C, а в отдельных случаях, при контакте с водяным паром, температура может возрасти до +180°C.

Мембрана на основе этиленпропиленового каучука устойчива к большей части растворителей, а также к большинству органических и неорганических щелочей и кислот.[8] На данный момент мембраны из этиленпропиленового каучука получили большие области применения, за счет своих неоспоримых достоинств.

Таким образом, главная задача в развитии конструкций мембранных насосов – это создание материала, устойчивого в широком диапазоне температур, pH, а также к абразивным средам.

1. Мембранный насос-дозатор: Заявка: 2015103629/06 04.02.15. Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28
2. ГОСТ 17398-72 Насосы. Термины и определения М.: Издательство стандартов, 1991
3. <https://vaterpass.ua/plyusy-i-minusy-membrannyh-nasosov>
4. Самоочищающийся мембранный насос. Патент RU 2281416C2, 10.08.2006
5. Башта Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем. Учебник для вузов. М., «Машиностроение», 1974, с. 606.
6. Мембранный насос. Руководство по эксплуатации. Компания Sera, 12/2013
7. https://ence-pumps.ru/membrannye_nasosy/
8. <https://ytspumps.ru/info/articles/spravochnaya/materialy-membran-membrannogo-pnevmaticheskogo-nasosa/>

РАЗДЕЛ IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Мельников В.Е.

Алгоритмы генерации музыкальных произведений в заданном пользователем жанре

*Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф.Решетнева
(Россия, Красноярск)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-08-2020-08

idsp: sciencepublic-12-08-2020-08

Вопросом автоматизации сочинения музыки занимались еще в средневековье. Так, например, Кеплер превращал траектории движения планет в музыку, а Моцарт и его современники изобрели игру в «музыкальные кости», суть которой заключалась в том, что при помощи бросков кубиков из большой таблицы выбирались такты, а затем из этих тактов составлялись менуэты. Но настоящее развитие алгоритмическая генерация музыки получила только с появлением компьютеров.

Однако, до сих пор нету разумных научных теорий, почему одни последовательности нот воспринимаются как музыка, а другие нет. Философским вопросом является и то, являются ли эти зависимости естественными, а не сформировавшимися в ходе исторического процесса. Так или иначе, в музыке содержатся некие закономерности, интуитивно понятные всем людям, математически строго сформулировать или смоделировать которые пока не удалось.

Самыми используемыми в последние несколько десятилетий подходами к решению задачи алгоритмической композиции можно назвать несколько техник – L-системы (системы, основанные на знаниях), клеточные автоматы, генетические алгоритмы, нейронные сети (обучающиеся системы), кроме того, существует подход генерации музыки с использованием контекстно-зависимых грамматик. Однако из вышеперечисленных подходов музыку в заданном пользователем жанре позволяют генерировать лишь L-системы, нейронные сети и контекстно-зависимые грамматики.

L-системы.

В основе работы L-систем лежит набор правил замещения, рекурсивно применяющийся на начальную строку символов и интерпретирующий конечную строку, как структурные элементы организма. Правила замещения определяют как каждый конкретный символ в текущем поколении должен быть перемещен. Базовое описание контекстно-независимой системы заключается в формуле:

$$G = |A, P, \alpha|,$$

где A – алфавит системы (набор всех символов включая пустой символ, ϵ), P – это конечный набор правил замещения (определенный в виде входящий символ – выходящий символ, выходящий символ p), и α – символ или строка из алфавита, используемая в качестве начального состояния. Также в работе алгоритма участвуют A^* – набор всех возможных символов строк из A , A^+ – набор всех возможных символьных строк без пустого символа. L-системы не имеют конечных символов, хотя конечный символ может быть эмулирован путем замены текущего символа на самого себя.

Так как чаще всего L-системы используются для моделирования роста растений, раковин моллюсков, пчелиных сот и т.д., основным представлением работы L-системы является графическое. Чаще всего для этого используется так называемый «черепаший язык». Черепаха находится на координатной плоскости и может передвигаться по ней только вперед, но может также поворачиваться на месте. При

движении черепаха способна чертить линию карандашом, или двигаться, не оставляя за собой след. Есть возможность заменять карандаши и тем самым управлять толщиной линии и её цветом. «Черепаший язык» является основой языка программирования LOGO.

Применение L-систем для генерации алгоритмических композиций подразумевает использование вместо символов определенных музыкальных параметров. Например, профессор Португальского университета Педро Пестана назначает алфавит из семи символов — нот, входящих в гамму до мажор, а правила замещения определяет исходя из матрицы переходных вероятностей.

Основным недостатком данной модели является очень большой объем вычислений. Для сети, состоящей из N узлов, существует 2^N различных состояний сети. Для расчетов по данной модели необходимо построить переходную матрицу. Ее размер будет составлять 2^{2N} элементов. Поскольку для каждого элемента матрицы при вычислении вероятности перехода происходит обход всех узлов сети, для каждого из которых также происходит обход всех узлов сети, сложность алгоритма построения матрицы переходных вероятностей составляет $O(N^2 2^{2N})$.

