

7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 10(79)

Октябрь 2020

Часть 1

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(79). Часть 1.
М., Изд. «МЦНО», 2020. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. –
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1079>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.79.10-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
КРАТКИЙ ОБЗОР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ В УЗБЕКИСТАНЕ Мирмахмудов Эркин Рахимжанович	5
Безопасность деятельности человека	11
КЛАССИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ МЕТОДОМ ГАЗА ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ Каримкулов Курбонкул Мавланкулович Раджабова Лобар Рамазановна	11
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС В ПРОГНОЗИРОВАНИИ И МОНИТОРИНГЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ Салимова Барно Джамаловна Худайкулов Рашидбек Мансуржонович	19
Инженерная геометрия и компьютерная графика	22
ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ, ПОСТАВЛЕННОЕ НА ВЕКТОРНОМ ВОЛНОВОМ УРАВНЕНИИ В ОБЛАСТИ С УГЛОМ Имомова Шафоат Махмудовна Исмоилова Махсума Нарзикуловна	22
ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ БАРАБАНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА Каримхаджаев Назиржон Эркинов Икромжон Бахром угли Дадабоев Равшанбек Махамадали угли	26
Информатика, вычислительная техника и управление	30
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПОШАГОВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ Аблялимов Олег Сергеевич	30
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОШАГОВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ Аблялимов Олег Сергеевич	35
ЗАЩИТА ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ В СИСТЕМАХ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КРИПТОГРАФИИ И ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ Нуруллоев Фируз Нумонжонович	40
МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛИНЕАМЕНТНЫХ СТРУКТУР ПО ОПТИЧЕСКИМ И РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ДАННЫМ: НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ (УЗБЕКИСТАН) Сычугова Лола Владимировна Фазилова Дилбархон Шамурадовна	43
ПРОБЛЕМЫ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ПРИ ПЕРЕВОДЕ НА УЗБЕКСКИЙ ЯЗЫК Тураева Гулбахор Халимовна	47
ОБРАБОТКА ДАННЫХ GPS В GAMIT/GLOBK: НА ПРИМЕРЕ ПОСТОЯННЫХ СТАНЦИЙ СЕТИ УЗБЕКИСТАНА Эргешов Ихтияр Маккамбаевич Махмудов Миршод Дилшодович Фазилова Дилбархон Шамурадовна	50
Машиностроение и машиноведение	56
ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ СВАРОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОМОБИЛЕЙ Каримхаджаев Назиржон Эркинов Икромжон Бахром угли Вахобов Рустамжон Абдуманноб угли	56
Металлургия и материаловедение	61
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ НАГРЕВА ПРИ МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКЕ УПОРНОГО ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА Фузайлов Омон Убайдуллоевич	61

Строительство и архитектура	64
РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ	64
Акбаров Илхомжон Гуломжанович	
Азизов Замон Ахмаджонович	
Негматов Сойибжон Содикович	
Бойдадаев Муротбек Бойдада угли	
Транспорт	69
К АЛГОРИТМИЗАЦИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВОВ	69
Аблялимов Олег Сергеевич	
ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ	73
Аблялимов Олег Сергеевич	
ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО ПОДСЧЁТА ПАРАМЕТРА ВЫИГРЫША ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ПОЕЗДОВ	75
Аблялимов Олег Сергеевич	
К ОБОСНОВАНИЮ ГРАДАЦИЙ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕСА И ЧИСЛА ОСЕЙ СОСТАВОВ ПОЕЗДА	78
Аблялимов Олег Сергеевич	
РЕЖИМНЫЕ КАРТЫ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СОСТАВЛЕНИЯ	81
Аблялимов Олег Сергеевич	
ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ РЕЖИМЫ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ ЛОКОМОТИВАМИ	85
Аблялимов Олег Сергеевич	
К РАСЧЁТУ ВРЕМЕНИ ХОДА ПОЕЗДА ПО ПЕРЕГОНАМ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	88
Аблялимов Олег Сергеевич	
АНАЛИЗ РАСЧЁТОВ ОПТИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ХОДА И РЕЖИМА ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДА ПО УЧАСТКУ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	91
Аблялимов Олег Сергеевич	

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

КРАТКИЙ ОБЗОР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ
В УЗБЕКИСТАНЕ*Мирмахмудов Эркин Рахимжанович**канд. физ.-мат. наук, доцент,
кафедра геодезии и геоинформатики,
Национальный университет Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: erkin_mir@mail.ru*A BRIEF OVERVIEW ON DETERMINING THE ELEMENTS
OF CELESTIAL BODIES ORBITS IN UZBEKISTAN*Mirmakhmudov Erkin**Associate prof., Ph.D., geodesy and
geoinformatics department,
National University of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent,*

АННОТАЦИЯ

В данной статье приводится анализ определения орбит небесных тел методом Ламберта-Гаусса, где основное внимание уделено на получение зависимости между геоцентрическим расстоянием и отношением площади сектора к площади треугольнику. Кратко изложены исследования профессора Субботина по решению уравнения Ламберта и видоизменению методики Гаусса. Отмечается роль сотрудников Ташкентской астрономической обсерватории при создании теории движения малых тел по оптическим наблюдениям. Упомянуты работы в области оптимизации расчетов движения космического тела, выполненных в Ташкентском государственном университете в 1970-1995 гг. Введение фиктивной массы центрального тела для вычисления траектории движения описано в данной статье. Определение элементов промежуточной орбиты кометы Энке вблизи перигелия детально анализируется. Предлагается использовать метод промежуточных орбит при вычислении экваториальных координат космических тел.

ABSTRACT

This article analyzes the determination of the orbits of celestial bodies by the Lambert-Gauss method. The main focus of the work is to obtain the relationship between the geocentric distance and the ratio of the sector area to the area of the triangle. The research of Professor Subbotin on the solution of the Lambert equation and modification of the Gauss method is briefly outlined. The role of the staff of the Tashkent Astronomical Observatory in the creation of the theory of motion of small bodies based on optical observations is noted. The work in the field of optimization of calculations of the motion of a space body, carried out at the Tashkent State University in 1970-1995, is mentioned. The introduction of a fictitious mass of the central body for calculating the trajectory of movement is described in this article. The determination of the elements of the intermediate orbit of Comet Encke near the perihelion is analyzed. It is proposed to use the method of intermediate orbits to calculate the equatorial coordinates of small bodies.

Ключевые слова: элементы орбиты, метод Гаусса, уравнение Ламберта, экваториальные координаты, эфемерида, промежуточная траектория.

Keywords: orbital elements, Gauss method, Lambert equation, equatorial coordinates, ephemeris, intermediate trajectory.

Для прогнозирования траектории движения небесного тела необходимо иметь начальные параметры орбиты, которые были разработаны основоположниками классической механики Ньютоном, Галилеем, Кеплером. С помощью этих параметров можно произвести вычисление координат объекта на длительном интервале времени при отсутствии

возмущающих факторов. В действительности, на небесные тела действуют гравитационные силы от Солнца и других планет. Поэтому насколько точно будут определены значения исходных данных, настолько долго по времени можно прогнозировать траекторию движения. Однако реальное движение небесного тела будет отличаться от кеплеровской

орбиты из-за недостаточности наблюдательных данных и отсутствием точной методики вычисления элементов орбит. Возникает проблема о разработке способов, обеспечивающих минимальное отклонение истинной орбиты относительно оскулирующей. Определению и уточнению элементов орбиты посвящено очень много работ за рубежом и в странах СНГ, но в данной работе приведены некоторые результаты работ в Узбекистане по исследованию знаменитого метода Гаусса и принципа решения системы уравнений Ламберта.

Для определения движения небесного тела нужно знать прямое восхождение и склонение (или же азимут и высоту) объекта, полученных на определенном интервале времени. Каждое такое наблюдение дает возможность записать соотношение:

$$\left. \begin{aligned} \rho \cos \delta \cos \alpha &= x + X, \\ \rho \cos \delta \sin \alpha &= y + Y, \\ \rho \sin \delta &= z + Z, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где α, δ – прямое восхождение и склонение, ρ – геоцентрическое расстояние, x, y, z – гелиоцентрические координаты объекта, X, Y, Z – геоцентрические координаты центрального тела.

Классическое определение орбиты по трем наблюдениям распадается на две части: нахождение геоцентрических расстояний и вычисление элементов орбиты по наблюдениям. Решение первой части основана на идее Лагранжа, а вторая была разработана Гауссом. Сферические координаты светила, полученные из наблюдений, дают направляющие косинусы:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_i &= \cos \delta_i \cos \alpha_i, \\ \mu_i &= \cos \delta_i \sin \alpha_i, \\ \nu_i &= \sin \delta_i. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Определение геоцентрических расстояний производится на основе решения системы уравнений:

$$\left. \begin{aligned} n_2 \lambda_2 \rho_2 &= \lambda_0 \rho_0 - n_1 \lambda_1 \rho_1 - X_0 + n_1 X_1 + n_2 X_2, \\ n_2 \mu_2 \rho_2 &= \mu_0 \rho_0 - n_1 \mu_1 \rho_1 - X_0 + n_1 X_1 + n_2 X_2, \\ n_2 \nu_2 \rho_2 &= \nu_0 \rho_0 - n_1 \nu_1 \rho_1 - X_0 + n_1 X_1 + n_2 X_2. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

После нахождения экваториальных координат, задача заключается в определении элементов орбиты с целью расчета траектории движения. В 1800 году Гаусс разработал оптимальный метод нахождения расстояний и элементов орбит по угловым измерениям. После многочисленных экспериментов, его метод принимал свою окончательную форму по мере того, как каждый этап испытывался на практике, в результате отпадала надобность пользоваться другими данными и библиографическими источниками. Основное внимание Гаусс уделял на получение зависимости между геоцентрическим расстоянием r и отношением площади сектора к площади треугольнику (n_1, n_2) в первом приближении (рис.1). Для получения во втором и следующих приближениях предложил производить вычисления бесконечными рядами. Последовавшие затем открытия малых планет дали много разнообразных случаев. Позже, пришли

к выводу, что можно внести полезные изменения в методе Гаусса, учитывающие различные варианты наблюдений. Гаусс, разработавший свой метод, указал на возможность иного решения, основанного на употреблении уравнения Ламберта. Одним из инициаторов совершенствования и изменений был профессор М.Ф. Субботин.

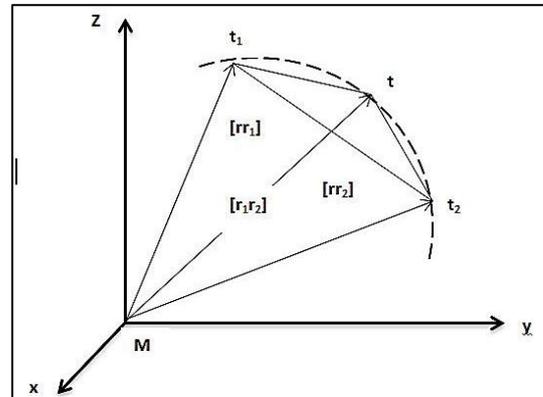


Рисунок 1. Схема определения орбиты по отношению площади сектора к треугольнику

В 1922-1930гг. М.Ф. Субботин, работавший директором Ташкентской Астрономической обсерватории (ТАО) и профессором Среднеазиатского государственного университета, видоизменил метод Гаусса для объектов, движущихся по орбитам с большим эксцентриситетом. Хуже дело обстояло с применением уравнения Ламберта к определению орбит планет солнечной системы. М.Ф. Субботин в своих исследованиях начал с новой формы уравнения Ламберта, которая давала возможность совершенно точно и сравнительно просто решать это уравнение относительно большой полуоси. Для эллиптического движения он преобразовал уравнение Ламберта к виду [8]:

$$\theta a^{-\frac{3}{2}} = \varepsilon - \sin \varepsilon - (\delta - \sin \delta), \quad (4)$$

Это выражение имеет большое значение для корректного решения уравнения с целью получения практически ощутимых преимуществ по сравнению с методом Гаусса. Уравнение (4) можно представить в следующем виде:

$$\frac{1}{4a} = \frac{\tau}{r+r'} - \frac{s^2}{4\theta^2}. \quad (5)$$

Для эллиптического движения М.Ф. Субботин вывел следующие формулы:

$$\tau = R + 16R^3 c^2 M^{-2}, \quad (6)$$

$$\eta = [\sin(\varepsilon - \delta) - \sin \varepsilon + \sin \delta] M^{-4}, \quad (7)$$

$$M = \varepsilon - \delta - \sin \varepsilon + \sin \delta, \quad (8)$$

где η – отношение площади треугольника к площади сектора.

Практическое приложение этих формул чрезвычайно затруднительно присутствием в правых частях этих выражений отношений двух малых величин соответственно второго и первого порядков. Новая формула эффективна не только при определении элементов первоначальной орбиты, но и при улучшении орбит. В середине 1930г. М.Ф.Субботин оставил работу в Ташкенте в связи с переходом в Пулковскую астрономическую обсерваторию. Дальнейшее развитие работ нашли отражение в работах его учеников Л.Л. Маткевича, Н.В. Воронова, Я.П. Цукерваника и С.М. Козик, работавшие в Ташкентской астрономической обсерватории (ТАО) в 1920-1950 гг.

Н.В. Воронов на основе своих наблюдений, произведенных на нормальном астрографе ТАО, выполнил оригинальные исследования по прогнозированию движения малых тел [3]. Разработанный метод успешно был применен к орбитам с большими эксцентриситетами и наклонами к эклиптике. Исследование касается теории движения некоторых астероидов, для которых была разработана методика вычисления с точностью до величин третьего порядка относительно масс. Например, траектория астероида 4 Веста по теории Н.В. Воронова оказалась в полтора раза точнее, чем по данным Лео, Хергета, и Данхема [12]. А если взять значения по прямому восхождению, то величины получаются два раза точнее (рис.2).

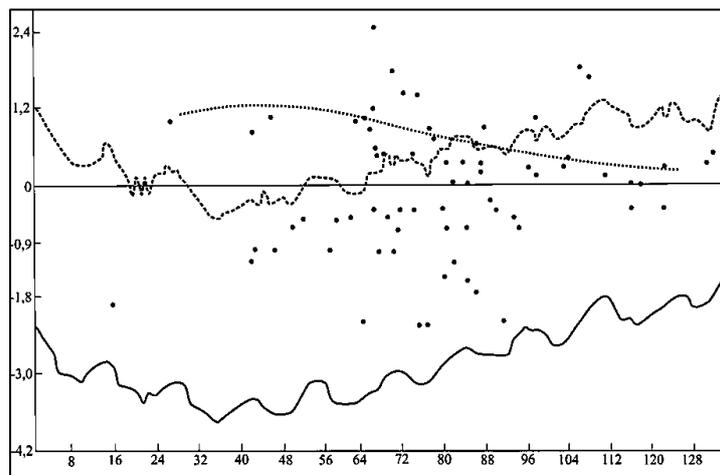


Рисунок 2. Эфемериды по прямому восхождению для 4 Весты:
... Воронов, --- Лео, – Хергет

Не менее значительные исследования были выполнены профессором Л.Л. Маткевич в период работы в Ташкенте, где он исследовал движение кометы Энке, применяя метод вариации произвольных постоянных с учетом возмущений от шести планет (Меркурия – Сатурна). В процессе вычислений использовал три тесных сближения кометы Энке с Меркурием и Юпитером для того, чтобы выяснить ход изменения коэффициента векового ускорения (рис.3). Возмущения от планет были вычислены по теории Вильева, где Л.Л.Маткевич использовал не время, а эксцентрисическую аномалию [2, 5]. Такой выбор

имеет свои преимущества, т. к. скорость движения небесного объекта в различных частях ее орбиты различна, что приводит к переменной шага численного интегрирования дифференциального уравнения. Если же за независимое переменное принять эксцентрисическую аномалию, то шаг интегрирования при любом положении кометы в орбите может оставаться постоянным. Он сравнил свои наблюдения и вычисления с результатами, полученными профессором Идельсоном [13] на интервале 1934.07-1934.10 (рис.3).

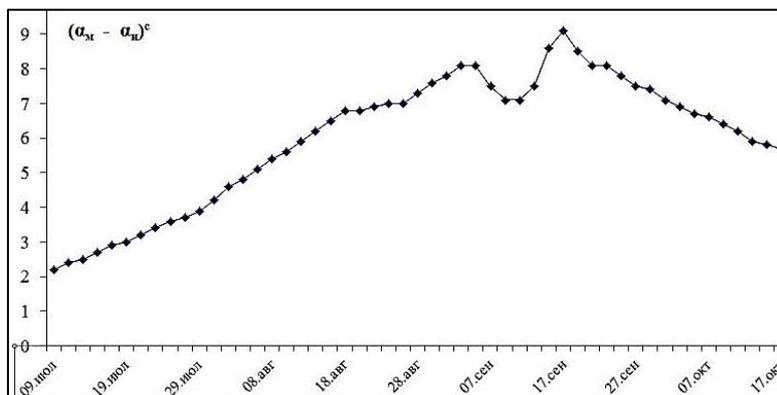


Рисунок 3. Разность значений координат кометы Энке, полученных Идельсоном и Маткевич

Стоит упомянуть работы по исследованию движения небесных тел, которые были выполнены Я.П. Цукерваник [9]. Он вычислил траекторию движения 6 малых планет за интервал времени с 1900 по 1923г. методом вариаций. Для этих планет вычислены точные положения в экваториальной системе координат, полученные на нормальном астрографе.

Следует обратить внимание на еще одну необычную работу по определению параболической орбиты небесного тела 1939аб, предложенной С.М.Козик. Видоизменение дифференциального способа исправления параболической орбиты привело к попытке отказаться от традиционного определения элементов орбиты, разработанных Гауссом. Положение орбиты определено не обычными кеплеровскими элементами – наклоном i , долготой восходящего узла Ω и расстоянием перигелия от узла ω а векторными элементами P и Q . В связи с этим при исправлении орбиты выгоднее искать именно поправки векторных элементов. Изложенный способ был применен к уточнению орбиты кометы 1939аб [4]. Предварительная орбита была вычислена по трем наблюдениям обычным способом, а все последующие улучшения получались способом дифференциальных поправок по мере накопления наблюдательного материала.

В 1965-1970гг. появились исследования А.С. Суфияновой по улучшению элементов орбит путем исправления начальных координат и составляющих скорости при численном интегрировании дифференциального уравнения возмущенного движения.

В 1970-1990гг. на кафедре общей механики Ташкентского Государственного Университета профессорами А.Г. Азизовым, Н.А. Коршуновой и Д. Азимовым разработан способ оптимизации расчетов движения космического тела до выведения на инерциальную орбиту [1]. Эти работы играют важную роль на начальном этапе движения космического тела.

Автор данной работы также работал над вычислением координат небесных тел по оптическим наблюдениям. Получил более 100 фотоснимков с изображениями космических тел и выполнил 300 наблюдений спутников по программе “Атмосфера”. Используя свои наблюдения, им был разработан алгоритм редукции координат наземных станций (рис.4).

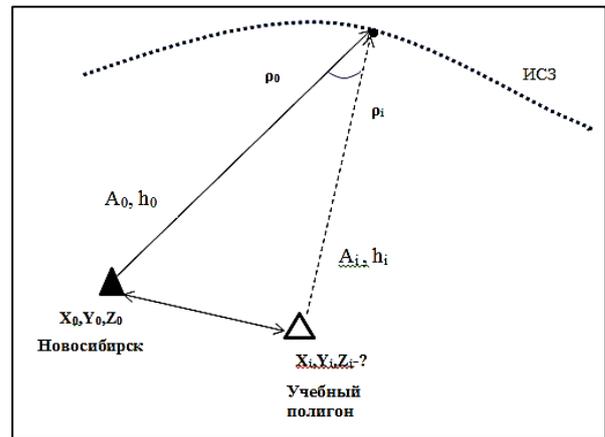


Рисунок 4. Схема редукции наблюдений

Используя итерационный способ вычисления расстояний, можно достичь определенного предела разности расстояний между предыдущим и последующим значениями, после которой величина разности изменяется незначительно по мере увеличения количества итераций. Были определены элементы $\Omega_0, \omega_0, a_0, e_0, i_0, \tau_0$ и топоцентрическое расстояние ρ_0 . Численные расчеты показали, что введение переменной массы позволяет вычисленную орбиту приблизить к реальной орбите [6,11].

На практике начинают из того, что из совокупности всех наблюдений выбирают минимально необходимое число измерений. Очень важно, чтобы полученные на этом этапе предварительные элементы были как можно точнее. Несоблюдение этого требования затрудняет или делает невозможным уточнение орбиты с привлечением дополнительных наблюдений. Для определения первоначальной орбиты желательно использовать по возможности точные наблюдения и при этом дуга орбиты, охваченная наблюдениями, не должна быть слишком малой. Так как пять элементов орбиты имеют геометрическую интерпретацию, то последний n , характеризующий среднее движение, был модифицирован автором для траектории движения малой планеты 1566 Икар, которая сближалась с Землей в 1968 г. (Табл.1).

Таблица 1.

Результаты вычисления параметров орбит № 1566

Элементы	Реальная траектория	Модифицированная траектория	Кеплеровская траектория
ω	70.93958	71.149304	71.1736855
Ω	80.01526	80.6247726	80.6247712
i	10.60065	10.613757	10.613757
a	2.7668519	2.7715366	2.7716295
e	0.0766787	0.07791914	0.0779116
n	0.21415352	0.213614473	0.213600
M	98.77732	98.429555	98.405098

Поскольку параметр $n = \frac{\sqrt{\mu}}{2a^3}$ был преобразован на $n = \frac{\sqrt{\mu^*}}{2a^3}$, то кеплеровская орбита преобразовалась в промежуточную орбиту и стала ближе к реальной орбите (рис.5) на основе дифференциального уравнение движения, где в качестве массы центрального тела была использована фиктивная масса m^* . Тогда

дифференциальное уравнение невозмущенного движения будет:

$$\ddot{\rho} + \frac{\kappa^2 m^* \bar{\rho}}{\rho^3} = 0, \tag{9}$$

где $\bar{\rho}$ и $\ddot{\rho}$ – радиус вектор и вектор ускорения невозмущенного движения, $\kappa^2 m^*$ - гравитационный параметр, умноженный на фиктивную массу.

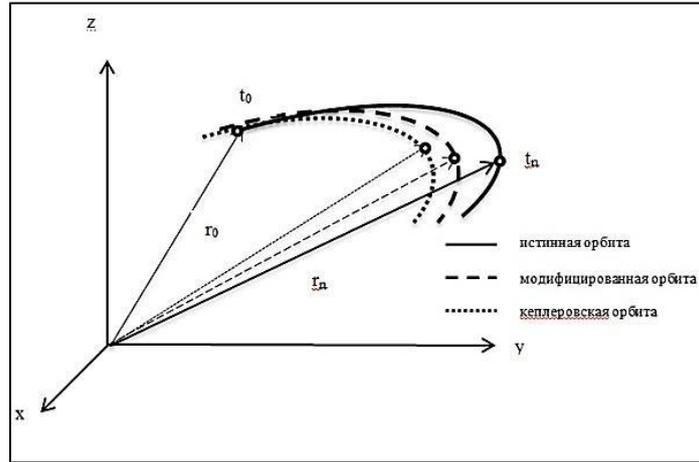


Рисунок 5. Схема орбиты малого тела

В 1987 – 1990 годы автором данной работы были проведены исследования кометы Энке численным интегрированием дифференциальных уравнений возмущенного движения 19 порядка методом Эверхарта на интервале с 1934 по 1937гг. Было использовано

2 появления кометы для того, чтобы негравитационные силы меньше влияли на результаты расчетов [7, 10]. В процессе обработки массива измерений вычислены коэффициенты корреляции и нормальных уравнений, а также составляющие геоцентрического радиуса вектора и компоненты скоростей (Табл.2).

Таблица 2.

Начальные координаты и компоненты скорости

№	обоз.	координаты и скорости	Точность
1	x	3.78301512	± 0.00002041
2	y	-1.41478500	± 0.00003427
3	z	-0.55815956	± 0.00002208
4	\dot{x}	0.0016918533	± 0.00004161
5	\dot{y}	0.0022798821	± 0.00001388
6	\dot{z}	0.0017783902	± 0.000006405

Таким образом, из вышеописанного можно сделать вывод, что исследование в области определения орбит играет важную роль при прогнозировании траектории движения космического тела. Если учесть, что в Узбекистане приняты ряд законов и постановлений по развитию космической инфраструктуры,

то становится очевидным важность научных разработок, выполненных в ТАО и Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека на интервале 1922 – 2000 гг. [14].

Список литературы:

1. Азизов А.Г., Мирмахмудов Э.Р. О некоторых исследованиях по небесной механике в Узбекистане / Научная конференция: Механика и ее применение. ТАШГУ. Ташкент-1993.
2. Вильев М.А. Абсолютные возмущения (1) Ceres от Юпитера, Сатурна и Марса // Известия Николаевской Главной астрономической обсерватории. 1916, т.7, №73.
3. Воронов Н.М. Новые элементы планеты (713) // Циркуляр ТАО. 1933, № 21, с. 2.

4. Козик С.М. Об одном видоизменении дифференциального способа исправления параболической орбиты // Бюллетень ТАО. 1939, т. II. № 2, с. 75.
5. Маткевич Л.Л. Эфемериды кометы Энке //Астрономический циркуляр. 1941, № 7.С. 1-2.
6. Мирмахмудов Э.Р. Об использовании промежуточных орбит для определения движения малого тела // Кинематика и физика небесных тел. Киев. 1990, т. 6, № 4.
7. Мирмахмудов Э.Р. Результаты исследования движения кометы Энке в двух появлениях с 1934-1937гг. / Кометный циркуляр КГУ-ГАО АН УССР. Киев. 1990, № 411.
8. Субботин М.Ф. Новая форма уравнения Эйлера-Ламберта и ее применение при вычислении орбит // Русский астрономический журнал. 1924, т 1, № 1.
9. Цукерваник Я.П. Новые оскулирующие элементы 6 малых планет//Циркуляр ТАО. 1935. № 40. с. 1.
10. Batrakov Yu.V., Chernetenko Yu.A. On nongravitational effects in the comet Encke motion. – Dynamics of comets: Their origin and evolution. 1985, p.381.
11. Batrakov Yu., Mirmakhmudov E.R. On effectiveness of using intermediate orbits for computing the perturbed motion / Proceedings of the 1 SPAIN-USSR WORKSHOP on positional astronomy and celestial mechanics. Spain, 1991.
12. Herget P. Rectangular coordinates of Ceres, Pallas, Juno, Vesta 1900-1980// Astronomical papers. 1980, pt. 3. Pp. 341-385.
13. Idelson N. La Comete d'Encke en 1924-1934 // Journ.des Observ. 1935, №18. С. 133-140.
14. Mirmakhmudov E. Summary report of the Astronomical Institute investigations on the small bodies during 1922-1995 // Memoria della Societa "Astronomica Italiana". 2002, v.73, № 3, Pp. 655-657.

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**КЛАССИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ
МЕТОДОМ ГАЗА ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ****Каримкулов Курбонкул Мавланкулович**

*д-р техн. наук, проф., Таможенный институт
Государственного таможенного комитета Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан г. Ташкент,
E-mail: karimkulov@mail.ru*

Раджабова Лобар Рамазановна

*соискатель,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: Lradjabova2019@mail.ru*

**CLASSIFICATION AND DETERMINATION OF THE COMPOSITION
OF SOFT DRINKS WITH THE METHOD OF LIQUID CHROMATOGRAPHY****Kurbonkul Karimkulov**

*Doctor of Technical Sciences, Prof.,
Customs Institute of the State Customs Committee Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

Lobar Radjabova

*Applicant,
Tashkent Institute of Chemical Technology Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье изучен состав безалкогольных напитков. Обосновано негативное влияние некачественных товаров на здоровье человека и экономику страны. Разработаны и внедрены в таможенную систему современные методы определения кофеина и витаминов с методом газа жидкостной хроматографии. Впервые установлены и рекомендованы для внедрения в таможенную практику для определения кодовых номеров разных видов безалкогольных напитков на основе их физико-химических показателей. Для разных видов безалкогольных напитков рекомендованы новые код товаров по ТН ВЭД, а именно 2202 10 000 1, 2202 10 000 2, 2202 10 000 3, 2202 10 000 4, 2202 10 000 5, 2202 10 000 6, 2202 10 000 7, 2202 10 000 8, 2202 10 000 9, всего 9.

ABSTRACT

This article examines the composition of soft drinks. The negative impact of low-quality goods on human health and the country's economy has been substantiated. Modern methods for determining caffeine and vitamins with the method of liquid chromatography gas have been developed and introduced into the customs system. For the first time, they were established and recommended for introduction into customs practice to determine the code numbers of different types of soft drinks based on their physical and chemical indicators. For different types of non-alcoholic beverages, a new product code for the TN VED is recommended, namely 2202 10,000 1, 2202 10,000 2, 2202 10,000 3, 2202 10,000 4, 2202 10,000 5, 2202 10,000 6, 2202 10,000 7, 2202 10,000 8, 2202 10,000 9, total 9.

Ключевые слова: товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности, код товаров, классификация, кофеин, химический состав, энергетические напитки, безалкогольные напитки, газа жидкостная хроматография, органолептические и физико-химические методы, таможенная экспертиза.

Keywords: commodity nomenclature of foreign economic activity, product code, classification, caffeine, chemical composition, energy drinks, soft drinks, gas, liquid chromatography, organoleptic and physico-chemical methods, customs expertise.

Результаты исследования австралийских ученых «Потребление энергетических напитков среди подростков и дальнейшие последствия» показывают, что потребители не имеют понятия, какие вещества содержатся в энергетических напитках. Конечно, состав веществ не лишен положительных свойств. В частности, кофеин усиливает мозговую активность и увеличивает выносливость сердца. Однако, чтобы не чувствовать, что такое усталость, человеческому организму необходимо выпить не менее 3 чашек энергетического напитка. Входящая в состав напитка гуарана уменьшает боль при интенсивных физических нагрузках, очищает печень, предотвращает атеросклероз. К тому же такие напитки снимают усталость и депрессию, увеличивают желание организма работать. Кроме того, напитки содержат такие добавки, как таурин, усиливающий работу сердца, карнитин, улучшающий расщепление жирных кислот и метаболизм в тканях тела, матеин против голода и мелатонин, который нормализует дневной ритм человека [1, 2, 10].

Однако, помимо энергетических веществ напитки содержат такие вещества, как кофеин, гуарана, таурин, которые представляют угрозу для здоровья человека. Именно по этой причине специалисты рекомендуют не употреблять такой прохладный напиток более 0,5 л в день. В противном случае они с большей вероятностью могут вызвать депрессию и нервозность, повысить кровяное давление и уровень сахара в крови. Также было выявлено, что употребление энергетических напитков после спортивной тренировки выводит полезные микроэлементы из организма. А кофеин, кроме того, может вызывать расстройства нервной системы.

Сахароза и глюкоза присутствуют практически во всех безалкогольных напитках и «энергетических»

веществах, которые необходимы организму. Далее идет кофеин, как и никотин, который вызывает усталость и сон, углубляя мышление. Однако чрезмерное потребление кофеина может привести к отказу нервных волокон и бессоннице. 10-15 грамм крайне опасны для сердечной деятельности. Такие вещества, как теобромин и таурин, также являются ключевыми ингредиентами данных «коктейлей». Это полезные витамины для нервных волокон и артерий организма (но их избыток в составе напитков имеет обратный эффект). Напиток также содержит небольшое количество витаминов, таких как глюкуролактон, группы В и D [3, 5].

Может возникнуть вопрос, добавляются ли обычные добавки в напитки по норме, согласованной с Министерством здравоохранения или нет? Энергетические напитки – это напитки, содержащие более 150 мг кофеина или других компонентов, достаточных для тонизирующего действия на человеческий организм. Другие компоненты, помимо кофеина, включают гуарана и таурин. Качественные показатели товарной продукции безалкогольных разных видов напитков приведены в Табл. 1 и рисунках 1-2.

Acq. Operator : Radjabova L.R. Seq. Line : 4
 Acq. Instrument : Instrument 1 Location : Vial 47
 Injection Date : 04/10/2019 17:06:15 Inj : 1
 Inj Volume : 10.000 µl
 Acq. Method : C:\CHEM32\1\DATA\KOFEIN_LC 2019-10-04 16-41-54\KOFEIN_LC.M
 Last changed: 04/10/2019 16:42:08 by Radjabova L.R. (modified after loading)
 Analysis Method : C:\CHEM32\1\METH-ODS\KOFEIN_LC.M
 Last changed: 04/10/2019 16:41:54 by Radjabova L.R.
 Sample Info : Tornado (1:10)

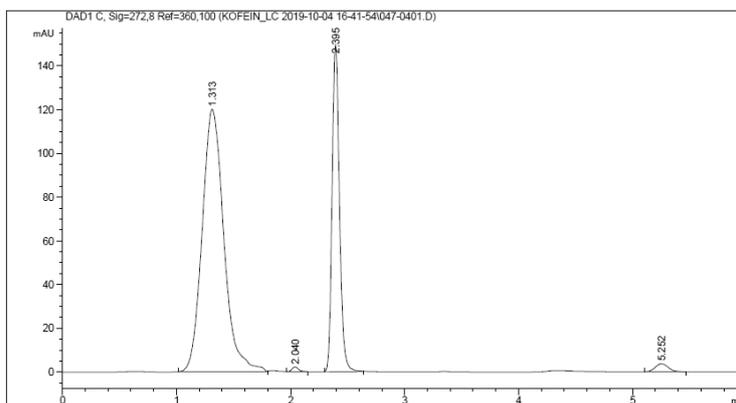


Рисунок 1. Результат анализа жидкостной хроматографии прохладительного напитка Tornado energy

Area Percent Report

Sorted By : Signal
 Multiplier: : 1.0000
 Dilution: : 1.0000
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
 Signal 1: DAD1 C, Sig=272,8 Ref=360,100
 Peak RetTime Type Width Area Height Area # [min] [min] [mAU*s] [mAU] %

1	1.313	BV	0.2021	1588.60010	120.24027	69.1361
2	2.040	VB	0.0625	9.25105	2.22528	0.4026
3	2.395	BB	0.0701	669.82043	149.89119	29.1507
4	5.252	BB	0.1231	30.11619	3.77334	1.3107
Data File C:\CHEM32\1\DATA\KOFEIN_LC 2019-10-04 16-41-54\047-0401.D						
Sample Name: Tornado Switzerland						
Totals : 2297.78777 276.13008						

Acq. Operator : Radjabova L.R. Seq. Line : 2
 Acq. Instrument : Instrument 1 Location : Vial 45
 Injection Date : 04/10/2019 16:51:05 Inj : 1
 Inj Volume : 10.000 µl
 Acq. Method : C:\CHEM32\1\DATA\KOFEIN_LC
 2019-10-04 16-41-54\KOFEIN_LC.M

Last changed: 04/10/2019 16:42:08 by Radjabova L.R.
 (modified after loading)
 Analysis Method : C:\CHEM32\1\METH-
 ODS\KOFEIN_LC.M
 Last changed: 04/10/2019 16:41:54 by Radjabova L.R.
 Sample Info : Tarxun (1:10)

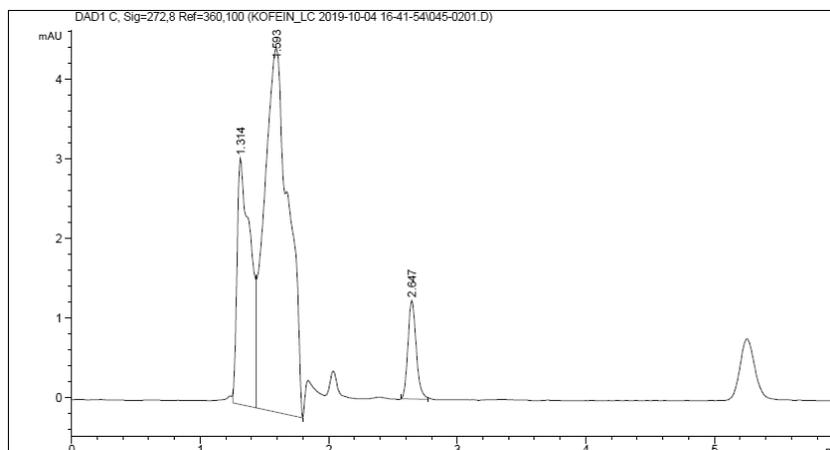


Рисунок 2. Результаты жидкостной хроматографии холодного напитка из эстрагона

Area Percent Report

Sorted By : Signal
 Multiplier: : 1.0000
 Dilution: : 1.0000
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
 Signal 1: DAD1 C, Sig=272,8 Ref=360,100
 Peak RetTime Type Width Area
 # [min] [min] [mAU*s] [mAU] %

```

-----|-----|-----|-----|-----|-----|
1 1.314 BV 0.0981 22.29784 3.09379 25.4750
2 1.593 VV 0.1883 59.68591 4.57255 68.1904
3 2.647 BB 0.0703 5.54459 1.23720 6.3346
Totals : 87.52833 8.90354
Data File C:\CHEM32\1\DATA\KOFEIN_LC 2019-
10-04 16-41-54\045-0201.D
Sample Name: Tarxun Uzbekistan
  
```

Таблица 1.

Полученные результаты безалкогольных напитков в жидкостной хроматографии (Количество кофеина, гуараны и таурина)

Название продукта	Элементы исследования	Идентификация	Растворимость	Температура плавления, °C	Содержание кофеина мг \ л
Кофеин	Pepsi	Максимальное время удерживания кофеина в растворе образца соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 234 °C – 239 °C	106,3462484
Кофеин, гуарана, таурин	Энергетический прохладительный напиток Tornado	Максимальное время удерживания кофеина, гуарана, таурина соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Свободно растворяется в кипящей воде	Период плавления между 234 °C – 239°C	214,5360897
Кофеин, гуарана, таурин	Gorilla энергетический прохладительный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, гуарана, таурина соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234 °C – 239 °C	263,5558059
Кофеин, гуарана, таурин	Toxic энергетический прохладительный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, гуарана, таурина соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234°C – 239°C	790,0828807

Название продукта	Элементы исследования	Идентификация	Растворимость	Температура плавления, °С	Содержание кофеина мг \ л
Кофеин, гуарана, таурин	Red Bull – энергетический прохладительный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, гуарана, таурина соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Свободно растворяется в кипящей воде	Период плавления между 234 °С - 239 °С	272,084124
Кофеин	Тархун прохладительный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230°С -237°С	отсутствует
Кофеин	Соса сола прохладный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230°С -237°С	87,82501715
Кофеин	Фанта прохладный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230°С 237 °С	отсутствует
Кофеин	Алое прохладный напиток	Максимальное время удерживания кофеина, соответствует времени удерживания стандартного раствора.	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230°С -237°С	отсутствует

Кроме того, безалкогольные напитки содержат витамины В и D, которые не представляют опасности для здоровья человека. Эти витамины растворимы в воде и являются необходимым источником питательных веществ для человека. Комплекс витаминов В в безалкогольных напитках

не является источником энергии для человеческого организма. В эксперименте по газу жидкостной хроматографии безалкогольных напитков были получены следующие результаты. Качественные показатели товарной продукции безалкогольных разных видов напитков приведены в Табл. 2 и Рис.3.

Таблица 2.

Количество витаминов в безалкогольных прохладительных напитках, обнаруженное при газа жидкостной хроматографии

№№	Виды прохладительных напитков	Витамины	Количество витаминов (мг/мл)
1.	Coca – cola-	В1	0,093313
		РР	отсутствует
		В6	отсутствует
		С	отсутствует
		Вс	отсутствует
		В12	отсутствует
		В2	отсутствует
2	Фанта	В1	0,1411091
		В12	0,091933
3	Gorilla	В1	отсутствует
4.	Pepsi	В1	0,087818
5.	Red Bull	В1	0,028449
6.	Storm Tornado	В1	отсутствует
7.	Тoxic энергетический прохладительный напиток		
8.	Тархун	В1	отсутствует
9.	Алое		

Acq. Operator : Radjabova L.R. Seq. Line : 3
 Acq. Instrument : Instrument 1 Location : Vial 43
 Injection Date : 07/02/2020 15:13:50 Inj : 1
 Inj Volume : 20.000 µl
 Acq. Method : C:\CHEM32\1\DATA\WITAMIN
 WATERS_LC 2020-02-07 14-45-09\WITAMIN WA-
 TERS.M

Last changed: 25/01/2020 09:20:58 by Radjabova L.R.
 Analysis Method : C:\CHEM32\1\METHODS\WIT-
 AMIN WATERS.M
 Last changed: 07/02/2020 15:31:36 by Radjabova L.R.
 (modified after loading)
 Sample Info : 1:10

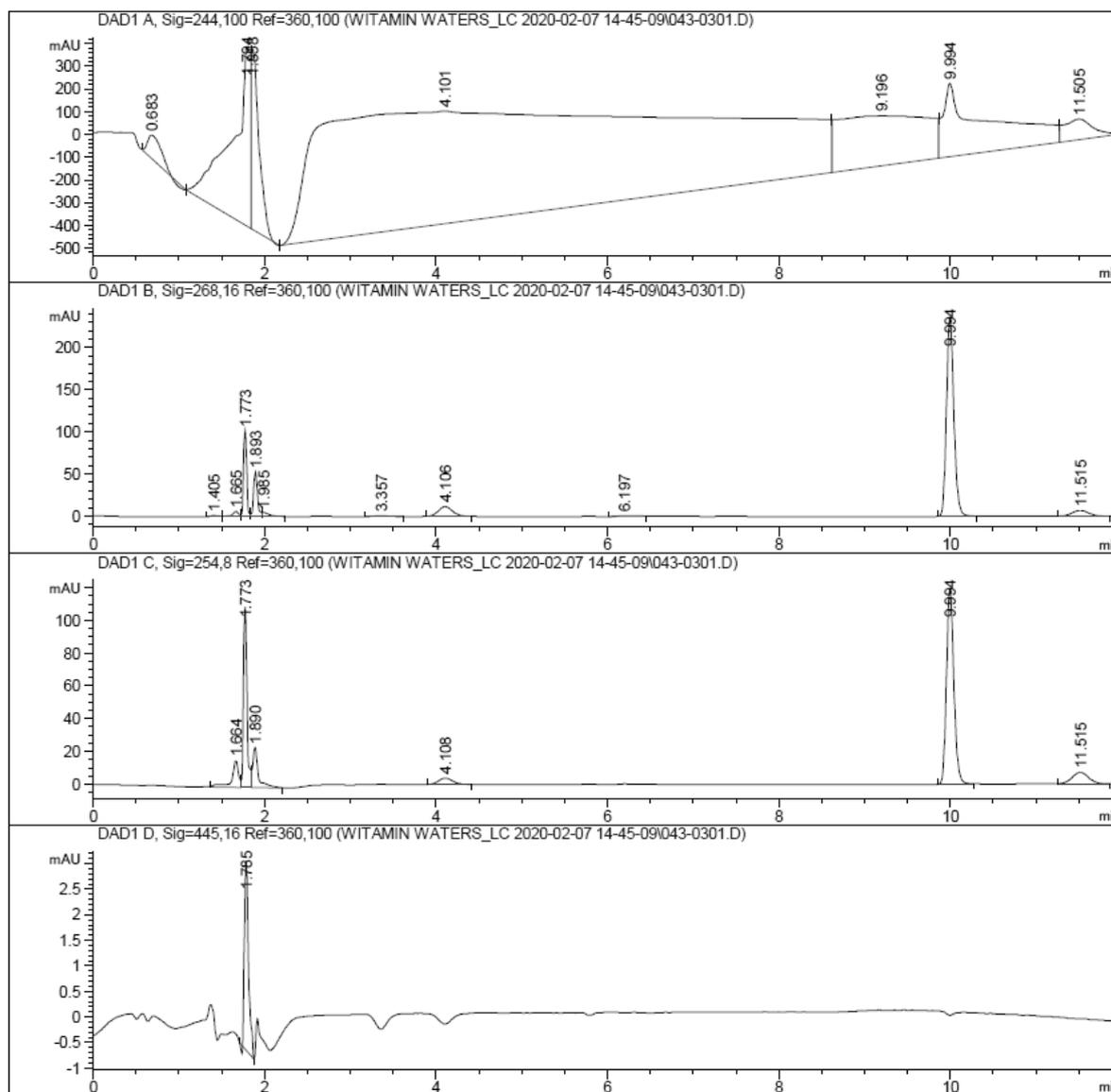


Рисунок 3. Результаты анализа витаминов в безалкогольных напитках по результатам газа жидкостной хроматографии

Из данных табл.1-3 видно что некоторых безалкогольных напитках либо отсутствует кофеин или либо витамин. Одним из наиболее эффективных методов выявления некачественных продуктов питания, импортируемых в нашу страну, является органолептический метод. Эксперт-инспектор таможенного поста путем экспресс-досмотра изучает страну происхождения товара, на каких условиях он транспортируется, его внешний вид, информацию на этикетке, состав, срок годности. Будет изучено качество продукта и его влияние на здоровье человека. Самый эффективный способ идентификации этих товаров – создание автомобильных

«экспресс-лабораторий» на региональных таможенных и использование оборудования для считывания штрих-кодов QR для идентификации некачественных товаров [9].

Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД) является универсальным инструментом, обеспечивающим все аспекты развития внешнеэкономической деятельности (ВЭД). С процедурой таможенной классификации сталкиваются все предприниматели, занимающиеся внешнеэкономической деятельностью. Учитывая вышеизложенное, возникает вопрос: как сделать этот ин-

струмент для ВЭД наиболее эффективным? Развитие информационных технологий и широкое внедрение их в таможенную сферу ставит задачу максимальной формализации данных, позволяющих наиболее эффективно и быстро обеспечить выполнение функций таможенных органов [7].

Правильная классификация товаров требует изучения и анализа большого объема информации, это, в том числе, тексты товарных позиций, субпозиций, под субпозиций; примечания к разделам, группам, товарным позициям, субпозициям; положения Основных правил интерпретации ТН ВЭД; база решений Всемирной таможенной организации (ВтаМО); международные и национальные стандарты, регламенты, технические условия; документы, подтверждающие целевое использование товара; описание товара; фотографии и рисунки (при необходимости); характеристики товара; количественный и качественный состав товара; чертежи, технологические схемы; способы и виды упаковки товара (при необходимости); заключения экспертных организаций (при наличии) и другая информация, представленная заявителем для принятия предварительного решения. Ежегодно требования к нормативам совершения таможенных операций изменяются. В целях ускорения работы таможенных органов ВтаМО рекомендует использовать технологии электронного взаимодействия с участниками ВЭД с представлением документов в электронной форме, применять компьютерные системы для автоматизации совершения таможенных операций и таможенного контроля [8].

Нами исследована разработка новых кодов товаров для безалкогольных напитков и его разных видов по ТН ВЭД. Внесение дополнений и изменений в ныне применяемую ТН ВЭД является очень актуальной задачей. Для этого необходимы исследования по разработке Национальной ТН ВЭД с 10-значным кодом. В Международных торговых отношениях для развития экономики страны огромное значение приобретают достижения таможенной экспертизы. Так, изучение химического состава и на основе этого правильное определение кода товаров по ТН ВЭД, правильное взимание таможенных платежей и акцизных налогов, а также правильное ведение государственной статистики по ВЭД позитивно отражаются на защите интересов экономики страны.

Как известно, во многих странах проводятся определенные исследования по созданию Национальной ТН ВЭД и её применения на практике. С учетом этого проанализированы опубликованные литература по этой тематике, изложена суть существующих в этой связи проблем. Проанализированы также работы по классификации безалкогольных напитков и их разных видов по Гармонизированной системе [7].

Известно, что в результате научно-технического прогресса появляются новые продукты, которые имеют существенно разные потребительские свойства и отвечают разным уровням социальных потребностей. Учитывая последствия использования этих продуктов, их необходимо идентифицировать и

классифицировать с высокой точностью, так как это ведет к экономической безопасности страны. Идентификация товаров в процессе таможенного оформления занимает особое место в дальнейшем совершенствовании деятельности таможенных досмотров. Современные технически оснащенные и существующие методы таможенной идентификации требуют постоянного развития. Требуется использование более совершенных механизмов и методов идентификации товаров. В связи с этим все большее значение приобретает таможенная экспертиза как средство определения потребительских характеристик товаров и способов их использования. Одна из основных задач таможенных органов – совершенствование механизмов таможенного досмотра при идентификации товаров.

Безалкогольные напитки находятся в группе 22 Раздела IV ТН ВЭД Республики Узбекистан. Пункт 2201 включает простую натуральную воду, минеральные вещества (искусственные и натуральные), газированный или негазированный сахар или другие подсластители, ароматизаторы и подсластители, тогда как 2202 включает сахар или другие подсластители и ароматизаторы. Термин «безалкогольные напитки», указанный в позиции 2202, классифицируется как напиток с содержанием алкоголя менее 05%.

В зависимости от вида сырья, используемого при приготовлении безалкогольных напитков, газированные, натуральные фрукты, ягоды, напитки из синтетического сырья, общеукрепляющие, витаминные, диетические, хлебные, моржовые, соки, газированные напитки с овощами и фруктами, минеральные воды, концентраты, экстракты, сиропы разделены на категории. В группе 2202: «Кока-Кола»; «Кока-Кола Макфиз Ваниль»; «Кока-Кола ЗЕРО»; «Спрайт»; «Фанта»; Лимонад «Гренадин»; «Рич Лимониада»; «Санрайз»; Чай «Липтон» зеленый; Чай «Липтон» лимонный; Напитки на основе кофе, «Смусси Манго»; «Смусси Манго-Ананас»; «Смусси Клубника»; «Смусси Клубника-Банан». Напиток: «Глинтвейн»; «Мохито»; «Сезонный микс»; «Фруктовый микс»; «Цитрусовый микс»; «Ягодный вкус»; «Облепиха-имбирь». Напитки морсовые: «Цитрусовый»; «Ягодный микс»; брусничный; клюквенный и другие [10].

В связи с вышеизложенным, в нашей научно-исследовательской работе проводились лабораторные исследования в данной области. В таможенной практике правильная классификация безалкогольных напитков на основе ТН ВЭД Республики Узбекистан, исходя из характера напитка и необходимости его улучшения на основе соответствующих критериев, четко показывает само время. Это позволит правильно рассчитывать таможенные пошлины в госбюджет, обеспечивать экономическую безопасность страны, а также развивать логистические центры, обеспечивать население качественными напитками, избегать экологически и экологически вредных напитков и предоставлять напитки, соответствующие международным, государственным и техническим стандартам.

Согласно действующим требованиям государственного стандарта, содержание алкоголя в безалкогольных напитках должно быть менее 0,5%. Однако сегодня в секторе розничной торговли количество алкоголя, содержащегося в безалкогольных напитках, выпускается в контейнерах разного размера, под разными названиями и свободно перемещается через таможенные границы. Прохладительные и прочие безалкогольные напитки; молочные алкогольные и безалкогольные напитки (пиво, вино и др.); спиртовые дистиллированные растворы и алкогольные напитки (ликеры, алкогольные напитки, этиловый спирт); уксус и его заменители входят в группу 22 ТН ВЭД.

Таким образом, при классификации безалкогольных напитков принято целесообразным взять за основу его химический состав. Эта задача диктует

необходимость внесения дополнений в под субпозицию 220110 000. По составу, процессу производства и целям использования безалкогольных напитков можно подразделить на 4 группы, которые приведены в Табл. 3

Изучены основные параметры товаров по определению товарного состояния, химическому составу, и определены критерии каждого вида напитков, а также предложены рекомендации рационального их использования при определении кодов товаров по ТН ВЭД. В этой связи считаем целесообразным проводить отдельные научные исследования в этом направлении. По нашему глубокому убеждению разработка более усовершенствованного варианта ТН ВЭД и внедрение ее в практику является весьма актуальной задачей.

Таблица 3.

Рекомендуемые нами код товаров для безалкогольных прохладительных напитков

Наименование товара	Элементы исследования	Свойство растворимости	Температура плавления, °С	Содержание кофеина мг \ л	Рекомендуемые коды товаров по ТН ВЭД
Кофеин	Pepsi	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 234°С – 239°С	106,3462484	2202 10 000 1
Кофеин	Тархун прохладительный напиток	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230-237 °С	Отсутствует	2202 10 000 2
Кофеин	Coca Cola прохладительный напиток	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде.	Период плавления между 230-237 °С	87,82501715	2202 10 000 3
Кофеин	Фанта прохладительный напиток	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230-237 °С	Отсутствует	2202 10 000 4
Кофеин	Алое прохладительный напиток	Слабо растворим в воде, легко, но мало растворим в кипящей воде	Период плавления между 230-237 °С	Отсутствует	2202 10 000 5
Кофеин, гуаран, таурин	Торнадоо энергетический прохладительный напиток	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234 °С – 239°С	214,5360897	2202 10 000 6
Кофеин, гуаран, таурин	Gorilla энергетический прохладительный напиток	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234°С – 239°С	263,5558059	2202 10 000 7
Кофеин, гуаран, таурин	Toxic энергетический прохладительный напиток	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234°С- 239°С	790,0828807	2202 10 000 8
Кофеин, гуаран, таурин	Red Bull энергетический прохладительный напиток	Свободно растворим в кипящей воде	Период плавления между 234°С – 239°С	272,084124	2202 10 000 9

Из данных таблицы 3 видно что из разных видов безалкогольных напитков нами рекомендованы новых код товаров по ТН ВЭД, а именно 2202 10 000 1, 2202 10 000 2, 2202 10 000 3, 2202 10 000 4, 2202 10 000 5, 2202 10 000 6, 2202 10 000 7, 2202 10 000 8, 2202 10 000 9, всего 9.

По нашему мнению, для обеспечения правильного и полного взимания таможенных пошлин, взимаемых с этих видов безалкогольной продукции в соответствии с правильной классификации по ТН ВЭД, 220110 – было бы целесообразным ввести новые кодовые номера ТН ВЭД отдельно для каждого вида безалкогольной продукции разного объема и в разной таре в субпозиции товаров.

Заключение Таким образом, по результатам анализа нами были впервые установлены и рекомендованы для внедрения в практику определения кодо-

вых номеров разных видов безалкогольных напитков на основе их физико-химических показателей. Для разных видов безалкогольных напитков рекомендованы новых код товаров – 2202 10 000 1, 2202 10 000 2, 2202 10 000 3, 2202 10 000 4, 2202 10 000 5, 2202 10 000 6, 2202 10 000 7, 2202 10 000 8, 2202 10 000 9, всего 9. Мировой практический опыт показывает, что при определении состава товаров в каждой стране использование методов таможенного досмотра товаров, в частности, анализ их химического состава, дает эффективные результаты. В частности, анализ показал, что из 9 образцов безалкогольных энергетических прохладительных напитков, содержащими избыточное количество кофеина оказались образцы 8 и 9, а именно, напитки Red Bull и Горилла, а также некоторых безалкогольных напитков отсутствует либо, кофтин (тархун, фанга, алоэ) или либо витамин (Coca – cola, Gorilla, Storm Tornado, тархун).

Список литературы:

1. Андреева Е.И. Развитие методологии и совершенствование механизма управления идентификацией товаров в таможенных целях: Монография / Е.И. Андреева. М.: РИО Российской таможенной академии, 2016. – 202 с.
2. С. Гибилиско. Альтернативная энергетика без тайн / Стэн Гибилиско; [пер. с англ. А.В.Соловьева]. М.: Эксмо, 2010. – 368 с. – (Без тайн).
3. Государственный комитет республикаи Узбекисна по статистике Электронный ресурс – режим доступа: <https://stat.uz/uz/>. (Дата обращения 01.10.2020)
4. Каримкулов К.М., Хамроев У.Р. Вопросы оптимизации характеристики автотранспортных средств по товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. №6(75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9564>.
5. Каримкулов К.М., Раджабова Л.Р. Определение кофеина и оценки качества контрафактных товаров методом жидкостной хроматографии // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 8(77). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10637>
6. Образовательные ресурсы и мероприятия для молодежи как форма информационно-просветительской работы: опыт Японии. // http://www.wipo.int/edocs/mdocs/enforcement/ru/wipo_ace_10/wipo_ace_10_15.pdf.
7. Сальников К.А. Декларирование товаров и транспортных средств: учебное пособие / - СПб.: ИЦ Интермедия, 2015 -228 с.
8. Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Республики Узбекистан. (версия 2017 года). – Т.: 2017, - 655 с.
9. Электронный ресурс <https://kodtnved.ru/search>, www.odnako.org/magazine/material/kontrafakt (Дата обращения 01.10.2020).
10. Lehtonen M.O. How to secure supply chains against counterfeit roducts using low-cost RFID: Dis. ... doc. of sci-ences. Helsinki University of Technology, 2009. -180 с. [http:// e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:1234/eth-1234-02.pdf](http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:1234/eth-1234-02.pdf).

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС В ПРОГНОЗИРОВАНИИ И МОНИТОРИНГЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Салимова Барно Джамаловна

*канд. техн. наук, доцент,
Ташкентский Государственный Транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: salimova-b@bk.ru*

Худайкулов Рашидбек Мансуржонович

*доктор философии в области технических наук, доцент,
Ташкентский Государственный Транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.*

THEORETICAL ASPECTS OF GIS APPLICATION IN FORECASTING AND MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS

Barno Salimova

*Cand. tech. Sciences, Associate Professor,
Exploration and automobile road designing department,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent.*

Rashidbek Hudajkulov

*PhD in Engineering, Associate Professor,
Exploration and automobile road designing department,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается актуальность совершенствования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций, использования современных информационных технологий и баз картографических данных. В частности, рассматриваются геоинформационные системы (ГИС) как один из эффективных инструментов мониторинга и прогнозирования селей, наводнений, паводков. В статье приводится структура ГИС, возможности практического использования и требования, которым должна отвечать современная система прогнозирования и мониторинга чрезвычайных ситуаций, построенная на базе ГИС.

ABSTRACT

The article examines the relevance of improving the system for monitoring and forecasting emergencies, the use of modern information technologies and cartographic databases. In particular, geographic information systems (GIS) are considered as one of the effective tools for monitoring and forecasting mudflows, floods, floods. The article presents the structure of GIS, the possibilities of practical use and the requirements that a modern system for forecasting and monitoring of emergency situations, built on the basis of GIS, must meet.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, сели, паводки, наводнения, ГИС, геоинформационные системы, мониторинг, прогнозирование.

Keywords: emergency situations, mudflows, floods, GIS, geographic information systems, monitoring, forecasting.

Сегодня можно констатировать формирование природотехнической системы в условиях синергетического влияния техносферы и геологической среды. Геологическая среда представляет собой комплекс взаимозависимых компонентов, таких как грунты, подземные воды, органика, горные породы, газообразные вещества и живые организмы. Ее характеризуют геологические, геохимические и геофизические поля, на нее влияют всевозможные

внешние нагрузки, включая антропогенные [1]. Такие воздействия становятся причиной кардинального изменения как самой геологической среды, так и среды обитания человека.

Изучить и верно оценить геодинамическое и геохимическое состояние природотехнической системы – ключевая задача, решением которой необходимо заниматься как на общегосударственном, так и на региональном уровнях. В первую очередь, ее важность

проявляется в густонаселенных регионах, а также местах, где планируется возведение крупных промышленных комплексов, отличающихся технологичностью, высокой стоимостью и наукоемкостью [2]. Однако, изучению геоэкологических и инженерно-геологических условий природных и освоенных человеком территорий не уделяется достаточно много внимания. Данные Статистического института для стран Азии и Тихоокеанского региона (UN SIAP) [6] демонстрируют недостаточность информации о состоянии региональных природных ресурсов, факторах, от которых зависит качество окружающей среды, и о том, как на социально-экономическом развитии отражаются изменения в окружающей среде. Из этого следует, что:

1. Назрела острая необходимость в более скрупулезном изучении геологической среды и факторов, влияющих на ее изменение.

2. Требуется уделить внимание повышению эффективности методов и средств мониторинга ее состояния.

3. Необходима разработка системы анализа статистических данных в их взаимосвязи с изменением техносферы.

Решение указанных задач позволит получить достоверные показатели развития региона, спрогнозировать возникновение ЧС и предотвратить их.

Новейшие системы, позволяющие мониторить и прогнозировать возникновение ЧС, представляют собой многоплановые информационные системы, состоящие из:

- средств наблюдения за стихийными бедствиями;
- обширных баз данных, в которых накапливается информация о последствиях всех известных видов чрезвычайных ситуаций;
- описания состояния и уязвимости элементов риска;
- соединенных между собой вычислительных ресурсов;
- каналов и оборудования, обеспечивающих коммуникацию;
- математических моделей природных и техногенных катаклизмов;
- данных о том, как распределены опасные источники, и о возможном ущербе от них и др.

Информационная структура ГИС включает в себя 3 блока:

- блок сбора информации;
- блок поддержки управленческих решений;
- блок аналитики.

Блок сбора информации выполняет функцию своевременной аккумуляции данных и их систематизации. Правильно организованную информацию проще анализировать. Например, наличие полноценных данных наблюдений позволит использовать формулы гидрологических расчетов максимального стока дождевых вод и селей при обосновании проектов мостов, водопропускных сооружений и дорог [5].

Блок аналитики позволяет анализировать собранную информацию и привести ее в качественно иную

форму, которая будет удобна для принятия управленческих решений. Как следствие, система прогнозирования чрезвычайных ситуаций имеет в своем составе 2 подблока, которые территориально и организационно разделяются между всеми учреждениями, анализирующими и обрабатывающими информацию:

- подблок методик и алгоритмов, согласно которым обрабатываются данные. Здесь обязательна связь с нормативно-правовыми актами и методикой, по которым прогнозируется возникновение ЧС и ликвидируются их последствия;

- подблок моделирующих систем, предназначенных для непосредственной обработки информации с использованием специальных программно-технических средств.

С помощью действующих ГИС удастся рассчитать параметры опасных факторов и определить зоны, которые могут подвергнуться разрушению при возникновении ЧС. Зона разрушения указывается на карте местности с возникшей чрезвычайной ситуацией. Очень важно проводить расчеты с учетом тех погодных условий, которые были зафиксированы на момент снятия показаний.

В ряде ситуаций следует принимать во внимание рельеф местности. Это важно при возникновении чрезвычайной ситуации на гидротехническом объекте, когда происходит затопление, сход селей [4], или при происшествии на объекте, где может быть утечка радиации [7].

Ключевое звено системы – база данных. Создав геоинформационную систему, необходимо наполнить ее необходимыми данными, чтобы получить информацию об условиях обстановки, финансировании, функционале системы мониторинга и прогнозирования ЧС.

Чтобы точнее прогнозировать чрезвычайные ситуации и успешнее ликвидировать их последствия, СУ ГИС БД должна быть связана с электронной картой наблюдаемой местности. Это важно для систематизации данных не только по времени, но и в пространстве. Информационная база представляет собой комплекс связанных между собой и с ГИС БД математических и эмпирических моделей, которые регулярно обновляются, что позволяет сформировать целый набор функциональных задач. Полученная статистическая информация в дальнейшем может быть использована для построения графиков человеческих потерь и размеров экономических и общих фактических убытков в зависимости от года и сезона. Накопленные знания позволяют распределить стихийные бедствия по разным районам исследуемой территории. Также чрезвычайные ситуации классифицируются по частоте возникновения и величине нанесенного ущерба [3].

Статистические сведения могут систематизироваться по следующим критериям:

- виды происшествий;
- причины возникновения ЧС;
- сценарии развития;
- сценарии устранения последствий, учитывающие количество сил и вариантов действий.

Помимо этого, важной задачей СУ ГИС БД является выдача информации, позволяющей моделировать динамику природных процессов при разных условиях. Чтобы верно оценить причины возникновения критических гидрологических явлений, которые могут спровоцировать чрезвычайную ситуацию, и чтобы разработать способы предотвратить их и ликвидировать опасные последствия, технологии ГИС необходимо совмещать с новейшими методами компьютерно-математического моделирования. Оно осуществляется с использованием различных данных с пространственной привязкой. Например, чтобы смоделировать ЧС на реках, потребуется следующая пространственная информация:

- рельеф местности: топографические карты, промеры русла, габариты и расположение уже существующих инженерных объектов и тех, которые еще проектируются, а также другая информация;

- координаты и характеристики объектов, которые могут пострадать вследствие чрезвычайных ситуаций: жилые, коммерческие и промышленные строения, инфраструктурные объекты, плотность населения, типы земель и др.;

- данные, по которым верифицируются и калибруются математические модели и расчеты: положение береговой линии при возможных расходах, параметры течения (скорость, температура и др.), габариты наносов, характеристики грунта и т. д.

Данные о пространственном расположении изучаемых объектов могут быть доступны в виде карт и планов в разных масштабах и системах координат, снимках со спутников, сведены в таблицы или же представлены в форме текстовых описаний. Такое представление информации о местности в разной форме помогает более качественно проанализировать текущую ситуацию и разработать методику предотвращения опасных происшествий.

Список литературы:

1. Копылов И.С., Коноплев А.В., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Региональные факторы формирования инженерно-геологических условий территории Пермского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар, 2012. № 10 (84). – С. 191-201.
2. Копылов И.С. Научно-методические основы геоэкологических исследований нефтегазоносных регионов и оценки геологической безопасности городов и объектов с применением дистанционных методов: диссертация доктора геолого-минералогических наук. Пермь, 2014. – 351 с.
3. Полухин Е.А. Совершенствование системы управления промышленной безопасностью опасных производственных объектов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. № 1 (8). С 186-188.
4. Салимова Б.Д., Махамов Б.Р. Перспективы использования системы Макволл для борьбы с селевыми потоками в горных районах Узбекистана // Вестник науки и образования. – 2019. – № 22-2 (76).
5. Туляганов А.Х., Салимова Б.Д. Расчет дождевых максимумов при проектировании малых водопропускных сооружений (на примере рек предгорья Узбекистана) // Школа Науки. – 2019. – № 7. – С. 3-6.
6. Турусинова Е.О. Геоинформационные технологии в области обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2014. № 1. С. 393-396.
7. Environment Statistics // Statistical Institute for Asia and the Pacific. / [Электронный 21nicode]. – Режим доступа: URL: <http://www.unsiar.or.jp/programmes/es.html> (дата обращения: 24.09.2020).

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ, ПОСТАВЛЕННОЕ НА ВЕКТОРНОМ ВОЛНОВОМ УРАВНЕНИИ В ОБЛАСТИ С УГЛОМ

Имомова Шафоат Махмудовна

*ст. преподаватель
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара*

Исмоилова Махсума Нарзикуловна

*ст. преподаватель
Бухарского государственного университета,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: maxsuma.ismoilova@mail.ru*

NUMERICAL SOLUTION OF A MIXED PROBLEM, POSED ON A VECTOR WAVE EQUATION IN A DOMAIN WITH AN ANGLE

Shafokat Imomova

*Senior Lecturer,
Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara*

Mahsuma Ismoilova

*Senior Lecturer,
Bukhara State University,
Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

Получена априорная оценка в пространстве Соболева решения смешанной задачи для векторного волнового уравнения в угловом пространстве. Получение априорной оценки основана на построении «диссипативного интеграла энергии». В данной статье построена разностная схема для численного решения смешанной задачи для волнового уравнения в области с углом, доказывается её устойчивость.

ABSTRACT

An a priori estimate in the Sobolev space of the solution of the mixed problem for the vector wave equation in angular space is obtained. Obtaining an a priori estimate is based on the construction of a “dissipative energy integral”. In the article a difference scheme for numerical solution of mixed problem for wave equation in wiz corner is constructed. The difference scheme stability is proved.

Ключевые слова: смешанная задача, матрица, разностная схема, устойчивость, комплекс, вектор, условия Лопатинский.

Keywords: mixed problem, matrix, difference scheme, stability, complex, vector, Lopatinskiy terms.

Математико-физические задачи очень обширны и неразрывно связаны с изучением различных физических, механических, биологических и других процессов. Математико-физические уравнения направлены на изучение трех классических: эллиптических, параболических, гиперболических классов. В тех случаях, когда аналитическое выражение решений математико-физических уравнений найти невозможно, приходится находить их числовые

решения. Для уравнения векторной волны в угловой области, относящейся к типу симметричных Т-гиперболических уравнений, программа численного решения смешанной задачи используется при изучении задач механики сплошных сред.

Рассмотрим следующую задачу:

Найти решение уравнение векторной волны

$$U_{tt} - U_{xx} - U_{yy} = 0 \quad (1)$$

в среде $R_+^3 = \{(t, x, y) \mid t, x, y > 0\}$
удовлетворяющее при $x = 0$

$$J_1 U_t - A_1 U_x - B_1 U_y = 0, \quad (t, y) \in R_+^2 \quad (2)$$

при $y = 0$

$$J_2 U_t - A_2 U_x - B_2 U_y = 0, \quad (t, x) \in R_+^2 \quad (3)$$

граничным условиям и

$$U = \Phi(x, y), \quad U_t = \psi(x, y), \quad t = 0, \quad (x, y) \in R_+^2 \quad (4)$$

начальным условиям.

Здесь $J_1, A_1, B_1, J_2, A_2, B_2$ n -размерные фиксированные комплексные матрицы. В монографии [1] получена априорная оценка решения этих задач. Оценка Априора основана на построении «диссипативного интеграла энергии». В задачах (1)–(4)

$t > 0, 0 < \theta < \frac{\pi}{2}, \xi \in R'$ полярные координаты $\xi, \theta (x = r \cos \theta, y = r \sin \theta, \xi = \ln r)$ проходят в области

$$\left\{ e^{\xi} A_0 \frac{\partial}{\partial t} - B_0 \frac{\partial}{\partial \theta} - C_0 \frac{\partial}{\partial \xi} + Q_0 \right\} V = 0, \quad t > 0, \quad (\theta, \xi) \in \Pi \quad (5)$$

$$J_1 V_1 + A_1 V_2 - B_1 V_3 = 0, \quad \theta = \frac{\pi}{2}, \quad t > 0, \quad \xi \in R' \quad (6)$$

$$J_2 V_1 - A_2 V_2 - B_2 V_3 = 0, \quad \theta = 0, \quad t > 0, \quad \xi \in R' \quad (7)$$

$$V = \left\{ e^{\xi} \tilde{\psi}(\theta, \xi), \tilde{\Phi}'_{\xi}(\theta, \xi) \right\}', \quad t = 0, \quad (\theta, \xi) \in \Pi \quad (8)$$

здесь

$$A_0 = \begin{pmatrix} K & L & M \\ L & K & iN \\ M & -iN & K \end{pmatrix}, \quad B_0 = \begin{pmatrix} L & K & iN \\ K & L & M \\ -iN & M & -L \end{pmatrix},$$

$$C_0 = \begin{pmatrix} M & -iN & K \\ iN & -M & L \\ K & L & M \end{pmatrix}$$

$$Q_0 = \begin{pmatrix} M & 0 & 0 \\ iN & 0 & 0 \\ K & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{\xi} U_t \\ U_{\theta} \\ U_{\xi} \end{pmatrix},$$

K, L, M, N – эрмитовы матрицы, которые их любые элементы связаны с θ .

Построим параметрическую разностную схему, аппроксимирующую смешанную задачу (5)–(8).

Для этого произведём замену $V = e^{\frac{1}{2}\xi} Y$ в системе (5) и напишем в следующей форме:

$$e^{\xi} A_0 \frac{\partial Y}{\partial t} - \frac{\partial [B_0 Y]}{\partial \theta} - C_0 \frac{\partial Y}{\partial \xi} + \left[Q_0 - \frac{1}{2} C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y = 0 \quad (9)$$

$$e^{\xi} A_0 \frac{\partial Y}{\partial t} - B_0 \frac{\partial Y}{\partial \theta} - C_0 \frac{\partial Y}{\partial \xi} + \left[Q_0 - \frac{1}{2} C_0 \right] Y = 0 \quad (10)$$

Умножаем системы (9)–(10) на матрицу $D = \text{diag}(y_1, y_2, y_3)$ слева. Сложим полученные системы и формируем систему:

$$2e^{\xi} D A_0 \frac{\partial Y}{\partial t} - D \frac{\partial [B_0 Y]}{\partial \theta} - D B_0 \frac{\partial Y}{\partial \theta} - 2D C_0 \frac{\partial Y}{\partial \xi} + D \left[2Q_0 - C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y = 0 \quad (11)$$

На рассматриваемой области $t \geq 0, 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}, \xi \in R^1$ построим сетку с соответствующими шагами $\Delta t = \Delta_t, \Delta \theta = \Delta_{\theta}, \Delta \xi = \Delta_{\xi}$ по осям t, θ, ξ .

Введем следующие обозначения:

$$Y_{ij}^n = Y(n\Delta_t, i\Delta_{\theta}, j\Delta_{\xi}) = \left(y_1(n\Delta_t, i\Delta_{\theta}, j\Delta_{\xi}), y_2(n\Delta_t, i\Delta_{\theta}, j\Delta_{\xi}), y_3(n\Delta_t, i\Delta_{\theta}, j\Delta_{\xi}) \right)',$$

$i = \overline{0, I}, n, |j| = \overline{0, 1, \dots}$

$$\|Y_{ij}^n\|_{A_0}^2 = \Delta_{\theta} \Delta_{\xi} \sum_{i=0}^I \sum_{j=-\infty}^{\infty} e^{\xi_j} (A_0 Y_{ij}^n, Y_{ij}^n), \quad L = (1, 1, 1)'$$

Теперь мы построим параметрическое разностное уравнение, которое аппроксимирует уравнение (11):

$$e^{\xi_j} D_{ij}^n(A_0)_i \frac{Y_{ij}^{n+1} - Y_{ij}^n}{\Delta_t} + e^{\xi_j} D_{ij}^{n+1}(A_0)_i \frac{Y_{ij}^{n+1} - Y_{ij}^n}{\Delta_t} - \sigma \left[D_{ij}^{n+1} \frac{(B_0 Y)_{i+1j}^{n+1} - (B_0 Y)_{ij}^{n+1}}{\Delta_{\theta}} + D_{i+1j}^{n+1}(B_0)_{i+1} \frac{Y_{i+1j}^{n+1} - Y_{ij}^{n+1}}{\Delta_{\theta}} + D_{ij}^{n+1}(C_0)_i \frac{Y_{ij+1}^{n+1} - Y_{ij}^{n+1}}{\Delta_{\xi}} + D_{ij+1}^{n+1}(C_0)_i \frac{Y_{ij+1}^{n+1} - Y_{ij}^{n+1}}{\Delta_{\xi}} \right] - (1-\sigma) \left[D_{ij}^n \frac{(B_0 Y)_{i+1j}^n - (B_0 Y)_{ij}^n}{\Delta_{\theta}} + D_{i+1j}^n(B_0)_{i+1} \frac{Y_{i+1j}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_{\theta}} + D_{ij}^n(C_0)_i \frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_{\xi}} + D_{ij+1}^n(C_0)_i \frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_{\xi}} \right] + D_{ij}^n \left[2Q_0 - C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right]_i Y_{ij}^n = 0 \quad (12)$$

$$n = \overline{0, N-1}, \quad i = \overline{0, I-1}, \quad |j| = \overline{0, 1, 2, \dots}$$

$$i = 0, |j| = 0, 1, 2, \dots \text{ da} \\ (y_1)_{oj}^n - a_2 (y_2)_{oj}^n - b_2 (y_3)_{oj}^n = 0, \quad (13)$$

$$i = I, |j| = 0, 1, 2, \dots \text{ da} \\ (y_1)_{ij}^n + a_1 (y_2)_{ij}^n - b_1 (y_3)_{ij}^n = 0, \quad (14)$$

$$n = 0, i = 0, 1, 2, \dots, I, |j| = 0, 1, 2, \dots \text{ da}$$

$$Y_{ij}^0 = \left(e^{\frac{1}{2}\xi_j} \tilde{\psi}(\xi_j, \theta_i), e^{\frac{1}{2}\xi_j} \tilde{\psi}_\theta(\xi_j, \theta_i), e^{\frac{1}{2}\xi_j} \tilde{\psi}_\xi(\xi_j, \theta_i) \right)' \quad (15)$$

Теорема. Предположим, что выполнено равное условие Лопатинского. Тогда для $\sigma \in [0, 1]$ разностная схема (12)–(15) будет устойчив при энергетической норме $\sqrt{J_n}$, здесь

$$J^n = \Delta_\theta \Delta_\xi \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} (A_0 V, V)_{ij}^n.$$

Доказательство.

Вышеперечисленную систему уравнений с правой стороны скалярно умножаем на вектор, который составители состоят из единиц.

$$\left(\bar{D}_{ij}^n (A_0)_i \frac{Y_{ij}^{n+1} + Y_{ij}^n}{\Delta_t}, L \right) + \left(D_{ij}^{n+1} (\bar{A}_0)_i \frac{\bar{Y}_{ij}^{n+1} - \bar{Y}_{ij}^n}{\Delta_t}, L \right) = \\ \left((A_0)_i \frac{Y_{ij}^{n+1} + Y_{ij}^n}{\Delta_t}, (\bar{D}L)_{ij}^n \right) + \left((A_0)_i (DL)_{ij}^{n+1}, \frac{\bar{Y}_{ij}^{n+1} - \bar{Y}_{ij}^n}{\Delta_t} \right) = \\ \frac{1}{\Delta_t} (A_0 Y, \bar{Y})_{ij}^{n+1} - \frac{1}{\Delta_t} (A_0 Y, \bar{Y})_{ij}^{n+1};$$

$$\left(\sigma \bar{D} \frac{[B_0 Y]_{i+1} - [B_0 Y]_i}{\Delta_\theta}, L \right) + \left(\sigma D_{i+1} [\bar{B}_0]_{i+1} \frac{\bar{Y}_{i+1} - \bar{Y}_i}{\Delta_\theta}, L \right) = \\ = \sigma \left(\frac{[B_0 Y]_{i+1} - [B_0 Y]_i}{\Delta_\theta}, \bar{Y}_i \right) + \sigma \left([B_0 Y]_{i+1}, \frac{\bar{Y}_{i+1} - \bar{Y}_i}{\Delta_\theta} \right) = \\ = \frac{\sigma}{\Delta_\theta} (B_0 Y, \bar{Y})_{i+1j}^n - \frac{\sigma}{\Delta_\theta} (B_0 Y, \bar{Y})_{ij}^n;$$

здесь $D = D_{ij}^n$, $\bar{D}_{i+1} = \bar{D}_{i+1j}^n$ и т.д. Получим уравнения:

$$\left(\sigma \bar{D} C_0 \frac{Y_{j+1} - Y_j}{\Delta_\xi}, L \right) + \left(\sigma D_{j+1} C_0 \frac{\bar{Y}_{j+1} - \bar{Y}_j}{\Delta_\xi}, L \right) = \\ = \sigma \left(C_0 \frac{Y_{j+1} - Y_j}{\Delta_\xi}, \bar{Y}_j \right) + \sigma \left(C_0 Y_{j+1}, \frac{\bar{Y}_{j+1} - \bar{Y}_j}{\Delta_\xi} \right) = \\ = \frac{\sigma}{\Delta_\xi} (C_0 \bar{Y}, \bar{Y})_{ij+1}^n - \frac{\sigma}{\Delta_\xi} (C_0 Y, \bar{Y})_{ij}^n;$$

$$\left((1-\sigma) D_{ij}^n \frac{[B_0 Y]_{i+1j}^n - [B_0 Y]_{ij}^n}{\Delta_\theta}, L \right) + \\ + \left((1-\sigma) D_{i+1j}^n [B_0]_{i+1} \frac{Y_{i+1j}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\theta}, L \right) = \\ = (1-\sigma) \left(\frac{[B_0 Y]_{i+1j}^n - [B_0 Y]_{ij}^n}{\Delta_\theta}, Y_{ij}^n \right) + \\ + (1-\sigma) \left(\frac{Y_{i+1j}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\theta}, [B_0 Y]_{i+1j}^n \right) = \\ = \frac{1-\sigma}{\Delta_\theta} (B_0 Y, Y)_{i+1j}^n - \frac{1-\sigma}{\Delta_\theta} (B_0 Y, Y)_{ij}^n$$

$$\left((1-\sigma) D_{ij}^n (C_0)_i \frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\xi}, L \right) + \\ + \left((1-\sigma) D_{ij+1}^n [C_0]_i \frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\xi}, L \right) = \\ = (1-\sigma) \left(\frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\xi}, (C_0)_i Y_{ij}^n \right) + \\ + (1-\sigma) \left(\frac{Y_{ij+1}^n - Y_{ij}^n}{\Delta_\xi}, [C_0 Y]_{i,j+1}^n \right) = \\ = \frac{1-\sigma}{\Delta_\xi} (C_0 Y, Y)_{ij+1}^n - \frac{1-\sigma}{\Delta_\xi} (C_0 Y, Y)_{ij}^n$$

$$\left(\bar{D} \left[Q_0 - \mu C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y, L \right) + \left(D [\bar{Q}_0 - \mu \bar{C}_0] \bar{Y}, L \right) = \\ = \left(\left[Q_0 - \mu C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y, \bar{Y} \right) + \left(D [Q_0^* - \mu \bar{C}_0] \bar{Y}, Y \right) = \\ \left(\left[Q_0 + Q_0^* - 2 \operatorname{Re} \mu C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y, \bar{Y} \right)$$

Из этих уравнений получаем соотношения

$$e^{\xi_j} \frac{1}{\Delta_t} \left\{ (A_0 Y, \bar{Y})^{n+1} - (A_0 Y, \bar{Y})^n \right\} - \frac{\sigma}{\Delta_\theta} \left\{ (B_0 Y, \bar{Y})_{i+1} - (B_0 Y, \bar{Y})_i \right\} - \\ - \frac{1}{\Delta_\xi} \left\{ (C_0 Y, \bar{Y})_{j+1} - (C_0 Y, \bar{Y})_j \right\} - \frac{1-\sigma}{\Delta_\theta} \left\{ (B_0 Y, \bar{Y})_{i+1} - (B_0 Y, \bar{Y})_i \right\} - \\ - \frac{1-\sigma}{\Delta_\theta} \left\{ (C_0 Y, \bar{Y})_{j+1} - (C_0 Y, \bar{Y})_j \right\} + \\ + \left(\left[Q_0 + Q_0^* - C_0 + \frac{d}{d\theta} B_0 \right] Y, Y \right)_{ij}^n = 0$$

Эту соотношению умножаем на $\Delta_\xi, \Delta_\theta$ и сложим по i от 0 до $I-1$ и по j от $-\infty$ до $+\infty$.

Введя обозначение

$$\|Y^{n+1}\|_\Delta^2 = \Delta_\theta \cdot \Delta_\xi \cdot \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} e^{\xi_j} (A_0 Y_{ij}^{n+1}, \bar{Y}_{ij}^{n+1}) \text{ и принимая}$$

во внимание в $|\xi| \rightarrow \infty$ $\|Y\| = (\bar{Y}, Y)^{\frac{1}{2}} \rightarrow 0$ получим уравнение

$$\|Y^{n+1}\|_A^2 - \|Y^n\|_A^2 = \Delta_\theta \cdot \Delta_\xi \cdot \sigma \cdot \sum_{j=-\infty}^{+\infty} \left\{ (B_0 Y, \bar{Y})_{I,j}^n - (B_0 Y, \bar{Y})_{0,j}^n \right\} + \Delta_t \cdot \Delta_\theta \cdot \Delta_\xi \cdot \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{j=-\infty}^{+\infty} \left[Q_0 + Q_0^* - 2 \operatorname{Re} \mu C_0 - \frac{d}{d\theta} B_0 \right]_{ij} Y, \bar{Y}^n$$

На основе [2] можно доказать неравенство:

$$e^{\xi_0} (A_0 Y, Y)_{ij}^n > 0, \quad e^{\xi_0} (A_0 Y, Y)_{ij}^{n+1} > 0, \\ -\sigma (B_0 Y, Y)_{ij}^n \geq 0, \quad \sigma (B_0 Y, Y)_{ij}^n \geq 0, \\ \sigma (B_0 Y, Y)_{0j}^{n+1} \geq 0, \quad (1 - \sigma) (B_0 Y, Y)_{0j}^n \geq 0$$

А из этого получим соотношение

$$\|U^{n+1}\|_{W_2}^2 \leq \Delta_\theta \cdot \Delta_\xi \sum_{i=1}^{I-1} \sum_{j=-\infty}^{\infty} \left\{ (U, \bar{U})_{ij}^n + (U_t, \bar{U}_t)_{ij}^n + (U_x, \bar{U}_x)_{ij}^n + (U_y, \bar{U}_y)_{ij}^n \right\}$$

Это полностью доказывает теорему.

В статье показано приближенное решение смешанной задачи поставленного векторного волнового уравнения на угловом пространстве.

Список литературы:

1. Блохин А.М., Ткачев Д.Л. Смешанная задача для волнового уравнения в координатных областях. Получение априорных оценок для смешанных задач для многомерного волнового уравнения. // Вычислительные технологии. Т.1, № 1,2. 1996, с.13-37, 26-46.
2. Бердиева С.М., Имомова Ш.М. Использование инновационных технологий на уроках информатики // Наука, техника и образование. 2018.10 (51).С. 28-31.
3. Бердиева С.М., Имомова Ш.М. Построение двухмерных графиков на уроках информатики средствами Excel // ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. 2017. № 12(30).
4. Исроилов М.И. Ҳисоблаш усуллари. 1-қисм.-Тошкент, Ўзбекистон нашриёти, 2003.
5. Исмоилова М.Н., Имомова Ш.М. Интерполяция функции // ВЕСТНИК НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ 2020. № 3(81). Часть 3. С. 5.
6. Имомова Ш.М., Исмоилова М.Н. Вычисление наибольшего собственного значения матрицы и соответствующего ей собственного вектора в среде Mathcad // ACADEMY. 2020. № 6(57). С9.
7. Худойбергганов М.У. Устойчивость разностных схем для векторного волнового уравнения. // Труды Международной научной конференции. Дифф. урав. частными производными и родственные проблемы анализа и информатики. –Ташкент. 2004, с. 305-308.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ БАРАБАНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЛЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА

Каримхаджаев Назиржон

доцент,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан

Эркинов Икромжон Бахром угли

ассистент,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан

Дадабоев Равшанбек Махаммадали угли

ассистент,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: numanovshox@mail.ru

JUSTIFYING AN OPTIMAL DIMENSIONS OF TROMMEL USED FOR TILLAGE OF RICE PLANTING AREAS

Nazirjon Karimxodjayev

assistant professor, Andijan machine-building institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Ikromjon Erkinov

Assistant, Andijan machine-building institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Ravshanbek Dadaboyev

Assistant, Andijan machine-building institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В статье речь идет о подготовке поля для высаживания риса, очистке полей от сорняков и камыша, а также использовании метода повышения урожайности риса. В статье приведены результаты проведенных экспериментов.

ABSTRACT

The article touches up on making ready of the fields for rice, cleaning them from weed, cane and using the methods of raising the fertility of rice. The results of the experiments are given in the article.

Ключевые слова: технология, площадь, растение, фрезер, воздух, культиваторы, показатель, масса, размер, конструкция, барабан, математическая модель, опыт.

Keywords: technology, area, plant, milling cutter, air, cultivators, indicator, mass, size, design, drum, mathematical model, experience.

Введение. Известно, что для получения высокого урожая риса необходимо подготовить рисовые поля. Использование специальных технологий при изготовлении чеков для посева риса также эффективно, особенно если рисовые поля заросли тростником и подобными грубыми сорняками. Одна из таких технологий – убрать 0,5–0,6 метра площади на рисовых полях и заполнить полученные чеки водой.

Актуальность. Заполнение бордюров водой позволяет быстро разрастаться сорнякам – тростником и подобным грубым стеблям. По мере того как сорняки разрастаются и поднимаются на поверхность, их срезают и измельчают фрезами или специальными инструментами. Это наполняет срезанный стебель тростника водой и создает пробку. В результате в стебель попадает воздух, и по мере разложения он перестает расти.

Цели и задачи. При использовании указанной выше технологии использование фрезерных культиваторов становится намного экономичнее. Исследования показали, что, когда простые цилиндрические барабаны снабжены лезвиями, которые проходят вдоль его создателя, создается простое устройство для резки тростника.

Основным показателем, оценивающим технологический процесс работы сваи, является полнота обрезки тростника при каждой водозаливной проверке, а основными факторами, влияющими на этот показатель, согласно проведенным на данный момент исследованиям, являются: диаметр отверстия, шаг лопастей на поверхности отверстия, высота лопасти, скорость поступательного движения отверстия, масса отверстия, а также радиальное направление лопастей.

Однако в литературе утверждается, что указанные выше факторы не оказывают значительного влияния на массу зерна и радиальный угол лопастей по сравнению с другими факторами.

Поскольку увеличение массы лопасти приводит к резкому увеличению энергозатрат, при снижении эффективности выполнения технологического процесса установка лопасти с положительным или отрицательным углом к радиальному направлению мало влияет на качество технологического процесса, но приводит к усложнению конструкции барабана. Поэтому они не были включены в план экспериментальных исследований для обоснования размеров и режимов работы сваи.

Факторы, влияющие на параметр (Y) с параметром, представляющим качество технологического процесса работы сваи; X_1 – диаметр сваи, X_2 – шаг лопастей, размещенных на поверхности сваи, X_3 – высота лопасти. Планировалось определить математическую модель, представляющую взаимосвязь между поступательной скоростью оси X_4 в форме вторичного полинома [1; 2; 3], т.е.:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

где Y – оптимальный параметр или полнота среза тростника на затопленной границе;

x_i – независимые факторы (факторы), которые не связаны друг с другом и влияют на величину Y;

b_i – независимый фактор, влияющий на величину оптимизируемого параметра.

Поскольку экспериментальные исследования являются многофакторными, математическая теория планирования использовалась для обеспечения рентабельности и достоверности результатов экспериментальных исследований. Для этого есть несколько планов, например: центральная композиция, вращающийся стол, а также план Хартли Na_4 и другие планы, наиболее экономичным планом для наших экспериментов является план Хартли Na_4 . Это связано с тем, что четырехфакторный эксперимент должен быть выполнен в соответствии с центральным планом композиции, 26 экспериментов, или эксперимент с вращающимся столом, 32 эксперимента, и эксперимент Хартли Na_4 , 17 экспериментов будет достаточно. Если каждый эксперимент проводится с тремя повторениями, то общее количество экспериментов составляет 78 и 96 соответственно, а по плану Хартли Na_4 всего проводится 51 эксперимент.

Для определения значений коэффициентов (b_0, b_1, \dots, b_k) указанного выше полинома (1) факторы (X_1, X_2, X_3 , and X_4) принимаются как факторы, которые существенно влияют на процесс (1). Многофакторные экспериментальные исследования проводились при значениях, приведенных в таблице 1.

Матрица плана Хартли Na_4 , которая является основой эксперимента по указанным выше причинам, рандомизированная последовательность экспериментов на основе таблицы случайных чисел, значения факторов в каждом эксперименте и результаты, полученные экспериментом, приведены в таблице 2.

Таблица 1.

Названия факторов, единицы измерения, обозначения и пределы изменения (интервалы)

№	Факторы	Единица измерения	Присвоение		Пределы изменения			Шаги к изменению
			естественный	закодированный	-1	0	+1	
1	Диаметр шара	mm	D	x_1	300	380	460	80
2	Шаг размещения лезвия	mm	S	x_2	180	210	240	30
3	Высота ножа	mm	h	x_3	130	160	190	30
4	Скорость, с которой мяч движется вперед	m/s	V	x_4	1,2	1,8	2,4	0,6

Опыты проводились в поле в совхозе «Шоликор» Сырдарьинской области. Водонаполненные посевные участки в основном засорены тростником (густота посадки 51–250 кустов на квадратный метр площади), их высота – 0,1–1,4 м в посевной площади. Поверхность находится в постприводном состоянии, ее поверхность залита водой до толщины 10–12 см.

Результаты экспериментов были математически обработаны на ЭВМ «Наири-2» на основе программы, разработанной специалистами лаборатории «Моделирование механизированных технологических процессов в сельском хозяйстве» УзМЭИ.

Таблица 2.

Математически запланированная матрица, последовательность и результаты эксперимента

Серийный номер эксперимента	Рандомизированная процедура эксперимента			Переменные значения факторов				Результаты эксперимента, % (критерии оптимизации)			
				D	S	h	V _{agr}				
	k ₁	k ₂	k ₃	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	U ₁	U ₂	U ₃	U _{с.р.}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10	15	1	-1	-1	-1	+1	65,8	68,8	73,6	69,4
2	1	13	17	+1	-1	-1	+1	74,4	71,3	73,8	73,2
3	13	10	7	-1	+1	-1	-1	65,6	68,2	74,8	69,5
4	15	5	10	+1	+1	-1	-1	71,2	73,4	83,0	75,9
5	16	14	3	-1	-1	+1	-1	68,4	74,9	72,4	71,9
6	14	6	4	+1	-1	+1	-1	83,2	74,6	69,4	75,7
7	11	1	13	-1	+1	+1	+1	74,5	62,3	80,4	72,4
8	17	3	14	+1	+1	+1	+1	77,4	84,6	68,5	76,8
9	7	16	6	-1	0	0	0	89,5	80,5	79,4	83,1
10	8	11	12	+1	0	0	0	74,8	91,2	94,4	86,8
11	2	17	9	0	-1	0	0	93,2	97,3	85,3	88,6
12	12	7	11	0	+1	0	0	84,3	94,3	86,5	88,4
13	9	8	15	0	0	-1	0	89,7	69,9	75,9	78,5
14	3	2	16	0	0	+1	0	87,8	94,4	83,9	88,7
15	6	12	8	0	0	0	-1	86,4	71,4	74,8	77,5
16	4	9	5	0	0	0	+1	82,4	95,7	84,7	87,6
17	5	4	2	0	0	0	0	91,1	91,7	85,4	89,4

В результате была получена следующая математическая модель, отражающая полноту обрезки растений при обработке тростника на затопленных гектарах ножом, снабженным ножницами:

$$\begin{aligned}
 U = & 88,89 + 5,1X_3 + 5,03X_4 - \\
 & -5,19X_2X_3 - 3,98X_2X_4 - \\
 & -4X_1^2 - 5,37X_3^2 - 6,4X_4^2. \quad (2)
 \end{aligned}$$

Значимость коэффициентов данной математической модели анализировалась и оценивалась по критерию t-Стьюдента, а адекватность изучаемого технологического процесса с использованием этой модели анализировалась и оценивалась на основе специальных программ, введенных в компьютер по критерию Фишера [2; 3].

Максимальное значение модели (2) составляет в исследуемых интервалах влияющих на нее факторов; X₁ = 0; X₂ = 1,0; X₃ = 0,95; X₄ = 0,7; а их натуральные значения приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Барабан – оптимальный размер барабана

Значения факторов	Факторы			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Закодировано	0	-1	0,95	0,7
Естественный	380	180	180,5	1,68

Расчеты значений коэффициентов, приведенных в таблице 3, показывают, что при затопленных участках полнота стрижки ножами с оптимальными значениями тростника составляет 96,7 %, что удовлетворяет установленным агротехническим требованиям.

Для проверки указанных выше оптимальных значений факторов был изготовлен барабан и экспериментально протестирован по рассчитанным оптимальным параметрам. Результаты эксперимента подтвердили полную достоверность проведенных исследований, т.е. полнота обрезки тростника составила 93,9 %. Разница результатов расчетов и экспериментов составляет ΔU = U_к - U_т = 96,7 - 93,9 = 2,8, а погрешность составляет (2,8 ÷ 93,9) × 100 = 2,9 %.

Это означает, что ошибка исследования 2,9 % подтверждает оптимальный размер барабана.

Заключение. Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования показывают, что оптимальные параметры барабана, предназначенного для выращивания риса и удаления тростника, выросшего на водонаполненных посевных участках, должны быть следующими:

- диаметр барабана – $D_b = 380$ mm;
- шаг размещения лезвий – $S = 180$ mm;
- высота лопастей – $N = 180$ mm;
- скорость движения агрегата – $V = 1,7$ m/s.

Список литературы:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.Б. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 280 с.
2. Мельников С.В., Алёшкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л. : Колос, 1980. – 168 с.
3. Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах. РТМ 23.2.36–73. – М. : ВИСХОМ, 1976. – 116 с.

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ
ПЕРЕВОЗОЧНОЙ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА
ДИНАМИЧЕСКОГО ПОШАГОВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ***Абляимов Олег Сергеевич*

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*

**ALGORITHMIZATION OF THE OPTIMIZATION PROBLEM
OF THE LOCOMOTIVES TRANSPORTATION WORK ON THE BASED
DYNAMIC STEP-BY-STEP PROGRAMMING METHOD***Oleg Ablyalimov*

*Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair
«Locomotives and locomotive economy»
Tashkent state transport university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Предложены алгоритм решения задачи оптимизации, опираясь на метод динамического пошагового программирования и основные положения его реализации. Обосновано преимущество метода динамического пошагового программирования по сравнению с другими, существующими, аналогичными математическими методами и принципами оптимального управления.

ABSTRACT

An algorithm for solution the optimization problem is proposed, based on the method of dynamic step-by-step programming and the main provisions of its implementation. The advantage of the method of dynamic step-by-step programming in comparison with other existing similar mathematical methods and principles of optimal control is substantiated.

Ключевые слова: алгоритм, решение, задача, локомотив, перевозочная работа, вариант работы, шаг оптимизации, процесс, траектория, условно-оптимальный, реально-оптимальный, идеально-оптимальный, метод.

Keywords: algorithm, solution, problem, locomotive, transportation work, work option, optimization step, process, trajectory, conditionally optimal, real-optimal, ideal-optimal, method.

Для нахождения значений параметра выигрыша B_i^* надо соответствующим образом подбирать величины шага оптимизации (ШО), в пределах которого необходимо будет получить законченный процесс оптимизации, что осуществляется при использовании метода динамического пошагового программирования (ДПП), о чем уже говорилось в исследованиях [1-3].

На шаге оптимизации ШО, используя условно – оптимальную позицию работы (n_x), можно построить, начиная от конечного состояния C_k в обратном направлении, идеально – оптимальную траекторию (ИОТ), обеспечивающую выявление «идеального» состояния объекта в начале шага C_n^i и получение идеального выигрыша (рис. 1).

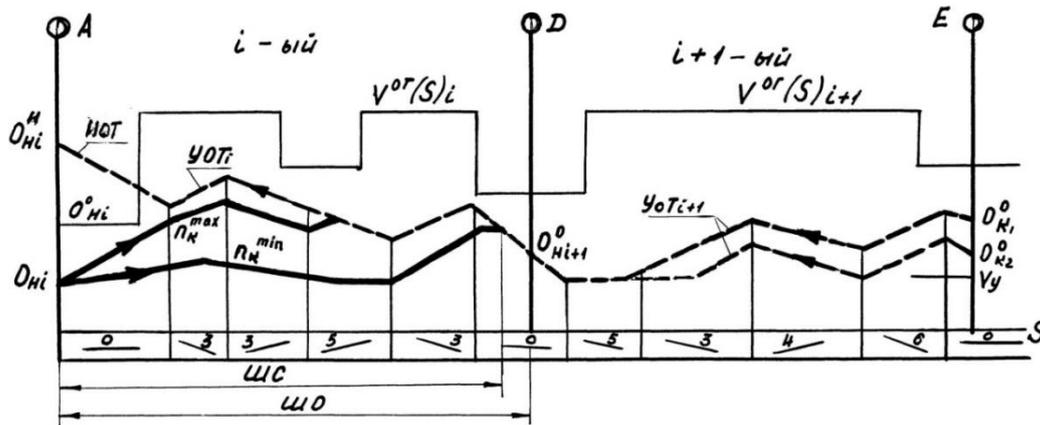


Рисунок 1. Схема решения задачи оптимизации методом динамического пошагового программирования

В реальных условиях ведения процесса, при наличии соответствующих ограничений значений координат O , строят условно – оптимальную траекторию, обеспечивающую достижение возможного условно – оптимального выигрыша B^0 и желательного в данных реальных условиях условно – оптимального начального состояния C_n^0 . Такие построения УОТ делают, как на текущем i -м шаге оптимизации ШО, так и на последующем $i+1$ -м шаге оптимизации ШО. Последнее имеет целью выявить только «желательное» состояние C_{ni+1}^0 , при этом построение можно начинать от любого возможного состояния в конце $i+1$ -ого шага оптимизации ШО в виду того, что при наличии ограничений значений координат объекта, принятие произвольного возможного значения C_{ni} не оказывает влияния на результаты полученного значения C_{ni+1}^0 , если процесс вести при неизменном режиме n_x . Заметим, что шаг оптимизации ШО; при этом должен быть достаточной протяженности, то есть выбран с учётом вышеуказанных обстоятельств. В подавляющих случаях за шаг оптимизации ШО можно брать расстояние между отдельными пунктами (перегон), что удобно также из – за необходимости учёта времени хода поезда по перегонам участка железной дороги.

Построение реально – оптимальной траектории (РОТ) и выявление оптимального управления P_T^* на i -м шаге оптимизации ШО производится с учётом скорейшего перехода на УОТ от заданного начального состояния C_{ni} (сам переход должен быть при возможно наивыгоднейшей позиции, обеспечивающий оптимальный режим выхода на УОТ или возможно лучшее приближение реальной траектории к УОТ, если переход на УОТ не представляется возможным). Введение процесса при переходе или приближении к УОТ с использованием наиболее выгодных позиций определяется особенностями конструкции локомотива и условий работы, а также выбором некоторой функции управления f_y , которая и регулирует процесс решения.

Важное значение имеет выбор шага оптимизации, то есть участка счёта, на котором можно получить оптимальное аддитивное значение выигрыша B_i^* и соответствующую оптимальную траекторию управления P_T^* . На шаге оптимизации ШО изменяется

траектория управления P_T , соответственно, фазовые координаты объекта, включая координату B .

В задачах, где оптимизируются координаты материальной базы процесса Мб и организации работ Ор, выявляется соответствующий участок влияния, оптимизируемой координаты O_y^i , который называем участком оптимизации (УО), объединяющим ряд шагов оптимизации ШО. Таким образом, участок оптимизации УО может быть и всем участком счёта и железнодорожным направлением, тогда как влияние оптимальной траектории управления P_T^* обычно распространяется лишь на соответствующий шаг оптимизации ШО.

Таким образом, на участок оптимизации УО выявление B_i^* производится за счёт выбора оптимизируемой координаты O_y^i и оптимальной траектории управления P_T^* .

При оптимизации перегона и оптимизации поездов варианта работы обычно можно принимать за шаг оптимизации ШО – перегон.

Для случаев оптимизации депо, регионального железнодорожного узла и направления, охватывающих пределы работы локомотива от станции прицепки до станции оборота (тяговое плечо) или от станции формирования до станции расформирования поездов, или соответствующие участки выбора профиля пути и т.д., приходится вести процесс оптимизации также и на шаге оптимизации (перегоне). Выбор шага расчёта при оптимизации по границам элементов профиля пути [5], а также выявление возможного состояния на границах шага оптимизации без специальных соображений, как это приходится делать при использовании метода динамического программирования, значительно усложняет все расчёты, о чем уже было сказано выше [4].

В пределах шага оптимизации ШО можно в отдельных случаях выделить ещё шаги сравнения (ШС), что позволяет иногда сократить объём расчётов при выявлении оптимальных траекторий режимов управлений (рис. 1), Крайними траекториями на шагах сравнения ШС будут траектории управления P_T при наименьшей, практически применяемой, позиции n_k^{min} с одной стороны и для наибольшей позиции n_k^{max} , с другой.

Выявление оптимального управления P_T^* на текущем i -м и последующем $i+1$ -м шагах оптимизации требует знания и конечного состояния C_{ki} , которое должно соответствовать «желательному» начальному состоянию объекта C_{ni+1}^0 на последующем $i+1$ -м шаге оптимизации ШО. Это будет обеспечивать наибольший выигрыш на двух смежных шагах оптимизации ШО.

Для выявления C_{ni+1}^0 производят построение условно – оптимальной траектории УОТ $_{i+1}$ на $i+1$ -м шаге оптимизации ШО от некоторого возможного конечного состояния C_{ni+1}^0 на $i+1$ -м шаге оптимизации ШО (рис. 1). Условно – оптимальная траектория УОТ $_{i+1}$, строится на шаге оптимизации ШО в обратном направлении с использованием режима, обеспечивающего построение условно – оптимальной траектории и нахождения соответствующего желательного состояния. Построение условно – оптимальной траектории УОТ ведут с использованием позиции n_x , которая обеспечивает получение условно – оптимального выигрыша и соответствующего «желательного» начального состояния объекта. Условно – оптимальная траектория УОТ – есть построенная с конца шага оптимизации ШО в обратном направлении условно – оптимальная траектория обратного хода процесса, с учётом соответствующих ограничений состояния и объекта и использования позиции n_x .

Позиция n_x должна обеспечивать наименьшие затраты энергии и времени, а следовательно и наименьшие расходы, связанные с этими координатами. Обычно n_x соответствует позиции холостого хода.

Особенностью принятого в работе метода динамического пошагового программирования является организация расчёта на двух смежных шагах оптимизации, расположенных в начале участка счёта. В указанном методе расчёты на шаге оптимизации производят вначале «обратно», а затем «вперед» (рис. 1). Расчёты на шаге оптимизации «обратно» дают возможность при известном C_{ki} или намеченном C_{ni+1}^0 получить условно – оптимальную траекторию, которая обеспечивает протекание процесса с наибольшим выигрышем в каждом случае и выявление наивыгоднейшего (желательного) состояния объекта в начале шага оптимизации. При заданном (известном) начальном состоянии C_n организуется процесс в направлении скорейшего достижения и перевода процесса на уже построенную условно – оптимальную траекторию.

В методе динамического программирования расчёты начинают на шаге оптимизации, расположенном в конце участка, а сами расчёты организуются, как при первом проходе шагов оптимизации с конца участка, так и при втором проходе шагов оптимизации с начала участка, только «вперед», то есть по ходу процесса. При такой организации расчётов неизбежно получение любых конечных состояний C_{k1} , C_{k2} при известном начальном C_n , которое в методе динамического программирования может быть принято любым из возможных исходных состояний объекта на шаге оптимизации расчёта. Конечное состояние

объекта известно только в конце участка счёта. Таким образом, в методе динамического программирования выбор лучшего варианта траектории будет связан с просчётами всех возможных состояний объекта для промежуточных шагов оптимизации и необходимостью запоминания огромной промежуточной информации на всем участке счёта, как состояний, так и режимов ведения поезда.

Предложенный метод динамического пошагового программирования исключает это существенное неудобство, так как процесс расчётов проводится на двух смежных шагах оптимизации и порядком отличающимся от применяемого в методе динамического программирования [4].

Полагая, что для решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов достаточно просмотреть 10 – 12 вариантов по скорости управления V_y (от $V_{ym} = 10$ до $V^{or} = 80$ км/ч через интервал скорости в $\Delta V_y = 10$ км/ч с уменьшением интервала скорости ΔV_y до 2 – 3 км/ч в зоне нахождения экстремума), 8 – 10 вариантов пределов изменения $n_k^H - n_k^K$ при дизельной тяге (тепловозах) и 15 – 20 вариантов изменений $n_k^H - n_k^K$ при электрической тяге (электровозах). Общее максимальное число вариантов просчёта на каждом шаге оптимизации будет достигать приблизительно 200 – 240 раз, что потребует примерно машинного времени 5 – 7 минут на один шаг оптимизации.

При построении условно – оптимальной траектории УОТ и реально – оптимальной траектории РОТ большее значение имеет выбор «нижнего уровня» состояния, обычно принимаемого равного выбранной скорости управления V_y . «Верхний» уровень состояния объекта определён обычно ограничением скорости $V^{or}(S)$, поэтому, выбрав скорость управления V_y , можно получить определенный «коридор» изменения состояния объекта на шаге оптимизации, в значительной степени определяющий траекторию режима управления и координат объекта, в том числе и времени хода по перегонам t_n . Меняя значения скорости управления V_y от некоторой наименьшей величины V_{ym} до наибольшей V^{or} через определенный интервал изменения скорости ΔV_y , можно получать соответственно траекторию управления P_T , положение условно – оптимальной траектории УОТ при определенном изменении рабочих позиций прямого хода $n_k(S)$ – регулировать выбор реально – оптимальной траектории РОТ по условиям достижения наибольшего выигрыша в при принятых условиях его реализации.

Выбор траектории управления на участках выхода к условно – оптимальной траектории УОТ производится по заранее намеченному порядку, охватывающему все возможные позиции контроллера машиниста от n_k^H до n_k^K и пределы их колебаний согласно (1.64) [3] с учётом возможности реализации наибольших к.п.д. локомотива (см. формулу 1.63) [3]. В итоге построений получают наиболее полное приближение реального процесса к условно – оптимальному, а следовательно и практически возможному оптимальному решению. Можно получить процесс, в какой – то степени, приближающийся

к условно – оптимальной траектории УОТ и чем лучше это приближение, тем эффективнее решение. Говорить о возможности полного достижения условно – оптимальной траектории УОТ или идеально – оптимальной траектории ИОТ практически невозможно. Например, для идеально – оптимальной траектории ИОТ, если за параметр выигрыша B принять расход энергии E , то можно полагать $\min E = E_B$.

Для условно – оптимальной траектории УОТ уже будем иметь $\min E = E_B + E_K^y$, а для реально – оптимальной траектории РОТ практически можно достигнуть величины $\min E = E_B + E_K^y$.

Величина E_K^y – есть некоторый расход энергии на касательную механическую работу при достижении условно – оптимальной траектории УОТ.

Основные положения разработанного алгоритма сводятся к следующему.

1. Процесс расчёта делится на циклы, каждый из которых выполняется на двух смежных шагах оптимизации – текущем i -м шаге оптимизации ШО и последующем $i + 1$ -м шаге оптимизации ШО, начиная от начала участка. Условия (8) [3] и (15) [3] при решении задач оптимизации перевозочной работы локомотивов, как правило, позволяют принимать протяжённость шага оптимизации ШО равной длине перегонов.

2. Находят условно – оптимальное состояние в начале $i + 1$ -го шага оптимизации ШО (перегона) согласно (15) [3], а затем строят условно – оптимальную траекторию УОТ $_i$ на i – м шаге оптимизации ШО (перегоне) начиная от состояния C_{ni+1}^0 .

3. При решении (19) [3] на i – м ШО принимают первое значение V_{ul} , а затем выбирают согласно (1.64) [3] соответствующий предел колебаний $n_K^H - n_K^K$ и в выбранном пределе $n_K^H - n_K^K$ на основании (17) [3] выбирают конкретное значение условно-оптимальной траектории режимов рабочего хода $n_K^0(S)$. В результате для принятого варианта получают некоторое значение выигрыша B_{j1} . Затем для нового предела (диапазона) $n_K^H - n_K^K$ аналогичным порядком находят второе значение выигрыша B_{j2} и т.д.

Из всех найденных значений B_{j1}, B_{j2}, \dots выбирают относительно – оптимальный вариант со значением выигрыша B_1^+ , которое запоминают.

Проводя последовательно на i – м шаге оптимизации ШО аналогичные расчёты при разных значениях V_{y2}, V_{y3}, \dots находят соответствующие относительно – оптимальные значения $B_2^+, B_3^+, \dots, B_j^+$, из которых уже находят абсолютно – оптимальное значение B_i^* и соответствующую оптимальную траекторию режима управления P_T^* на i -м шаге оптимизации ШО.

4. Переходы от рабочего хода к холостому ходу и от холостого хода к торможению (определение координат пределов интегрирования для каждого периода процесса) находят по условиям:

для нахождения координаты $S_{кр}$

$$V_{пр} > V_K^0 \quad (1)$$

нахождения координаты $S_{кх}$

$$V_{пх} > V_T^0 \quad (2)$$

где $V_{пр}$ и $V_{пх}$ – значения скорости для прямого рабочего и холостого хода в рассматриваемом сечении;

V_K^0 и V_T^0 – значения скорости для условно – оптимальной траектории скорости движения при торможении, которая строится в обратном ходу процесса направления на некотором отрезке пути D_T . [6]. Для уточнения отыскания указанных точек перехода соответствующие расчёты проводятся на фиксированном шаге интегрирования уравнения (10) [1], который обычно принимается в пределах $h_{ф} = 50 - 100$ м. Такие расчёты организуются в пределах длины элемента профиля пути, на котором определена точка перехода.

5. Касательная работа с наибольшим коэффициентом полезного действия силовой цепи локомотива (η_B) реализуется согласно (17) [3].

Значение коэффициента полезного действия η_B силовой цепи локомотива на текущем h_K шаге интегрирования уравнения движения поезда зависит от применяемой позиции n_K , текущей скорости $V_n [n_K(S)]$ (км/ч), силы тяги реализуемой в данный момент $F_{кн} \{V_n [n_K(S)], n_K(S)\}$, (Н, кгс), а также величины потока энергии в силовой цепи локомотива $b_{кн} \{V_n [n_K(S)], n_K(S)\}$ (кг/мин) для тепловозов и a – для электровозов.

В каждый момент работы на h_n можно найти согласно (1.63) [3] наибольшее значение η_B и соответствующую позицию контроллера машиниста, используя выражение

$$\max \eta_B = \max_{n_K \in n_K^H - n_K^K} \left\{ \frac{a_E F_{кн} \{V_n [n_K(S)], n_K(S)\} \cdot V_n(S)}{b_{кн} \{V_n [n_K(S)], n_K(S)\}} \right\} \quad (3)$$

где a_E – энергетический эквивалент механической работы.

Для тепловозов $a_E = 0,392 \cdot 10^{-5}$, для электровозов постоянного тока $a_E = 0,907 \cdot 10^{-3}$ и для электровозов переменного тока $a_E = 0,109 \cdot 10^{-3}$.

На основании (3) можно на каждом h_n выявлять наибольшее значение η_B и соответствующую позицию n_K в зависимости от пути. Необходимые значения $F_{кн}(V_n, n_K)$ и $b_{кн}(V_n, n_K)$ находят, используя их выражения через аппроксимирующие полиномы.

Вначале делают выбор позиции n_K контроллера машиниста с $\max \eta_B$ для всех значений от n_K^{min} до n_K^{max} . Затем, если по ходу расчётов это потребует, либо нижние значения n_K^H увеличивают, то есть берут от $n_K^{min} + 1$ до n_K^{max} , а затем от $n_K^{min} + 2$ до n_K^{max} и т. д. Либо уменьшают верхнее значение, то есть берут от n_K^{min} до $n_K^{max} - 1$, затем от n_K^{min} до $n_K^{max} - 2$ и т. д.

Правильный ход процесса выбора пределов определится тенденцией изменения значений параметра выигрыша B .

6. По окончании расчётов первого цикла переходят к расчётам второго, при этом $i + 1$ -й шаг оптимизации ШО первого цикла принимается за i – й шаг оптимизации ШО второго цикла, а последующий будет уже $i + 1$ – й шаг оптимизации ШО и т. д.

Таким образом, расчёты ведутся на двух смежных шагах оптимизации ШО, что позволяет производить все вычисления на участке счёта без запоминания

большой промежуточной информации, а это, в первую очередь, является неоспоримым преимуществом предложенного метода динамического пошагового программирования по сравнению с другими,

существующими, математическими методами и принципами оптимального управления.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. К методу решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10697> (дата обращения: 09.09.2020).
2. Абляимов О.С. О решении задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10698> (дата обращения: 09.09.2020).
3. Абляимов О.С. Обоснование метода решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10699> (дата обращения: 09.09.2020).
4. Абляимов О.С. О решении задачи оптимизации методом динамического программирования [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10670> (дата обращения: 09.09.2020).
5. Сидельников В.М. Выбор оптимальных режимов управления локомотивом с использованием ЭЦВМ [Текст] / В.М. Сидельников // Научный журнал «Вестник ВНИИЖТ» / Всесоюзный науч-иссл. ин-т. ж-д транспорта. – М.: Трансжелдориздат, 1965, № 2. – С. 52 – 58.
6. Толкачев А.В. Некоторые вопросы алгоритмизации тяговых расчётов [Текст] / А.В. Толкачев, С.Г. Упадышева // Тр. ТашиИТ, вып. 55 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1968. – С. 73 – 81.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОШАГОВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Аблялимов Олег Сергеевич

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»,

Ташкентский государственный транспортный университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: o.ablyalimov@gmail.com

SELECTION OF THE OPTIMAL TRAJECTORIES OF MOTION BY DYNAMIC STEP BY STEP PROGRAMMING

Oleg Ablyalimov

Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair

«Locomotives and locomotive economy»

Tashkent state transport university,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Показан пример расчёта по выбору оптимального управления движением поезда на виртуальном участке железной дороги с помощью метода динамического пошагового программирования и алгоритма его реализации.

ABSTRACT

An example of the calculation for the choice of the optimal control of the movement of a train on a virtual section of the railway using the method of dynamic step-by-step programming and an algorithm for its implementation is shown.

Ключевые слова: алгоритм, решение, шаг оптимизации, траектория, условно-оптимальный, реально-оптимальный, идеально-оптимальный.

Keywords: algorithm, solution, optimization step, trajectory, conditionally optimal, real-optimal, ideal-optimal, method.

В настоящем исследовании рассматривается пример расчёта поцикловому выбору оптимальных траекторий движения поезда на виртуальном участке железной дороги методом динамического пошагового программирования, алгоритм реализации которого подробно обоснован в работе [1].

Расчёты каждого цикла имеют целью достижения законченного оптимального решения на $i - m$ перегоне, то есть получить оптимальные значения параметра выигрыша B_i^* , времени хода t_n^* поезда по перегонам и управления P_T^* . После завершения расчётов первого цикла, переходят к расчётам второго цикла.

Расчёты каждого цикла начинают с поиска соответствующей информации, необходимой для построения условно – оптимальной траектории УОТ на $i+1$ -м шаге оптимизации ШО, то есть находят значения $i_{kn}^0, \sum l_n^0, \sum L_0, V^{or}, \dots$ и т.д. (рис. 1).

Для лучшей наглядной иллюстрации сказанного, проведём графическое ручное решение задачи оптимизации с использованием метода МПС [4,5] для построения кривой скорости $V(S)$ движения поезда на участке счёта. Ведём счёт в обратном направлении от некоторой начальной точки – скорости V_{ki}^0 (обычно $V_{ki}^0 = V_{ум}$), используя режим n_x холостого хода поезда,

обеспечивающий получение условно – оптимальной траектории УОТ $_{i+1}$. Построенная таким образом условно – оптимальная траектория УОТ $_{i+1}$ (линия $V_{ki}^0 - V_n^0 - 1 - V_{ki+1}^0$) позволяет выявить желательную скорость V_{ni+1}^0 , в начале $i + 1$ -го шага оптимизации ШО, которой должна быть равна и конечная скорость V_{ki} на $i - m$ шаге оптимизации ШО (рис. 1). Однако, в общем случае, конечная скорость может быть и отличной от скорости V_{ki+1}^0 , так при величине V_{y2} значение $V_{ki}^2 > V_{ni+1}^0$ (см. рис. 1). Зная V_{ni+1}^0 и учитывая принятое первое значение V_{y1} , выполняют построение условно – оптимальной траектории УОТ на $i - m$ шаге оптимизации ШО (линия $V_{ni+1}^0 - b - c - d - e - f - V_{ni}^0$). Затем ведут построение реально – оптимальной траектории РОТ на $i - m$ шаге оптимизации ШО в прямом направлении, начиная его построение от известной скорости в начале шага оптимизации ШО – $V_{Ai} = V_3$.

В стремлении достигнуть условно – оптимальную траекторию УОТ $_i$ можно применять любые позиции контроллера машиниста в соответствии с диаграммой удельных равнодействующих сил поезда (рис. 2).

С целью упрощения ручного счёта начинаем построение реально – оптимальной траектории РОТ $_i$ от наименьшей, практически используемой позиции n_k^{min} (на рис. 1 принята позиция $n_k^{min} = 7$). Расчёт

траектории $V(S)$ ведётся на основании решения уравнения (1) [2] выбранным (принятым) численным методом.

В результате получим на i -м шаге оптимизации ШО траекторию $V(S)$ первого варианта (вариант 1 – линия $V_{Ai-k-f-e-b-V_{Hi+1}^0}$), для которой на i -м шаге оптимизации ШО проводят подсчёты всех необходимых координат положения и состояния поезда, а также значения слагаемых выигрыша (значения E_k , Ξ_{Xk} и т. д.). Будет также определена траектория режима P_{T1} (для примера траектория P_{T1} показана на рис 1, внизу). Каждому варианту траектории будет соответствовать значение координаты времени процесса на шаге оптимизации (то есть $P_{T1} \rightarrow t_1$, $P_{T2} \rightarrow t_2 \dots$), поэтому проведя аналогичные расчёты для нового

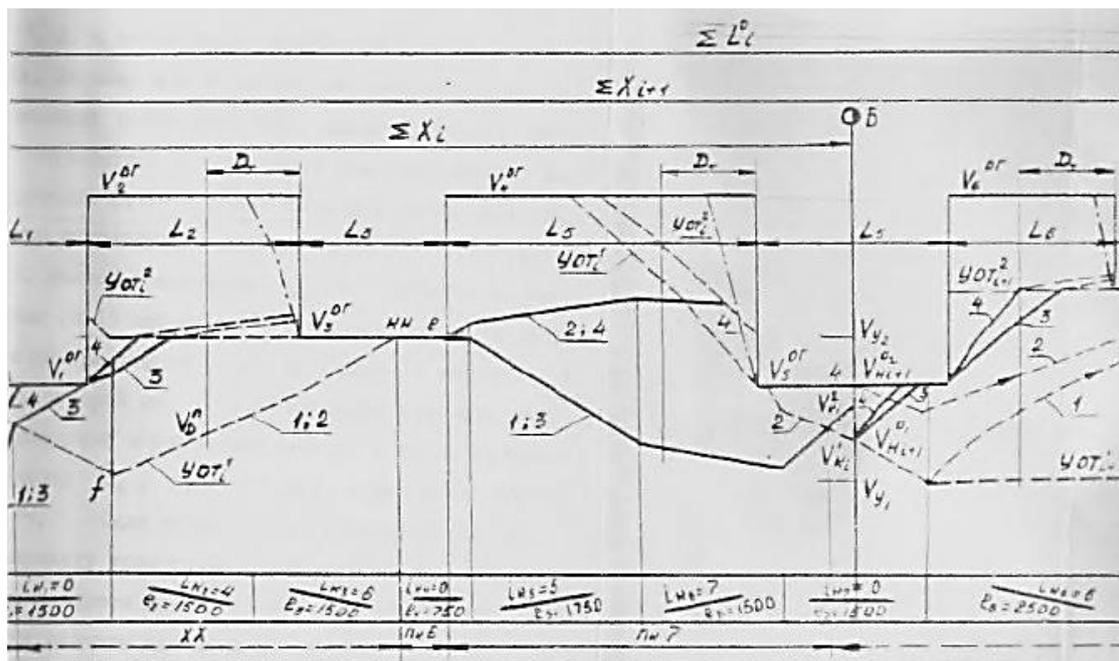
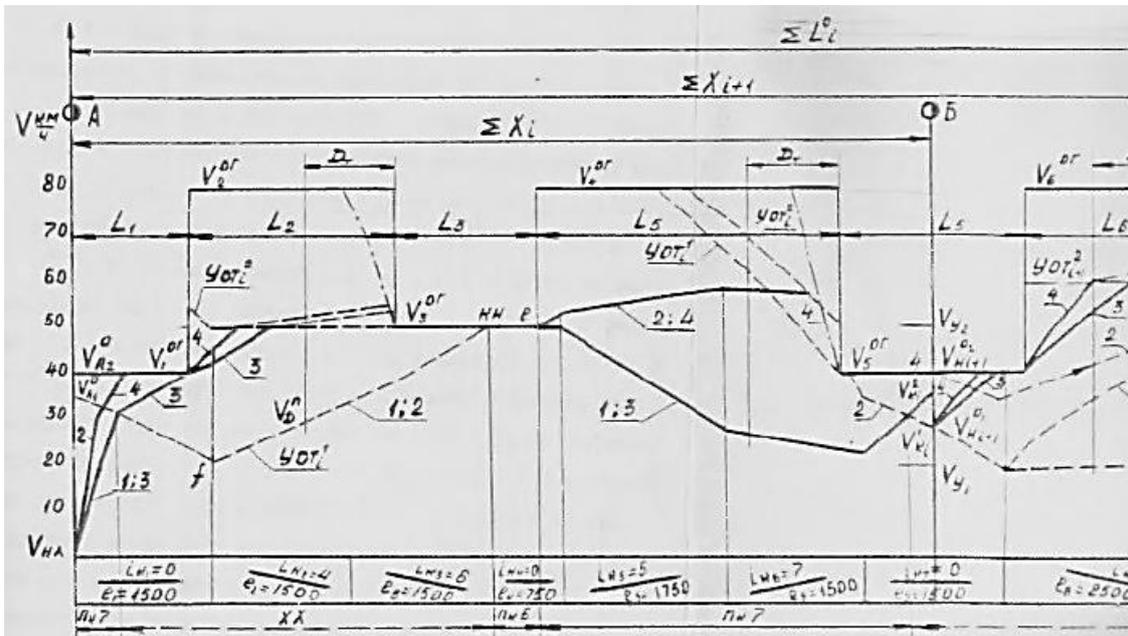
значения V_{y2}, V_{y3}, \dots , но оставляя позицию n_k^{min} неизменной, можно получить ряд значений B_{k1}, B_{k2}, \dots и построить зависимость $B_k = f(t)$ для i -го шага оптимизации ШО (рис. 3).

Конечное вариационное приращение слагаемой параметра выигрыша B_k будет равно разности значений двух смежных вариантов

$$\Delta_o B_{kj} = B_{kj+1} - B_{kj},$$

где B_{kj+1} и B_{kj} – значения B_k на i -м шаге оптимизации ШО для двух выбранных значений V_{yn+1} и V_{yn} при очередном режиме $n_{kn} = \text{пост}$;

j – обозначение (номер) очередного варианта траектории, при соответствующих скорости управления V_{yn+1} и режима n_{kn} .



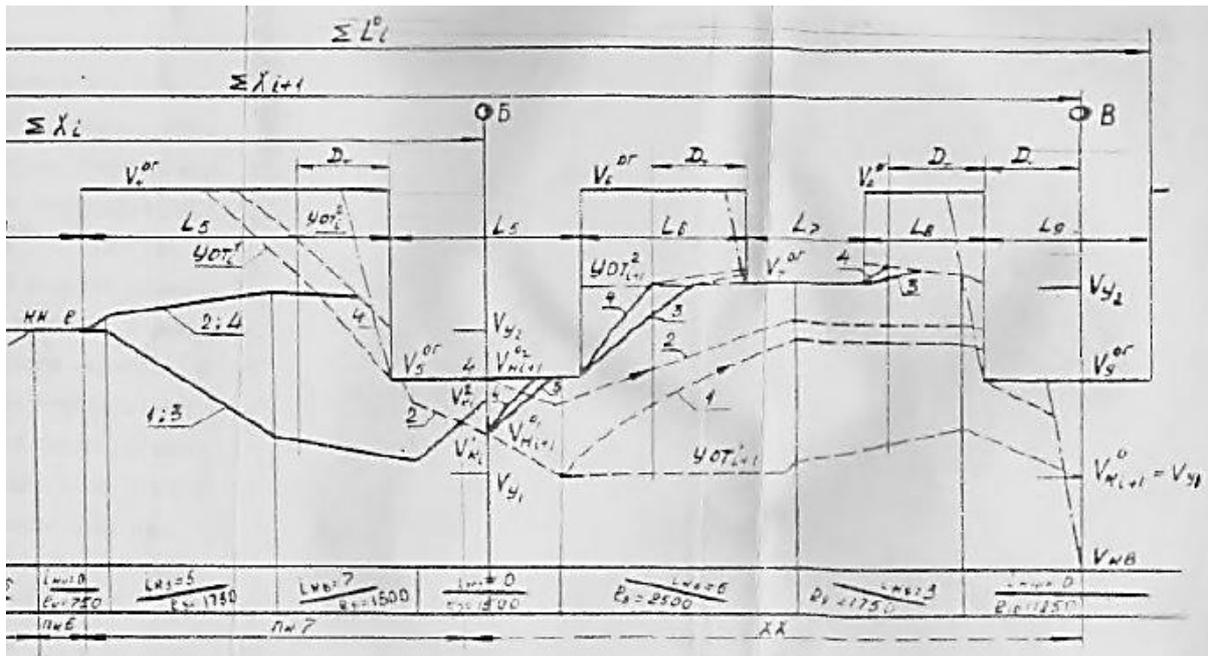


Рисунок 1. К выявлению оптимальных времени хода t_n^* и режима ведения P_m^* поезда на участке А – Б – В: на перегоне А-Б – 1. $V_{y1}=20, n_{к1}=7$; 2. $V_{y1}=20, n_{к1}=15$; 3. $V_{y2}=50, n_{к2}=7$; 4. $V_{y2}=20, n_{к2}=15$ и на перегоне Б-В – 1. $V_{y1}=20, n_{к1}=7$; от V_{hi+1}^{01} ; 2. $V_{y1}=20, n_{к1}=7$ от V_{hi+1}^{02} ; 3. $V_{y2}=60, n_{к2}=7$ от V_{hi+1}^{01} ; 4. $V_{y2}=60, n_{к2}=15$ от V_{hi+1}^{02}

Для двух рассмотренных смежных вариантов траекторий $V(S)$, также находят конечное вариационное приращение слагаемой $B_{vj} - \Delta\sigma B_{vj} = B_{vj+1} - B_{vj}$, а затем значение $\sigma_j = (\Delta_\sigma \cdot B_{kj}) / (\Delta_\sigma \cdot B_{vj})$.

Меняя величину V_y можно найти решение, когда будет иметь место $\sigma_j = -1$, то есть первое локальное решение, соответствующее принятому первому кпп на шаге оптимизации ШО.

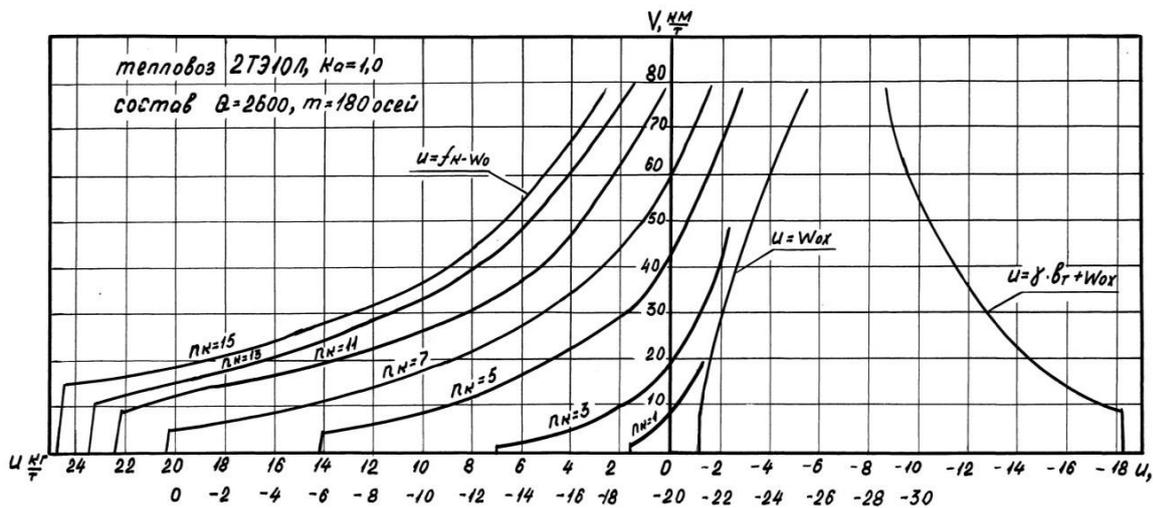


Рисунок 2. Удельные равнодействующие силы поезда в зависимости от скорости движения и позиций управления

Величина первого относительно – экстремального значения B будет $B_1^+ = B_{k1}^+ + B_{k2}^+$, где величина $B_{k1}^+ = B_{kj} + 0,5 \cdot \Delta_\sigma \cdot B_{kj}$ и $B_{k2}^+ = B_{vj} + 0,5 \cdot \Delta_\sigma \cdot B_{vj}$.

Аналогичные расчёты выполняют на i – м шаге оптимизации ШО, выбирая уже другие позиции контроллера машиниста $n_{кi}$ при соответствующем принятом в расчётах V_{yn} . Затем и при других V_y , выбираемых согласно принятому закону изменения их $V_{yn+1} = V_{yn} + \Delta V_{yn}$. В результате будут получены ряд относительно – экстремальных значений выигрыша на

i – м шаге оптимизации ШО, а именно – $B_1^+, B_2^+, B_3^+, \dots$, из которых очевидно следует выбрать оптимальный вариант, обеспечивающий наибольший выигрыш B_i^* , который берем как абсолютно – экстремальный. Для этого оптимального варианта будет также получена оптимальная траектория управления P_{Ti}^* и оптимальное время хода t_n^* по перегонам (рис. 2) [1].

В задачах оптимизации перевозочной работы локомотивов, когда для очередного ШО (перегона)

задано время, то есть $t_n = \text{пост.}$, процесс расчёта ведется аналогично, однако выбор относительно – оптимального решения производится с учётом условия

$$t_n^r + \Delta t_T \geq t_{cp}^i \geq t_n^r - \Delta t_T \quad (1)$$

где $t_{cp}^i = \frac{t_{j+1}^i + t_j^i}{2}$ – среднее значение времени хода на i – м шаге оптимизации ШО (перегона) для двух соседних смежных вариантов траекторий;

Δt_n^r – заданное время хода на i – м шаге оптимизации ШО;

Δt_T – допустимое отклонение.

Отклонение при выполнении равенства (1) можно допустить в $\pm 0,5$ мин.

При соблюдении условия (1) относительно – оптимальное значение B_{kj}^+ запоминают для всех просматриваемых вариантов, при разных V_y и $n_k(S)$.

Окончательное решение производится после выявления наибольшего B_k из всех просмотренных локальных значений B_{kj}^+ .

На рис. 1. показаны также построения траекторий для вариантов 2, 3 и 4, в которых изменялось значение V_y и n_k .

В табл. 1 и на рис. 3 приведены конкретные результаты оптимизации времени хода по перегонам А – Б – В по следующим параметрам выигрыша – расходу топлива и величине перевозочных затрат.

Описанный порядок смены V_y и n_k может быть проведён другим порядком, когда расчёты вначале ведут при различных n_k , но с неизменным значением V_y . В этом случае необходимые результаты могут быть достигнуты с меньшей затратой времени.

Таблица 1.

Результаты расчётов по выбору оптимальной траектории и времени хода поездов на участке А – Б – В. Принято $\Gamma = 14,15$ млн.т нетто в год, $n_c = 24$ поезда в сутки, $\mathcal{E}_{\text{хп}} = 4,85$ руб./поездуочасток, $\mathcal{E}_{\text{пн}} = 42500$ руб/год

n_k	V_y , км/ч	$E_{\text{кб}}, \text{ кг}$	E , кг	Слагаемые и величина \mathcal{E}_x , руб./поезд. уч.			Слагаемые и величина \mathcal{E}_r , руб/год			t , мин.
				$\mathcal{E}_{\text{хк}}$	$\mathcal{E}_{\text{хв}}$	\mathcal{E}_x	$\mathcal{E}_{\text{рк}}$	$\mathcal{E}_{\text{гв}}$	\mathcal{E}_r	
7	60	97,3	114,5	15,355	3,1485	23,3535	134500	76400	253400	22,8
7	20	54,7	75,7	9,35	3,816	18,016	81600	90700	214800	27,6
7	10	50,6	74,5	8,795	4,176	17,821	77000	98000	217500	30,2
15	60	119,7	133,7	17,77	2,534	25,154	155000	64000	261500	18,4
15	20	45,7	64,7	7,76	3,424	16,034	68000	82600	193100	24,8
15	15	42,5	64,2	7,36	3,68	15,89	64600	85000	192100	26,6
15	10	42,3	64,0	7,32	3,90	16,070	64200	90000	196700	28,2

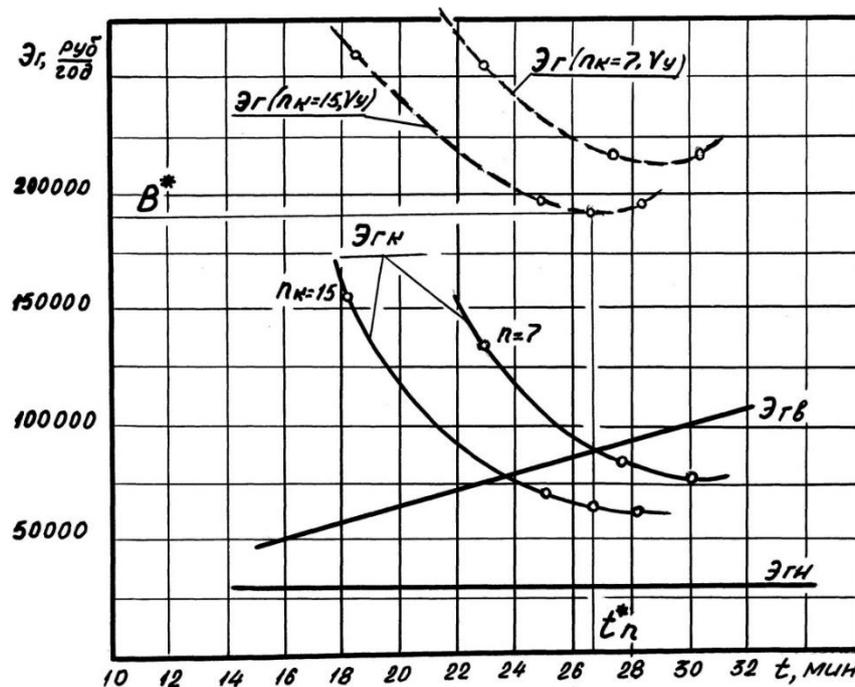


Рисунок 3. Зависимости слагаемых и величины \mathcal{E}_g на участке А – Б – В для $n_k = 7$ и $n_k = 15$ при изменении V_y скорости управления

Для участков выхода искомой траектории на условно – оптимальную траекторию УОТ значения n_k принимались неизменными на шаге оптимизации ШО, что было сделано с целью упрощения ручного счёта при приближённом решении задачи. При выполнении расчётов на ЭВМ значения $n_k(S)$ принимают по определённом закону, например, согласно условию (17) [3].

Порядок выявления оптимального решения даётся в разработанном алгоритме, операторная блок – схема которого с перечнем операторов и блоков на схеме приведена в [6]. Полный алгоритм решения из-за

громоздкости материала не приводится, однако заметим, что решение уравнения (10) производится методом [7,8], а выбор предварительного шага интегрирования и порядок расчёта траектории при торможении подробно описан в [6].

Таким образом, рассмотрена сущность практической реализации разработанного алгоритма по решению задачи оптимизации методом динамического пошагового программирования, которые в последующем необходимо апробировать для реальных участков железных дорог.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. Алгоритмизация задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов на основе метода динамического пошагового программирования [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10713>. (дата обращения: 07.09.2020).
2. Абляимов О.С. Уравнение движения поезда и некоторые методы его решения [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10713> (дата обращения: 07.09.2020).
3. Абляимов О.С. Обоснование метода решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10713> (дата обращения: 07.09.2020).
4. Бабичков А.М. Тяга поездов и тяговые расчёты [Текст] / А.М. Бабичков, П.А. Гурский, А.П. Новиков // Учебник для студентов вузов ж-д транспорта. – М.: Транспорт, 1971. – 280 с.
5. Правила тяговых расчётов для поездной работы [Текст] / Всесоюзный научно – исследовательский институт железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
6. Толкачёв А.В. Некоторые вопросы алгоритмизации тяговых расчётов [Текст] / А.В. Толкачёв, С.Г. Упадышева // Тр. ТашИИТ, вып. 55 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1968. – С. 73 – 81.
7. Толкачёв А.В. О численном методе решения уравнения движения поезда [Текст] / А.В. Толкачёв // «Вестник ВНИИЖТ» / Всесоюзный науч-иссл. ин-т. ж-д транспорта. – М.: Трансжелдориздат, 1972, № 7. – С. 53 – 59.
8. Толкачёв А.В. Решение дифференциальных уравнений методом хорд [Текст] / А.В. Толкачёв // Сб. Вычислительная и прикладная математика. ИК с ВЦ АН УзССР, Ташкент, 1972.

ЗАЩИТА ОТПЕЧАТКОВ ПАЛЬЦЕВ В СИСТЕМАХ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КРИПТОГРАФИИ И ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ

Нуруллоев Фируз Нумонжонович

*преподаватель,
Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: evrikiy@list.ru*

SECURITY OF FINGERPRINTS IN BIOMETRIC AUTHENTICATION SYSTEMS USING CRYPTOGRAPHY AND WATERMARKING TECHNIQUE

Firuz Nurulloev

*Lecturer, Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

Распознавание отпечатков пальцев является надежным решением в системах аутентификации пользователей. Эта статья посвящена определению защищенной модели аутентификации, основанной на защите шаблонов отпечатков пальцев, используя подходы криптографии и водяных знаков.

ABSTRACT

Fingerprint recognition is a reliable solution in user authentication systems. This paper deals with the definition of a secure authentication model, based on fingerprint template protection by using the approaches of cryptography and watermarking.

Ключевые слова: шаблон отпечатка пальца, биометрическая аутентификация, отпечаток пальца водяным знаком, шифрование.

Keywords: fingerprint template, biometric authentication, watermarked finger-print, encryption.

Введение. Распознавание идентичности по-прежнему является актуальной проблемой, и ее решение может помочь аутентификации пользователя, обеспечить безопасный доступ к ограниченным областям и в любое время можно автоматически определить личность человека. Человек может быть идентифицирован с помощью анализа своих физических особенностей: автоматизированных методов и алгоритмов для приобретения признаков, анализа и распознавания на основе биометрии [13].

Криптография и водяные знаки являются различными подходами для защиты конфиденциальной информации от несанкционированных пользователей. Водяные знаки используются для защиты авторских прав. Но криптография является методом, который используется при защищенной связи и частном хранении данных, где простые данные преобразуются в зашифрованные с использованием алгоритма и секретного ключа. Несмотря на это, эти схемы не рекомендуются для биометрической защиты, так как процесс согласования требует дешифрования хранимых шаблонов и безопасность зависит от криптографического ключа, криптографического метода и может достичь очень высокого уровня безопасности, когда она проанализирована несколькими способами проверки безопасности на статистическом уровне [11].

Водяные знаки используются для сокрытия информации в неощутимом цифровом контенте для защиты его целостности. Ряд методов водяных знаков доступен для надежного внедрения информации в изображение. В последнее время методы создания водяных знаков использовались в сочетании с биометрическими идентификаторами. Отпечатки являются одним из надежных биометрических идентификаторов, которые широко используются для идентификации личности.

В данной работе мы предложили встраиваемую систему аутентификации по отпечаткам пальцев с помощью алгоритма шифрования и техники водяных знаков. Предлагаемые схемы защиты биометрического шаблона основаны на особенностях преобразования, но процесс согласования выполняется в простом домене. Реализация основана на встроенной экспертной системе с высокой степенью точности, надежной регистрацией и процессом аутентификации. Обеспечение безопасности предлагаемой схемы проверяется полным анализом статистической безопасности и анализом аппаратных средств, таких как архитектура, пространство памяти, порты связи, системы частоты, скорости, точности и других.

Изображение с водяными знаками. Система цифровых водяных знаков по существу состоит из внедрения водяного знака – *embedder* и детектора водяного знака – *detector* (рис. 1). *Embedder* вставляет водяной знак на сигнал обложки, и обнаружитель водяного знака видит присутствие сигнала водяного знака. Следует отметить, что объект, называемый ключом водяного знака, используется в процессе встраивания и обнаружения водяных знаков. Ключ водяного знака имеет взаимно однозначное соответствие одному сигналу с водяным знаком (то есть уникальный ключ водяного знака существует для каждого сигнала водяного знака). Ключ водяного знака является частным и известным только уполномоченным лицам, и это гарантирует, что только уполномоченные лица могут обнаружить водяной знак. Кроме того, обратите внимание, что канал связи может быть плохо защищенным от шума и опасным (то есть склонным к атакам безопасности), и, следовательно, цифровые методы создания водяных знаков должны быть устойчивыми к шумам и обеспечивать безопасность атак (рис. 1.).

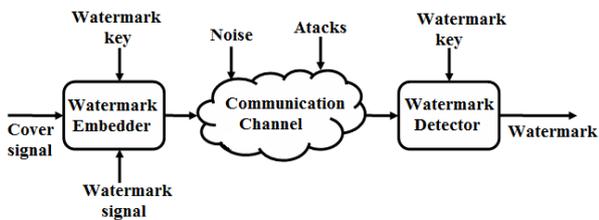


Рисунок 1. Общая система водяных знаков

Техника водяных знаков должна быть защищена от несанкционированного доступа и устойчива к хакерским атакам. В зависимости от назначения встречаются определенные типы атак. Некоторые виды атак являются более опасными, чем другие. Основные типы атак [14]:

- активные атаки;
- пассивные атаки;
- сговор атаки;
- подделки атаки.

Предлагаемая схема аутентификации. Водяной знак, который состоит из двоичной последовательности данных, вставляется в хост сигнала с использованием ключа. Информация о вложении рутины накладывает небольшие изменения сигнала, определяемые с помощью ключа и водяного знака, для генерации сигнала водяного знака. Эта процедура включает в себя незаметное вложение модификации сигнала хоста, чтобы отразить содержание информации водяного знака таким образом, чтобы изменения впоследствии были наблюдаемы с использованием ключа, чтобы убедиться во встроенной последовательности битов. Этот процесс называется «извлечение водяного знака».

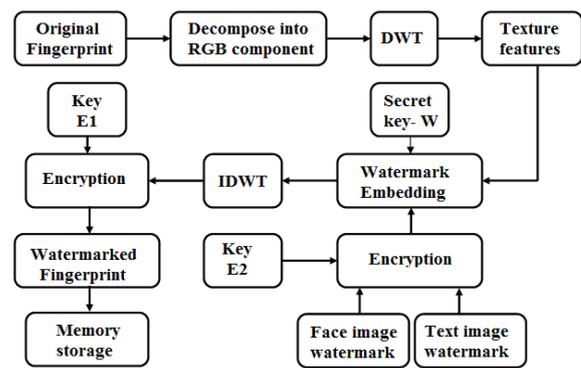


Рисунок 2. Схема процесса зачисления

Вложение водяного знака.

Входной сигнал:

Изображение покрытия – серошкальное (оттенки серого) изображение отпечатка пальца, чтобы быть водяным знаком.

Изображение лица – бинарное изображение выступает в качестве водяного знака.

Изображение демографических данных – двоичный акт изображения в качестве водяного знака.

E1 – ключ, используемый для шифрования IDWT.

E2 – ключ, используемый для шифрования изображения лица и изображения демографических данных, водяных знаков.

W – ключ, используемый для водяного знака *Embedder*, зашифрованного водяного знака в изображении покрытия.

Выход:

Водяной знак отпечатков пальцев – водяной знак изображения.

Рисунок 2 показывает предложенный алгоритм, используемый для водяных знаков вложения лица и текстовых изображений в отпечатки пальцев.

Полученный водяным знаком отпечаток пальца надежно защищен в том случае, если при проверке порядок хранения сохраняется или если отпечаток пальца был скомпрометирован несанкционированным доступом и в этом случае порядок остался прежним. Используя ту же технику, изображение лица извлекается из нижнего частотного канала. Оригинальное изображение отпечатка пальца и оригинальное изображение водяных знаков не требуются для экстракции. Контекстный подход с использованием водяных знаков и шифрование для водяных знаков отпечатка полезны для аутентификации целостности отпечатка пальца. Отпечаток пальца, отображенный водяным знаком, компактен и занимает меньше места в памяти по сравнению с пространством, занимаемым отдельными изображениями. Кроме того, время, необходимое для поиска различных баз данных, чтобы получить всю необходимую информацию о соответствующем индивидууме, значительно минимизировано, так как каждое изображение отпечатка пальца имеет демографический текст и изображение лица владельца, внедренные как водяные знаки, они могут быть легко извлечены. В результате процесс аутентификации осуществляется на модуле отпечатка пальца с его алгоритмом.

Если шаблон отпечатков одинаков, то пользователь имеет доступ к запретной зоне.

Заключение. В этой работе мы предложили безопасную аутентификацию с шаблоном отпечатка пальца на основе водяных знаков и криптографии. Отпечаток пальца водяным знаком обеспечивает дополнительную защиту от несанкционированного до-

ступа, и сопоставление отпечатка пальца невозможно даже при воздействии распространенных атак. Предложенная схема имеет высокий потенциал в нескольких приложениях: простых встроенных системных или встроенных экспертных системах, таких как управление доступом в офисах, банках, фабриках, больницах, университетах, электронной коммерции и др.

Список литературы:

1. Атаева Г.И., Турдиева Г.С. Общие проблемы мировой науки // Наука, образование и культура. – 2018. – № 3 (27). – С. 68–70.
2. Атаева Г.И., Ядгарова Л.Д. Оценка прикладных свойств обучающей платформы MOODLE в Бухарском государственном университете // Universum: технические науки. Научный журнал. – 2020. – Ч. 1. – № 6 (75). – С. 30–32.
3. Жалолов О.И., Хаятов Х.У. Понятие SQL и реляционной базы данных // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 6 (75) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9711> (дата обращения: 26.09.2020).
4. Зарипова Г., Рузиева К. Использование интерактивных методов в процессе обучения студентов компьютерным технологиям // Проблемы педагогики. – 2018. – № 7 (39). – С. 5–8.
5. Имомова Ш.М., Исмоилова М.Н. Вычисление наибольшего собственного значения матрицы и соответствующего ей собственного вектора в среде Mathcad // Academy. – 2020. – № 6 (57). – С. 9.
6. Исмоилова М.Н., Имомова Ш.М. Интерполяция функции // Вестник науки и образования. – 2020. – № 3 (81). – Ч. 3. – С. 5.
7. Назаров Ш.Э. Понятие электронной коммерции // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 9 (78) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10736>.
8. Файзиева Д.Х. Установление разговорного тракта в IP-телефонии // Молодой ученый. – 2017. – № 4. – С. 113–114.
9. Хазратов Ф.Х. Современные проблемы интеграции геоинформационных систем и интернет-технологий // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2020. – № 9 (78) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10735>.
10. Хаятов Х.У. Основные понятия теории нечетких множеств / Х.У. Хаятов, Л.И. Жураева, З.Ш. Жураев // Молодой ученый. – 2019. – № 25 (263). – С. 41–44.
11. Savoukian A., Stoianov A. Biometric encryption: A positive-sum technology that achieves strong authentication, security and privacy // Information and Privacy Commissioner of Ontario. – 2007. – № 48.
12. Fayzieva D.Kh. Using software for teaching foreign languages // Academy. – 2020. – № 9 (60) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://academicjournal.ru>.
13. Jain A.K., Nandakumar K., Nagar A. Fingerprint template protection: From theory to practice. In Security and privacy in biometrics. – London : Springer, 2012. – P. 187–214.
14. Stallings W. Cryptography And Network Security Principles And Practice. 5th ed. – NY : Pearson Education, Inc., 2011. – P. 809–812.

**МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ
ЛИНЕАМЕНТНЫХ СТРУКТУР ПО ОПТИЧЕСКИМ И РАДИОЛОКАЦИОННЫМ ДАННЫМ:
НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ (УЗБЕКИСТАН)**

Сычугова Лола Владимировна

мл. науч. сотр.,

Астрономический институт Академии наук Узбекистана,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: slola988@gmail.com

Фазилова Дилбархон Шамуродовна

д-р. физ.-мат. наук,

Астрономический институт Академии наук Узбекистана

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: dil_faz@yahoo.com

**THE AUTOMATIC METHOD INTERPRETATION LINEAMENT STRUCTURES USING
OPTICAL AND RADAR DATA: A CASE STUDY OF THE KASHKADARYA REGION
(UZBEKISTAN)**

Lola Sichugova

Junior researcher,

Astronomical Institute of the Uzbekistan Academy of Sciences

Uzbekistan, Tashkent

Dilbarhon Fazilova

Doctor of Physical and Mathematical Sciences,

Astronomical Institute of the Uzbekistan Academy of Sciences

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты сравнения автоматического метода дешифрирования оптических и радиолокационных данных при извлечении линеаментных структур. Проведен статистический анализ полученных результатов. Также построена роза диаграмм главных направлений линеаментов.

ABSTRACT

The paper presents the results of comparing the automatic method interpretation lineament structures using optical and radar data. Statistical analysis and rose-diagram of the results obtained have been carried out.

Ключевые слова: линеаментные структуры, оптические и радиолокационные данные, отмывка рельефа, роза диаграмм.

Keywords: lineaments structure, optical and radar data, hill shaded, rose-diagram.

Линеаментный анализ представляет собой эффективный набор дистанционных методов картирования для мониторинга потенциально опасных геолого-геоморфологических объектов, дающий оценку геодинамической среды. Выявленные в результате исследований линейные структуры могут быть использованы для решения задач: определение маршрутов миграции подземных вод, поиск месторождений полезных ископаемых, оценка устойчивости геологических блоков при проектировании и строительстве военных, гражданских и промышленных объектов и т. д. Линеаментные структуры могут

быть идентифицированы визуально (по топографическим картам) или автоматически (методы дистанционного зондирования Земли). Автоматические методы дешифрирования стали более востребованными и менее затратными ресурсами для проведения исследований, в частности, в труднодоступных для проведения измерений регионах. В ряде опубликованных научных работах использовались различные методы дешифровки. В работе [1] представлен метод обработки извлечения линеаментных структур при помощи алгоритма Edge enhancement. Метод был выбран для использования фильтра направления для улучшения, извлечения и классификации

направлений линеаментов. Использование таких программных средств как LESSA, LEFA позволяют проводить автоматический поиск линейных элементов и анализ их ориентации, расположения [2,3]. В программном обеспечении PCA Geomatica вложен специальный модуль LINE. Алгоритм этого модуля состоит из трех этапов автоматической обработки: обнаружения края, определение порога и извлечение кривой [4]. Также широко используется метод отмывки рельефа в тектонически активной области с применением радиолокационных данных [5,6]. В данной работе выполнено сравнение автоматизированного дешифрирования линеаментных структур по оптическим (Landsat 8) и радиолокационным (SRTM) данным для территории Кашкадарьинской области в Узбекистане.

Кашкадарьинская область находится в южной части Узбекистана в бассейне реки Кашкадарья, на западном склоне Памир-Алайских гор. По территории Кашкадарьинской области протекают несколько крупных разломов Южно-Тянь-Шанский, Южно-Кызылкуму-Гисарский, Бухара-Гисарский, Поперечно Тянь-Шаньский и др. На рис. 1 изображена цифровая модель рельефа Кашкадарьинской области по радиолокационным данным SRTM и тектонические разломы по геологическим данным.

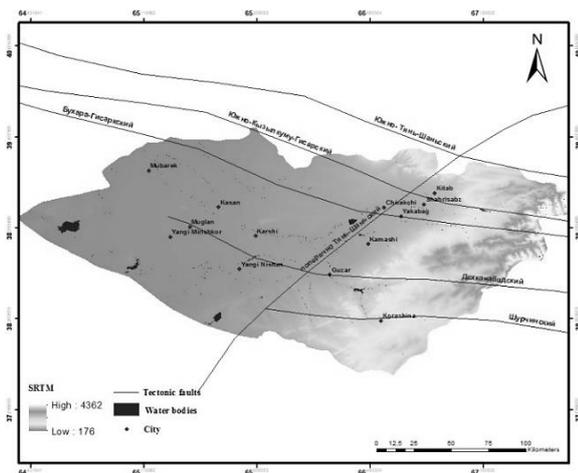


Рисунок 1. Рельеф исследуемой области по радиолокационным данным SRTM с расположением тектонических разломов

В работе были использованы, находящиеся в открытом доступе спутниковые данные:

(1) Спутник Landsat 8 (2013 г.), представляющего собой новое поколение этой серии и имеющий две полезные нагрузки OLI (Operational Land Imager) и TIRS (Thermal Infrared Sensor). OLI проводит съемку поверхности Земли в видимой, ближней инфракрасной, коротко волновой области спектра с разрешением 30 м и в панхроматическом режиме с разрешением 15 м. TIRS имеет 2 спектральных канала в тепловой инфракрасной области спектра с разрешением снимков 100 м. Landsat 8 снимки характеризуются высоким радиометрическим разрешением (16 бит), а охват съемки составляет 185x180 км [7].

(2) SRTM30 версии 2.0: глобальная цифровая модель рельефа (ЦМР), полученная комбинирование радиолокационных данных Shuttle Radar Topography (SRTM), выполненной в феврале 2000 года, и модели топографии GTOPO30 Геологической службы США. ЦМР с разрешением 1 угловая секунда (около 30 метров), с размером одного тайла $1^\circ \times 1^\circ$. Систематические интерферометрические данные собирались для каждого сегмента местности как минимум дважды под разными углами (при восходящем, северном и нисходящем прохождении орбиты), чтобы заполнить области, затененные от луча радара [8].

В работе для обработки выбраны данные оптической съемки спутника Landsat 8 за август 2019 г. (3 изображения) и данные радарной съемки SRTM (7 изображений).

В ArcGIS версии 10.1 при помощи инструмента Create Pan-sharpened по снимкам Landsat 8 проведено совмещение растровых изображений более низкого качества с панхроматическим растровым слоем более высокого качества. На выходе мы получили синтезированное изображение с разрешением 15 м. Далее построена мозаика и в программе LEFA (Lineament Extraction and Fracture Analysis), выполняемой в среде Matlab, извлечены линеаментные структуры.

Метод отмывки рельефа, базирующийся в установке положения гипотетического источника света и вычисления значений азимутов (225° , 270° , 315° и 360°), применен к SRTM данным. В первом изображении скомбинированы направления 0° , 45° , 90° , 135° , а во втором – 180° , 225° , 270° , 315° . Угол источника света над горизонтом (высота) задан 45° . Совмещение разных направлений выполнялось с целью максимального извлечения информации о линейных объектах. Выявлено, что видимость линейных структур сильно варьируется в зависимости от изменения азимута. Для исследования линейной сети выбран алгоритм детектирования контуров Canny с Гауссовым фильтром шума [9]. Для идентификации трещин на земной поверхности к растровому изображению применяется преобразование Хафа. Параметры искомой кривой образуют пространство, которое создается на основе поиска локальных максимумов и заполнения, так называемого аккумуляторного массива, с помощью процедуры голосования.

На рис. 2 приведен результат автоматизированного дешифрирования по данным спутника Landsat 8. Общее число линеаментов составило 302, минимальная длина 1,05 км и максимальная длиной 3,42 км.

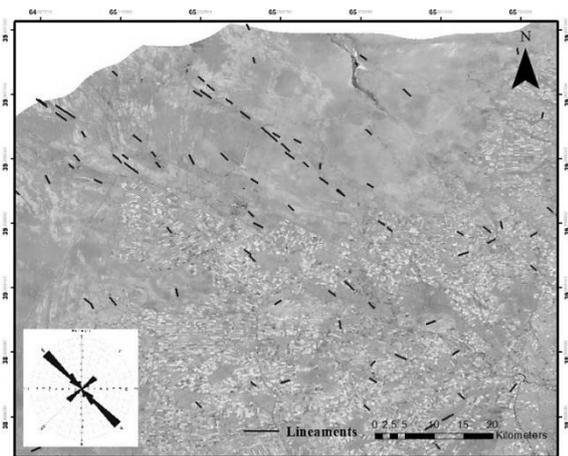
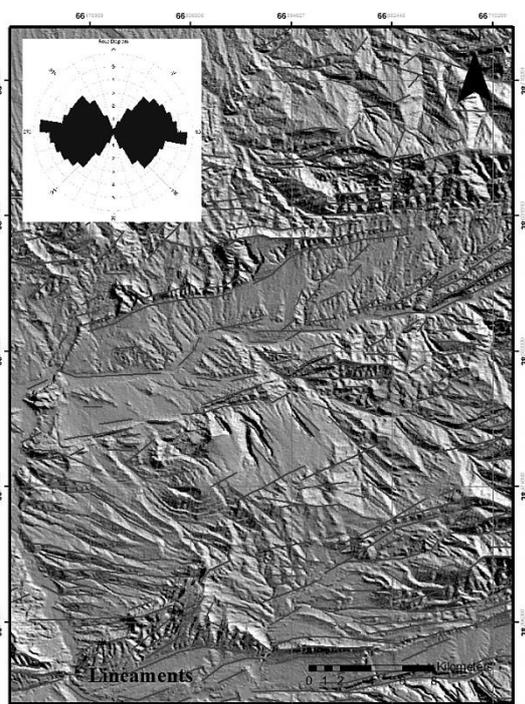
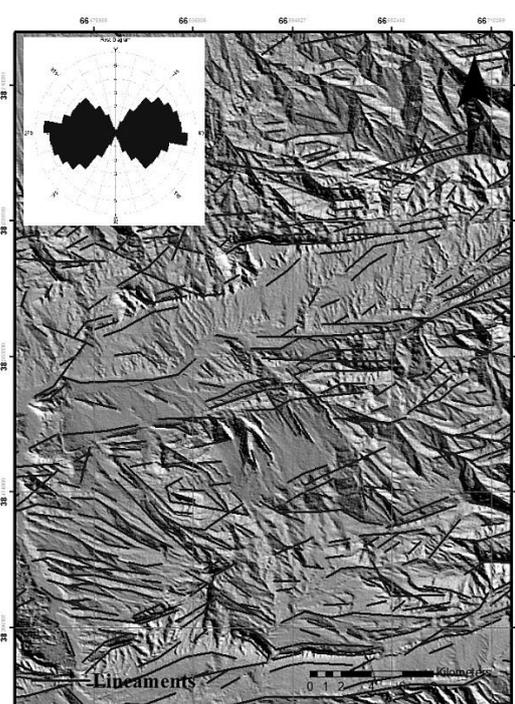


Рисунок 2. Карта линеаментов и роза диаграмм по данным Landsat 8



а) Азимут 0° , 45° , 90° , 135°



б) Азимут 180° , 225° , 270° , 315°

Рисунок 3. Карта линеаментов и роза диаграмм по данным SRTM

Следовательно, метод отмычки рельефа показывает более широкий диапазон направлений. Извлеченные линеаменты по SRTM расположены в основном на склонах и в теневой области, что свидетельствует о высокой чувствительности радиолокационных данных к геоморфологии местности. Но, при этом радиолокационные данные, не позволяют определить точность обнаружения линеаментных

Преобладающие направления линеаментов северо-западное (NW) и юго-восточное (SE) представлены в виде роз диаграмм (рис. 2). Однако, как видно из рисунка 2, существует и северо-восточное (NE) и юго-западное (SW) направление.

По результатам автоматизированной обработки радиолокационных данных SRTM при азимуте 0° , 45° , 90° , 135° извлечено 7232 линеаментов с минимальной длиной 0,03 км и максимальной длиной 7,01 км (рис. 3а). А при азимуте 180° , 225° , 270° , 315° извлечено 7198 линеаментов с минимальной длиной 0,03 км и максимальной длиной 7,49 км (рис. 3б). Здесь получено, в отличие от оптических данных, преобладание западно-северо-западного (WNW) и восточно-юго-восточного (ESE) ориентирования.

структур на равнинной местности. Таким образом, можно рекомендовать использовать Landsat 8, для распознавания структуры линеаментов в смешанных областях (горной и равнинной), таких как Кашкарьинская область. Преимуществами этого метода являются: высокое пространственное разрешение и совмещению нескольких спектральных каналов.

Список литературы:

1. Златопольский А.А. Методика измерения ориентационных характеристик данных дистанционного зондирования (технология LESSA) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2008. – Выпуск 5. Т. 1. – С. 102–112.
2. Шевырёв С.Л. Программа LEFA: автоматизированный структурный анализ космической основы в среде Matlab // Успехи современного естествознания – 2018. – № 10. – С. 138–143.

3. Anwar A., Shawki N., Abdoh G. Landsat ETM-7 for Lineament Mapping using Automatic Extraction Technique in the SW part of Taiz area, Yemen // Global Journal of HUMAN SOCIAL SCIENCE Geography, Geo-Sciences, Environmental & Disaster Management. –2013. Vol. 13. Issue 3. V. 1.0.
4. Canny J.A. Computational Approach to Edge Detection. //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence PAMI. – 1986. 8(6). – P. 679-698.
5. Kassou A. Extraction of Structural Lineaments from Satellite Images Landsat 7 ETM+ of Tighza Mining District (Central Morocco) // Research Journal of Earth Sciences. –2012. 4 (2): 44-48. DOI: 10.5829/idosi.rjes.2012.4.2.1110.
6. Kobrick M., Crippen R. NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second. NASA EOSDIS Land Processes DAAC / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://lpdaac.usgs.gov/products/srtmg11v003/> (дата обращения: 30.09.2020)
7. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook // Department of the Interior U.S. Geological Survey. –November, 2019. Version 5.0. –P. 9–15.
8. Rayan G.T. Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS // International journal of enhanced research in science technology & engineering. –Feb, 2013. Vol. 2. Issue 2.
9. Udhi C., Arum T. Lineament density information extraction using DEM SRTM data to predict the mineral potential zone // International Journal of Remote Sensing and Earth Science. –2016. Vol.13. № 1. – P. 67–74.

ПРОБЛЕМЫ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА ПРИ ПЕРЕВОДЕ НА УЗБЕКСКИЙ ЯЗЫК

Тураева Гулбахор Халимовна

*преподаватель,
Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: evrikiy@list.ru*

PROBLEMS OF MACHINE TRANSLATION WHEN TRANSLATING TO THE UZBEK LANGUAGE

Gulbahor Turaeva

*Lecturer,
Bukhara State University,
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

АННОТАЦИЯ

В статье разясняются ошибки и недочеты машинного перевода, добавление узбекского языка в Google Translate, проблемы с переводом системы на узбекский язык, роль узбекского языка в мировом сообществе, ошибки поясняются примерами. Также обсуждается качество узбекского контента на узбекском языке, отсутствие функции проверки орфографии в программах и функции редактирования текста в кириллице и латинском алфавите.

ABSTRACT

The article explains the mistakes and shortcomings of machine translation, the addition of the Uzbek language to Google Translate, the problems with translating the system into the Uzbek language, the role of the Uzbek language in the world community, the errors are explained by examples. It also discusses the quality of Uzbek content in the Uzbek language, the lack of a spell check function in programs, and the function of editing text in Cyrillic and Latin alphabets.

Ключевые слова: машинный перевод, Google Translate, недостатки автоматического перевода, перевод на узбекский язык, перевод на русский язык, “bat”, “ko’rshapalak”, “belkurak”, “to’qmoq”, “kichik ziyofat”, онлайн перевод, Википедия, веб-контент, веб-сайт.

Keywords: machine translation, Google Translate, disadvantages of automatic translation, Uzbek translation, Russian translation, “bat”, “ko’rshapalak”, “belkurak”, “to’qmoq”, “kichik ziyofat”, online translation, Wikipedia, web content, website.

Резкое увеличение объемов данных, основанных на геометрической прогрессии, привело к необходимости систем, позволяющих быстро переводить их на другие языки. В ответ начали появляться практические исследования в области машинного или автоматического перевода. Самое главное, что исследования в области машинного перевода стали базовой точкой возникновения компьютерной лингвистики.

В 1954 году Джорджтаунский университет в США протестировал первый в мире автоматический перевод. Это называется система GAT (аббревиатура от Georgetown Automatic Translation). Эти эксперименты проводились на компьютере IBM701. В основе этого эксперимента лежали алгоритмы, переводящие 50 000 слов (60 предложений) с русского на английский.

В результате развития Интернета автоматический перевод был также установлен в глобальной сети, то есть сейчас активно действует система онлайн-перевода. Искусственные нейронные сети, управляемые

данными, с каждым годом улучшают качество перевода. Но даже в этом случае недостатков у автоматического перевода еще много. На сегодняшний день одной из наиболее широко используемых систем автоматического перевода является Google Translate.

Согласно Википедии, в настоящее время система поддерживает 90 языков. В декабре 2014 года в Google Translate был добавлен узбекский язык. Это было сделано с помощью узбекскоязычных волонтеров и узбекского словаря Шавката Бутаева. Это, конечно, отрадно, но в узбекском переводе машинного перевода есть ряд недостатков.

У Google Translator, как и у других автоматических переводчиков, есть свои ограничения. Эта система помогает пользователю понять общее содержание текстового контента на иностранном языке. Однако, часто он не дает точных переводов. Поэтому постоянно ведется работа над качеством перевода, будут переведены на другие языки.

Недостатки автоматического перевода:

1. Слова переводятся непосредственно в процессе автоматического перевода. Поэтому перевод выполняется практически без соблюдения грамматических правил;
2. Нужно редактировать автоматически переведенный текст;

3. Современные системы автоматического перевода также переводят сочетание слов практически неправильно.

Например, переводя английскую фразу «The bat looks like a mouse with wings» на узбекский, он переводит ее как «Yarasa qanotli sichqonchaga o'xshaydi». Я не лингвист, но не думаю, что понимание сложности предложения требует глубоких знаний (рис.1):

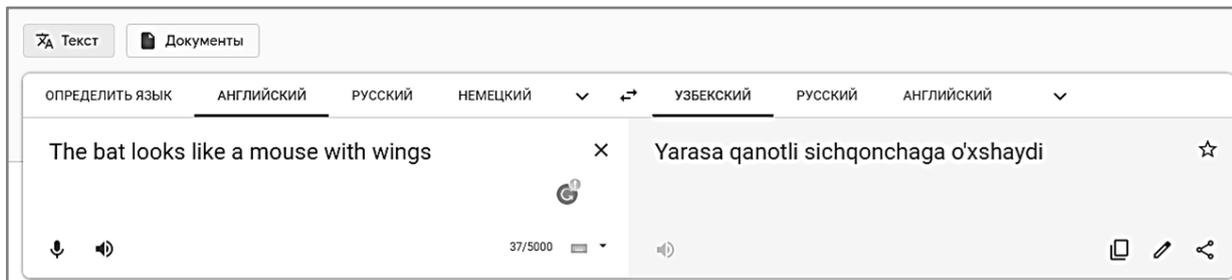


Рисунок 1. Пример перевода с английского на узбекский язык

В переводе на русский язык словосочетание «Летучая мышь выглядит как мышь с крыльями» (рис.2.).

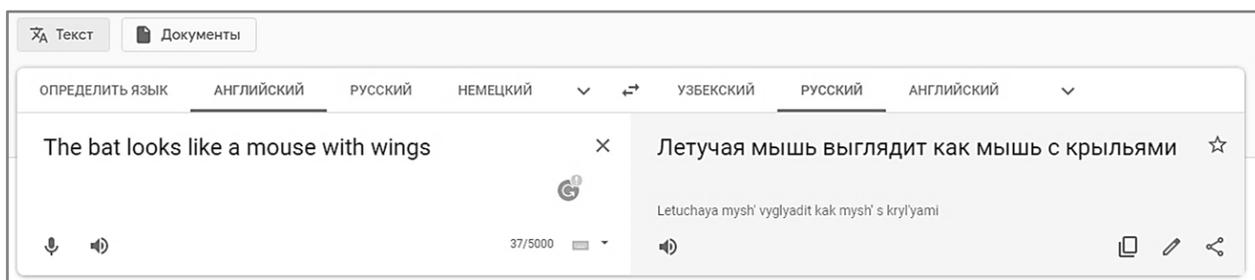


Рисунок 2. Пример перевода с английского на русский язык

Из вышесказанного видно, что русская версия переводов намного понятнее и чище. С другой стороны, узбекские переводы расплывчаты и понятны только семантически.

При переводе предложений следует учитывать его одноименные особенности. В противном случае перевод не будет успешным. Слово «bat» в предложении означает «ko'rshapalak», «belkurak», «to'qmoq», «kichik ziyofat», а слово «look» означает «qaramoq», «nigoh», «ko'rinish».

Другой пример, предложение «Have you ever wanted to make some extra money?» переводится следующим образом: «Hech qachon qo'shimcha pul ishlashni xohladingizmi?». По-русски выглядит как «Вы когда-нибудь хотели заработать немного денег?». Даже в этом предложении можно понять только в смысле значения. Но перевод был немного близок к оригиналу из-за использования синонимов.

Имея это в виду, можно сказать, что автоматический перевод выполняется успешно, особенно в пределах официального языка. Автоматический перевод разговорных и художественных текстов не решено на максимальном уровне.

Конечно, высочайшее качество перевода происходит при участии человека. Потому что переводчик подходит к переводу, учитывая тонкости, семантические, грамматические и прагматические аспекты человеческого языка.

Тем не менее, с быстрым увеличением количества веб-контента информационные системы, однако тот факт, что большая часть информации в глобальной сети находится на русском или английском языке, ограничивает способность узбекоязычного населения правильно получать необходимую информацию. Несмотря на то, что на этом языке говорят около 30 миллионов человек в мире, роль узбекского языка в мировом сообществе по-прежнему незначительна. Сложно сказать, что качество существующих узбекоязычных сайтов удовлетворительно. Предложения в опубликованных статьях, которые были взяты напрямую с иностранных сайтов и переведены напрямую, можно встретить несвязанные слова друг с другом, и в словах можно обнаружить много орфографических ошибок (рис.3):

<p>Hozirgi kunda internet, juda katta tezlikda rivojlanib ketmoqda. Shu bilan birga internetga oid har xil terminlar ko'paymoqda. Misol uchun, sayt, portal, veb sahifa, veb server,....Bu terminlarni o'rganish, hozirgi zamon uchun muhim hisoblanmoqda. Biror inson bilan internet haqida gaplashsangiz, bu terminlarni bilmasangiz, boshqa tildagi inson bilan gaplashganday bo'lasiz va uni tushunmaysiz. Bu maqolada shunday terminlardan biri – veb server haqida to'xtalib o'taman.</p> <p>Biror bir internet saytga kirish uchun, brouzerga manzil yozsangiz, brouzer shu sayt joylashgan kompyuterga, saytdagi ma'lumotlarni ko'rsatish haqida so'rov jo'natadi, kompyuter oddiy temir bo'lgani uchun bu so'rovni tushunmaydi. Shuning uchun, ya'ni bu so'rovni tushinishi uchun, kompyuterga dastur o'rnatiladi. Mana shu dastur veb dastur deyiladi. Bu kompyuter esa, veb serverga aylanadi. Hozirda veb dastur deyilmasdan, umumiy holda veb server deyilmoqda.</p> <p>Demak, veb server — foydalanuvchidan kelayotgan so'rovlarni qabul qilib, tegishli javobni jo'natadigan dasturdir. Foydalanuvchi sifatida veb brouzer(http, https protokoli orqali), mobil telefon(wap protokoli orqali), ba'zi dasturlar(antiviruslar) bo'lishi mumkin. Veb server orqali butun sayt boshqariladi, ya'ni sayt kataloglariga ruxsatlarni beradi, xavfsizlik jihatidan IP manzillarni blokka oladi, foydalanuvchilarni ro'yxatdan o'tkazish va boshqa ko'plab ishlarni amalga oshiradi.</p>	<p>Q 1 ERP tizim nima?</p> <p>Q 6 Linux Mint distributivida E-imzo modulini o'rnatish</p> <p>Q 2 Androidda SMS yuborish</p> <p>Q 1 Java dasturlash tili bo'yicha onlayn darslar</p> <p>Q 3 Interface - PHPda interfeyslar bilan ishlash</p> <p>Q 1 C++ da grafika</p> <p>Q 3 Android ilovalar</p>
--	---

Рисунок 3. Пример переведённой статьи на узбекский язык

Проблемы с узбекским языком можно наблюдать не только в онлайн переводах, но и в обычных программах Office. Кириллица и латинский алфавит не имеют функций редактирования текста на узбекском языке. Для преобразования кириллического текста в латинский алфавит требуется отдельная программа-конвертер, и преобразованный текст необходимо повторно редактировать. Хорошо известно, что Microsoft Word обнаруживает орфографические ошибки в английских и русских словах.

Из вышеуказанных проблем можно сделать вывод, что одной из наиболее актуальных проблем, стоящих перед программистами, веб-программистами, экспертам компьютерной лингвистики и лингвистами, является создание качественного веб-контента на узбекском языке, разработка специальных программных приложений для обучения иностранцев узбекскому языку. Постепенное решение этих вопросов положительно скажется на росте информационной осведомленности населения.

Список литературы:

1. Атаева Г.И., Тураева Г.Х. Перевод как средство взаимосвязи мировой культуры //Academy № 12 (51), 2019. С.65-67.
2. Атаева Г.И., Ядгарова Л.Д. Оценка прикладных свойств обучающей платформы Moodle в Бухарском государственном университете // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9593> (дата обращения: 03.10.2020).
3. Буранова Г.Ё., Носирова Ш.Э. Сущность применения метода кейс-технологий в организации учебного процесса // Academy. №9 (60). 2020. С. 17-20.
4. Зарипова Г.К., Сайидова Н.С., Тахиров Б.Н., Хайитов У.Х. Педагогическое сотрудничество преподавателя и студентов в кредитно-модульной системе высшего образования // Наука, образование и культура. 2014. № 1 (1). С. 22-25.
5. Жалолов О.И. Верхняя оценка нормы функционала погрешности кубатурной формулы типа Эрмита в пространстве С.Л.Соболева // Проблемы вычислительной и прикладной математики. Научный журнал. -№ 3. 2017. –Ташкент. -70-78 ст.
6. Жалолов О.И., Хаятов Х.У. Понятие SQL и реляционной базы данных // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9711> (дата обращения: 03.10.2020).
7. Тахиров Б.Н. Понятие виртуальной реальности // Наука, образование и культура. 2014. № 1 (1). С. 12-14.
8. Abdurakhmonova N. O'zbek tili lotin alifbosi uchun klaviatura yoki "49nicode" masalasi //Til va adabiyot ta'limi jurnali. №6. 2018.
9. Fayzieva D.Kh. USING SOFTWARE FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGES //Academy. №9 (60). 2020. С. 13-16.
10. Rahimov.A Kompyuter lingvistikasi. Toshkent, 2011. 205v.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ GPS В GAMIT/GLOBK: НА ПРИМЕРЕ ПОСТОЯННЫХ СТАНЦИЙ СЕТИ УЗБЕКИСТАНА

Эргешов Ихтияр Маккамбаевич

начальник управления геодезии, картографии и ДЗЗ,
Агентство по кадастру при Государственном налоговом комитете Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, Ташкент
E-mail: i.ergeshov@inbox.ru

Махмудов Миршод Дилишодович

магистр,
Ташкентский университет информационных технологий,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: makhmudov0907@gmail.com

Фазилова Дилбархон Шамуратовна

д-р. физ.-мат. наук,
Астрономический институт АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dil_faz@yahoo.com

GPS DATA PROCESSING IN GAMIT / GLOBK: ON THE EXAMPLE OF PERMANENT STATIONS IN THE UZBEKISTAN NETWORK

Ikhtiyar Ergeshov

Head of Geodesy, Cartography and Remote Sensing Department,
Cadastral Agency under the State Tax Committee of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mirshod Makhmudov

Master, Tashkent information technology university,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilbarkhon Fazilova

Doctor of physical and mathematic sciences,
Astronomical Institute of Uzbek Academy of Sciences,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты обработки данных сети опорных станций глобальной системы позиционирования (GPS) Республики Узбекистан в программном обеспечении GAMIT/GLOBK 10.7. Выполнена оценка координат, скоростей пунктов и сравнение полученных результатов с данными по геологической модели NUVEL-1A.

ABSTRACT

The paper presents the results of processing of the global positioning system (GPS) reference stations network data of the Republic of Uzbekistan in the GAMIT / GLOBK 10.7 software. The coordinates and velocities of the stations were estimated and the results obtained were compared with the geological model NUVEL-1A data.

Ключевые слова: опорные станции, GPS, GAMIT-GLOBK, скорости станций.

Keywords: reference stations, GPS, GAMIT-GLOBK, stations velocities.

В последние годы наблюдается стремительный рост количества постоянных станций глобальной системы позиционирования (ГНСС) по всему миру, данные которых используются для картографии и навигации, определения опорной системы координат и мониторинга деформаций земной поверхности. На

станциях Астрономического института в Китабе (KIT3, KITG, KIVC), Ташкенте (TASH) и Майданаке (MADK) проводятся наблюдения с начала 90-х годов в рамках международных проектов по изучению динамики Земли. С 2005 года также активно развивается Государственная спутниковая геодезическая сеть

(ГСГС) Республики Узбекистан. Широкое использование спутниковых методов стали основой для развития национальной географической информационной системы (НГИС) в Республике Узбекистан [1].

Более 200 ГНСС станций должны стать геодезической основой НГИС и будут использоваться для решения различных научных и прикладных народнохозяйственных задач (рис.1).

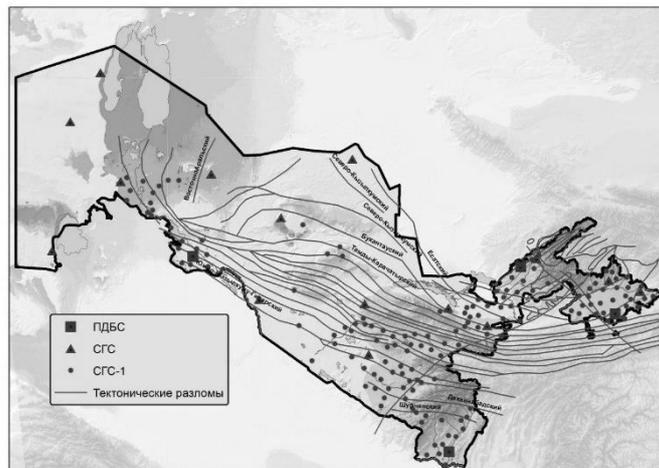


Рисунок 1. Спутниковая геодезическая сеть Республики Узбекистан

С точки зрения решения геодинимических задач и построения модели тектонических зон актуальной является задача высокоточного определения скоростей, прежде всего, опорных и постояннодействующих пунктов. Учитывая доступность и период измерений на станциях, в данной работе будут рассмотрены только опорные станции сети референчных геодезических пунктов (РГП) MAGK (Ташкент), FARG (Фергана), JARQ (Джаркурган) и URGА (Ургенч). Оценка качества проведенных измерений и их обработки выполнялась путем сравнения с результатами обработки измерений международных станций KIT3, TASH, MADK и также данными геологической модели NUVEL-1A. Измерения на станциях государственной сети выполнялись ранее только с использованием глобальной навигационной системы

GPS, поэтому далее будет рассматриваться обработка только данных только этой системы.

Для определения координат и скоростей исследуемых станций использовался программный комплекс GAMIT/GLOBK версии 10.7, разработанный в MIT (Massachusetts Institute of Technology), Harvard-Smithsonian Center of Astrophysics и Scripps Institution of Oceanography [2]. GAMIT/GLOBK состоит из различных программ для обработки данных GPS, последовательностью запуска которых можно управлять с помощью утилит с-shell Unix. Комплекс в основном применяется для вычисления ежедневных решений координат, матриц дисперсии-ковариации, неоднозначностей, атмосферных задержек и параметров орбит. Основные этапы обработки данных в GAMIT/GLOBK приведены на рис.2.

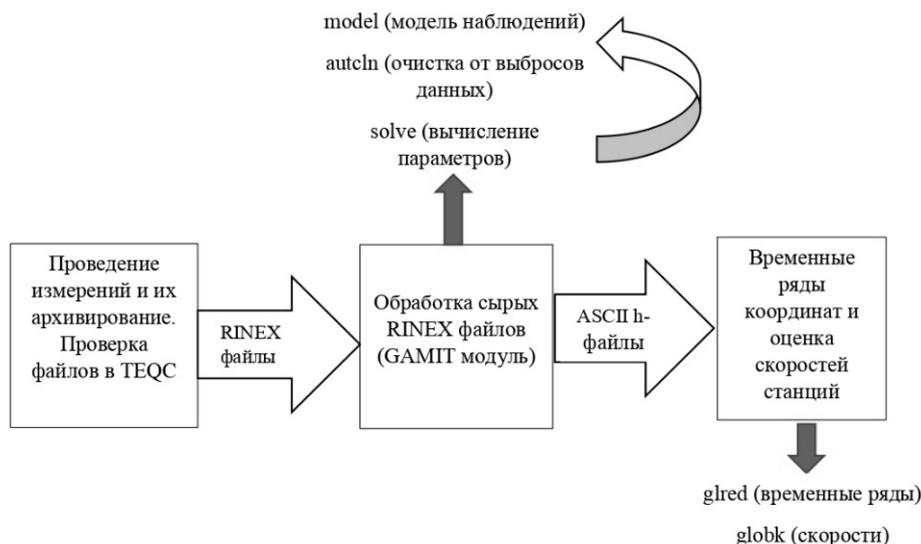
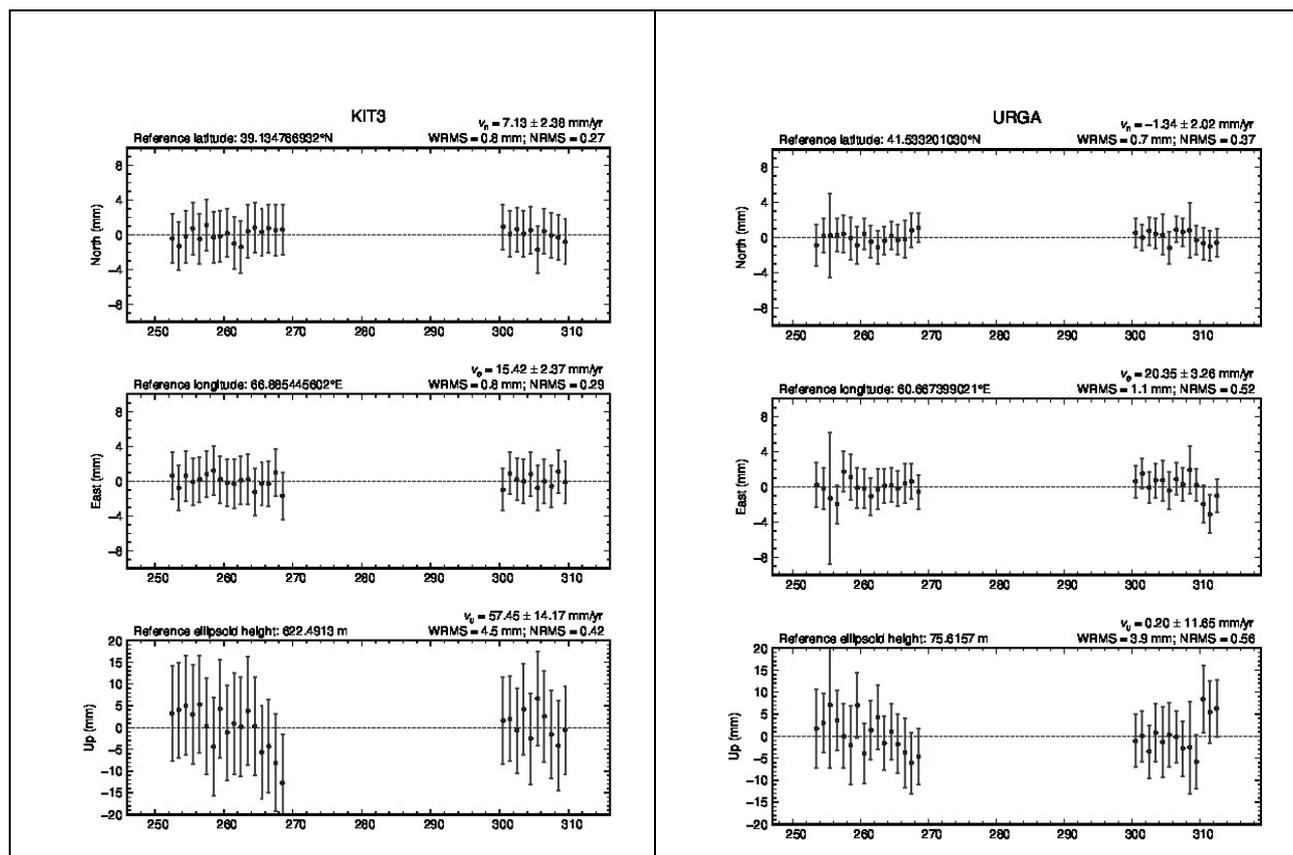


Рисунок 2. Основные этапы обработки в GAMIT/GLOBK [3, с. 3]

Для получения устойчивого решения и точной привязки региональных измерений к международной опорной системе координат ITRF2014 [2], кроме пунктов KIT3, TASH, в обработку были включены еще 9 станций международной службы GNSS для геодинамики, IGS (ARTU, BADG, CHUM, GUAO, HYDE, PISC, IRKT, MDVJ, POL2). Угол отсечки по высоте был взят 15°. Начальный этап включает предварительную подготовку файлов измерений в RINEX (Receiver Independent Exchange Format) формате и проверку их качества в программе TEQC [5]. Для всех решений использовались высокоточные геоцентрические орбиты спутников IGS. Автоматическая итерация в блоке GAMIT, использующая метод наименьших квадратов, выполняется до получения значений остатков a-priori-заданных и оцениваемых координат до уровня миллиметра. При этом, в программе *autcln* восстанавливаются или удаляются циклические сдвиги с использованием двойных или тройных разностей наблюдений. Для каждого из спутников выполнена оценка широкополосной неоднозначности на уровне 95% с помощью комбинации Мельбурна-Вуббена [6] и данных по смещению кода за-

держки спутников. Кроме того, для анализа выбраны стандартные модели: гравитационного поля IERS-1992 [7], модель негравитационных ускорений спутников [8], модель Саастамойнена (1972) для оценки сухой и влажной частей атмосферных задержек, модель глобальной давления и температуры GPT2 [9] для коррекции зенитной задержки и модель океанической приливной нагрузки FES2004 [10]. В результате работы пакета GAMIT создаются файлы контроля качества (q-файлы) и файл, содержащий координаты станции, решение неоднозначности целого числа циклов радиоволн, атмосферную модель и матрицу ковариации станций (h-файл) (рис.3). На этом этапе выполняется предварительная оценка координат с использованием взвешенного среднеквадратического отклонения (WRMS), которое должно быть лучше чем 1.5 мм. Для вычисления координат станций, отнесенных на эпоху ITRF2014, их обработка с использованием фильтра Калмана проводится в программном пакете GLOBK [11]. Полученные горизонтальные (North, East) и вертикальные (Up) значения скоростей станций включают медленно изменяющиеся локальные природные эффекты, такие как движение тектонических микроплит, оседание почвы и др. (Табл.1).



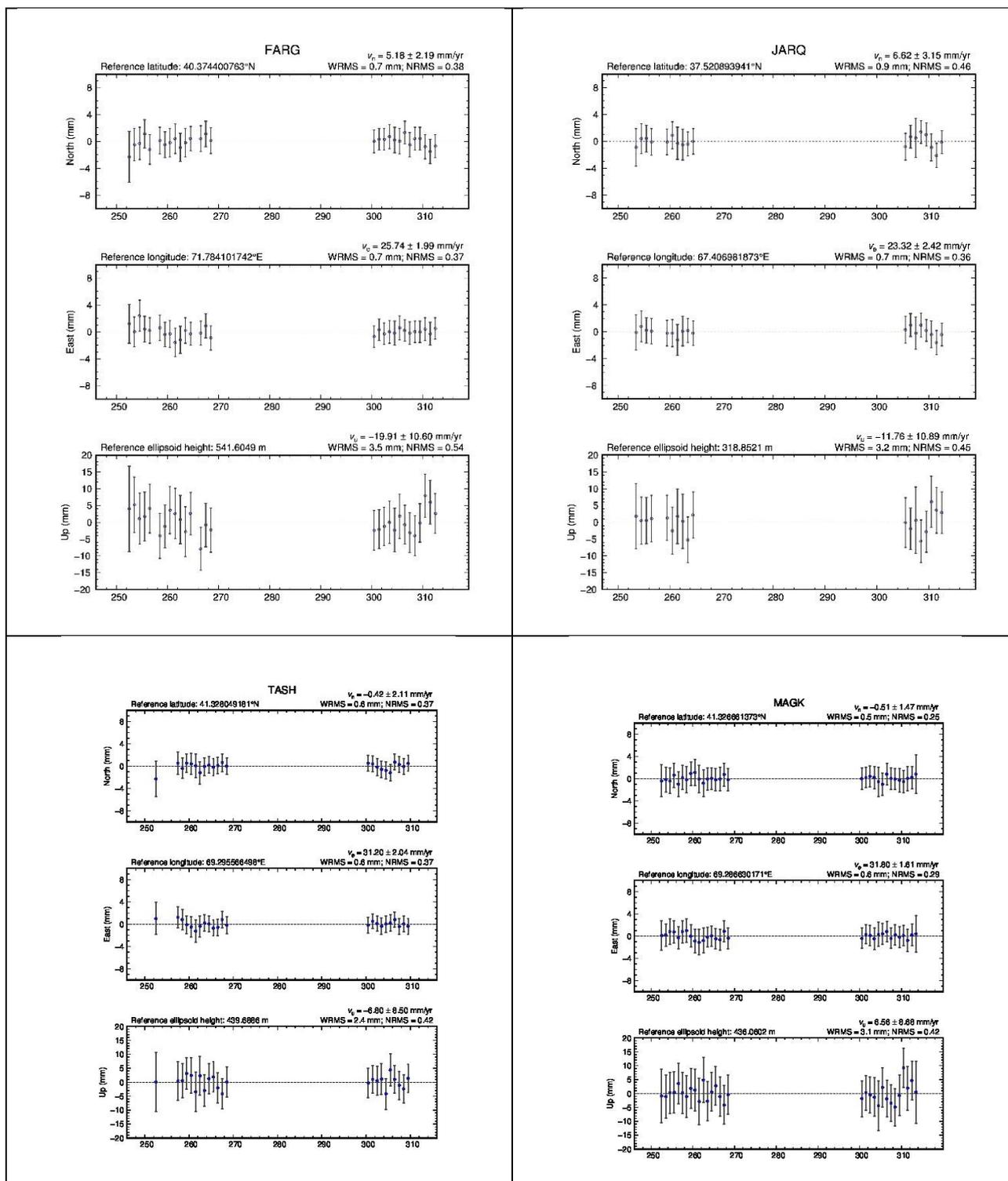


Рисунок 3. Временные ряды изменения координат станций за период 8.09.2005 – 8.11.2005

Из представленных результатов видно, что все вектора движений GPS-станций направлены на северо-восток со средней скоростью 27 мм/год, большей

частью обусловленное долготным дрейфом региона и направления станций совпадают в пределах эллипсов доверительных интервалов (рис.4).

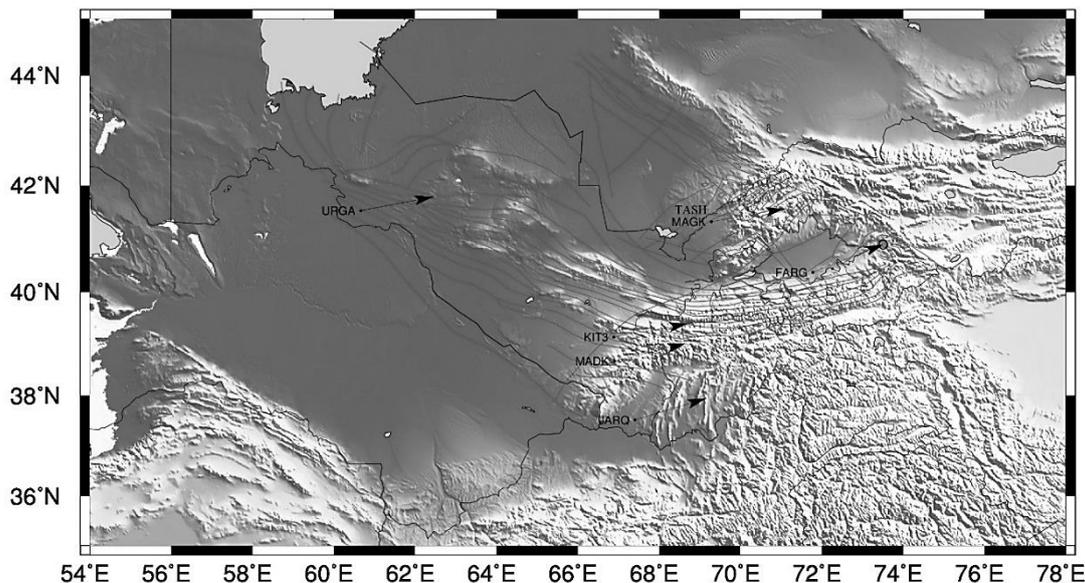


Рисунок 4. Карта скоростей пунктов сети РГП за период 2005-2015 гг.

Кроме того, вычисленные скорости новых станций незначительно отличаются от скоростей международных станций KIT3 и TASH. Это свидетельствует о корректности методики сбора данных на станциях государственной сети и единстве регионального движения региона. Но, в то же время для смещения вертикальной компоненты были получены большие

ошибки для пунктов FARG, JARQ сети РГП в отличие от международных станций. Фактором, влияющим на качество оценки высотной компоненты, является некорректная установка высоты антенны приемника GPS на этих пунктах, что должно быть учтено при будущих работах.

Таблица 1.

Изменение горизонтальных (v_N, v_E , мм/г), вертикальных (v_U , мм/г) координат, значения скоростей ($v_{станции}$, мм/г) и направления движения ($A, ^\circ$) пунктов и их среднеквадратические ошибки

Пункт	Смещение по долготе v_E , мм/г	Смещение по широте v_N , мм/г	Скорость пункта $v_{станции}$, мм/г	Азимут $A, ^\circ$	Смещение по высоте v_U , мм/г
FARG	25.15±0.6	10.07±0.67	27.09	68	-1.79±2,35
TASH	25.84±0.16	4.65±0.14	26.26	79	2.53±0,32
MAGK	25.84±0.16	4.65±0.14	26.26	80	2.53±0,32
JARQ	25.18±0.15	7.58±0.12	26.29	73	0.66±0,25
KIT3	26.21±0.19	4.8±0.16	26.64	79	-1.18±0,51
URGA	25.58±0.16	4.97±0.12	26.06	79	2.81±0,29

Сравнение полученных результатов скоростей пунктов выполнялось с геологической моделью NNR – NUVEL- 1A [12], рекомендованной для использования международной службой вращения Земли IERS. Результаты вычислений скоростей для станций GPS показывают хорошую сходимость с модельными по долготе, в то время как по широте результаты отличаются значительно (Табл.2). Безусловно, долготный дрейф Евразийской плиты, хо-

рошо согласуется с геологической моделью и находит отражение в результатах по изменениям долготного компонента координат и скоростей пунктов в целом. Но, для исследования изменений широты, необходимо в будущем построить геотектоническую модель региона на основе анализа данных всей сети республики, согласовать эти результаты с новыми геодезическими моделями, построенными уже по современным GPS измерениям.

Таблица 2.

Изменения горизонтальных (v_N , v_E , мм/г) координат, скоростей станций ($v_{\text{станции}}$, мм/г) и направления движения (A , °) по геологической модели NUVEL-1A

Пункт	Смещение по широте v_N , мм/г	Смещение по долготе v_E , мм/г	Скорость пункта $v_{\text{станции}}$, мм/г	Азимут A , °
FARG	-1.17	25.95	25.98	92.57
TASH	-0.45	25.97	25.97	91.00
MAGK	-0.45	25.97	25.97	90.99
JARQ	0.09	25.97	25.97	89.80
KIT3	0.24	25.98	25.98	89.47
URGA	2.03	25.88	25.96	85.53

Список литературы:

1. «О мерах по реализации инвестиционного проекта «Создание Национальной географической информационной системы». Постановление Президента №2045 от 2013 года. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lex.uz/pages/getpage.aspx?lact_id=2242710
2. Altamimi, Z., Rebischung P., Métivier L., Collilieux X. ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modelling nonlinear station motions // J. Geophys. Res. Solid Earth, 2016. No.121. –pp. 6109–6131. doi:10.1002/2016JB013098.
3. Beutler G., Brockmann E., Gurtner W., Hugentobler U., Mervart L., Rothacher M. Extended orbit modeling techniques at the CODE Processing Center of the International GPS Service for Geodynamics (IGS): Theory and initial results // Manuscr. Geod. 1994, 19, - pp. 367–386.
4. Boehm, J., Niell, A., Tregoning, P., Schuh H. Global Mapping Function (GMF): A new empirical mapping function based on numerical weather model data // Geophys. Res. Lett. 2006a, 33, L07304. doi:10.1029/2005GL025546
5. Dubbini, M., Cianfarra, P., Casula, G., Capra, A., Salvini F. Active tectonics in northern Victoria Land (Antarctica) inferred from the integration of GPS data and geologic setting // J. Geophys. Res., 2010, 115, B12421. doi:10.1029/2009JB007123
6. DeMets C., Gordon R.G., Argus D.F., Stein S., Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions// Geophys. Res. Lett. 1994. 21. – pp. 2191-2194.
7. Estey L., Wier S. TEQC Tutorial. Basics of Teqc Use and Teqc Products. 2018. UNAVCO. USA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.unavco.org/software/data-processing/teqc> (дата обращения: 15.09.20).
8. Herring T.A., King R.W., Floyd M., McClusky S.C. Introduction to GAMIT/GLOBK. Release 10.7. Technical report. Massachusetts Institute of Technology. 2018 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://geoweb.mit.edu/gg/Intro_GG.pdf (дата обращения: 10.09.20).
9. King R.W., Herring T.A., Floyd M.A., McClusky S.C. GAMIT/GLOBK Overview / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://geoweb.mit.edu/~floyd/courses/gg/201807_Bishkek/ (дата обращения: 15.09.20).
10. IERS Conventions // IERS Technical Note 36 / Gérard Petit and Brian Luzum (eds.). –Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010. -179 p.
11. Herring T.A., R.W. King, McClusky S.C. Global Kalman filter VLBI and GPS analysis program, GLOBK Reference Manual, Release 10.5. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology, Cambridge MA 2010b. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://handler.mit.edu/~simon/gtk/GLOBK_Ref.pdf (дата обращения: 15.09.20).
12. Lyard, F., F. Lefèvre, T. Letellier and O. Francis. Modelling the global ocean tides: a modern insight from FES2004 // Ocean Dynamics. 2006. 56. –pp. 394-415,

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ**ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ СВАРОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОМОБИЛЕЙ****Каримхаджаев Назиржон**

доцент,
Андижанского машиностроительного института,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: nazirjon2019@mail.ru

Эркинов Икромжон Бахром угли

ассистент,
Андижанского машиностроительного института,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: ikromjonerkinov1991@umail.uz

Вахобов Рустамжон Абдуманноб угли

ассистент,
Андижанского машиностроительного института,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: rvahobovuz@mail.ru

REVIEW ANALYSIS OF WELDING TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF CARS**Nazirjon Karimxodjayev**

Assistant professor,
Andijan machine-building institute,
Uzbekistan, Andijan

Ikromjon Erkinov

Assistant, Andijan machine-building institute,
Uzbekistan, Andijan

Rustamjon Vaxobov

Assistant, Andijan machine-building institute,
Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В статье дается обзорный анализ различных сварочных технологических процессов сварки, применяемых не только при производстве автомобилей но и в восстановительных работах при их эксплуатации. На основе анализа делаются выводы о недостатках и преимуществах технологических процессов сварки, указываются резервные возможности улучшения качества сварочных швов, а также отмечается необходимость создания базы по подготовке высоко квалифицированных специалистов в этой области.

ABSTRACT

The article provides an overview of the various welding processes used not only in the manufacture of automobiles but also in restoration work during their operation. Based on the analysis, conclusions are drawn about the disadvantages and advantages of welding processes, the backup opportunities for improving the quality of welds are indicated, and the need to create a base for training highly qualified specialists in this field is noted.

Ключевые слова: сварка, технологические процессы, сварочный шов, лазерная, контактная, плазменная, электродуговая сварка, автомобилестроение, зазорообразование, дефекты, преимущества.

Keywords: welding, technological processes, welding seam, laser, contact, plasma, electric arc welding, automotive industry, gap formation, defects, advantages.

Технологический процесс сварки является одним из важным этапом обработки металла во всех отраслях народного хозяйства. Основной задачей сварочной технологии является получение неразъемных соединений по свойствам подобным цельным материалам. Это достигается путем приближения по свойствам сварного соединения к свариваемому металлу.

С каждым годом не только в нашей Республика, но и во всем мире растет производство и продажа автомобилей. В связи с этим увеличивается и объем производственных, ремонтных и восстановительных работ. В автомобилестроении на всех этапах производства и восстановления работоспособности автомобилей одним из главных процессов является обработка металлов, т.е. резка, давление, термообработка, сварка и другие. В этом плане особое значение имеет сварочное дело.

Сварка-это процесс соединения различных металлических материалов путем местного нагрева свариваемых поверхностей до температуры плавления (сварка плавлением) или пластичного состояния (сварка давлением). В зависимости от материала и конструкции детали, а также характера повреждения, сварку производят холодным (без нагрева детали) полугорячим (с местным нагревом) или горячим (нагрев всей детали) способами.

Холодный способ сварки применяют для большинства стальных и чугунных деталей небольших размеров и несложной конфигурации.

Полугорячий способ сварки используют для восстановления чугунных деталей более сложной конфигурации.

Горячий способ применяют, главным образом для чугунных деталей сложной формы (блоков, картеров, корпусов и др.) у которых вследствие возникновения тепловых напряжений в процессе сварки возможно образование трещин или коробление. Поэтому равномерный нагрев и медленное охлаждение после сварки способствуют уменьшению тепловых напряжений.

В настоящее время ведутся целенаправленные работы по совершенствованию процесса и повышения качества сварки во всех отраслях народного хозяйства. Конечно, и в автомобилестроении, также одной из важнейших задач является повышение качества сварных швов путем уменьшения коробления деталей при сварке и повышение прочности сварных швов. Это достаточно сложная задача, поскольку многие детали автомобилей имеют сложную геометрию. При сварке в металле образуются зоны разогрева и полностью избежать усадок и короблений металла практически невозможно. В связи с этим ведутся работы по улучшению качества как сварочных работ, так и наплавочных сварочных электродных металлов. Ниже нами рассмотрены различные сварочные процессы применяемые как при производстве, так и при эксплуатации автомобилей.

Одним из основных направлений новых технологических разработок является сварка без предварительного подогрева свариваемых деталей и их последующей термообработки. А новые методы сварки