Кроме того, существует сложность определения самой матрицы переходов в рамках целого жанра, так как для разных музыкальных произведений данные переходы могут отличаться.

Контекстно-зависимая грамматика.

Алгоритм основан на построении контекстно-зависимой грамматики по исходной мелодии, а затем генерировании на основе этой грамматики новой мелодии по заданной начальной последовательности.

Для того, чтобы создать мелодию, требуются некоторые правила: например, какие ноты могут идти после текущей последовательности нот.

Все эти правила образуют собой грамматику. Как левая, так и правая часть правила могут быть окружены контекстом из терминальных и нетерминальных символов, поэтому она и называется контекстно-зависимой.

После построения правил встает следующая проблема: если генерировать новую последовательность строго по заданным правилам, то получится в точности исходная мелодия, а требуется создать новую. Поэтому в ряде случаев нужно не доходить до конечного правила, а взять промежуточное.

Плюс построения новой мелодии на основе уже существующей в том, что не нужно самим придумывать правила построения, так как они формируются из мелодии. Кроме того, объем вычислений при использовании данного подхода не такой большой по сравнению с использованием L-систем.

Минус данного подхода заключается в следующем: поскольку правила формируются на основе существующей мелодии, то обучение модели в рамках целого жанра представляется сложным и требует дополнительных мер, так как правила построения в различных мелодиях будут отличаться.

Нейронные сети.

Рекуррентные нейронные сети. Простейшей моделью памяти для нейронных сетей является передача во времени информации о выходах нейронов в её скрытых слоях. В отличие от обычных сетей прямого распространения, нейроны рекуррентной сети получают на вход не только выходы предыдущего слоя, но и собственный выход в предыдущий момент времени.

Для обучения параметров применяется алгоритм Back Propagation Through Time (BPTT). Обычно последовательности делят на фрагменты некоторой фиксированной продолжительности, и на очередном этапе обучения полагают, что в начале этого фрагмента скрытое состояние равнялось 0; градиентами за пределы фрагмента пренебрегают.

Из преимуществ данной нейросети является то, что они способны использовать полученную в прошлом информацию для текущих задач, что оказывается полезным при генерации музыки, так как при добавлении в музыку следующего такта, требуется учитывать ранее сгенерированную последовательность нот.

Однако, рекуррентные сети подвержены проблеме долговременной зависимости, которая заключается в том, что совсем не редко промежуток между необходимой информацией и местом, где она нужна, становится очень большим, и к сожалению, по мере роста промежутка, РНС становятся неспособны научиться соединять информацию.

Модель Long Short-Term Memory(LSTM).

Модель LSTM (Long Short-Term Memory) – одна из самых распространённых моделей памяти. Главная идея LSTM – клеточное состояние. Это напоминает ленту конвейера. Она движется прямо вдоль всей цепи только лишь с небольшими линейными взаимодействиями. Информация может просто течь по ней без изменений. LSTM имеет способность удалять или добавлять информацию к клеточному состоянию, однако эта способность тщательно регулируется структурами, называемыми вентилями.

Вентили – это способ избирательно пропускать информацию. Они составлены из сигмоидного слоя НС и операции поточечного умножения (pointwise multiplication).

LSTM имеет три таких вентиля, чтобы защищать и контролировать клеточное состояние.

Экспериментально показано, что модель значительно успешнее справляется с задачами счёта, что существенно в поиске музыкальных зависимостей. Кроме того, преимущество LSTM сети в том, что оно способно избежать проблему долговременной зависимости.

На сегодняшний день, практически все модели для генерации музыки используют LSTM-сети. Существует много вариаций LSTM. Было проведено сравнение самых популярных LSTM сетей, которое показало, что все они приблизительно одинаковы.

Таким образом, более предпочтительным подходом к генерации музыки в заданном пользователем жанре является использование нейронных сетей.

1. Ф.М. Гафаров, Искусственные нейронные сети и их приложения: учеб. пособие /Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.
2. Антон Николаевич Шве́ц – Perl. Примеры программ [электронный ресурс] – 2008 – 2012 – Режим доступа: <http://mech.math.msu.su/~shvetz/54/inf/perl-problems/chLSystems.xhtml>https://algorithmiccomposition.ru/article_entry_1-systems.html
3. Генерация музыки на основе заданного стиля [электронный ресурс] – 2009 Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/69985/>
4. LSTM – сети долгой краткосрочной памяти [электронный ресурс] – 2017 Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/wunderfund/blog/331310/>
5. Composing Music With Recurrent Neural Networks [электронный ресурс] – 2015 Режим доступа: <http://www.hexahedria.com/2015/08/03/composing-music-with-recurrent-neural-networks/>
6. Генерация классической музыки с помощью рекуррентной нейросети [электронный ресурс] – 2015 Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/382711/>

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Научное издание

**Научный диалог:
Вопросы точных и технических наук**

Сборник научных трудов по материалам
XXX международной научно-практической конференции
12 августа 2020 г.

SPLN 001-000001-0685-TT

Подписано в печать 17.08.2020. Тираж 400 экз.
Формат. 60x84 1/16. Объем уч.-изд. л. 2,07
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович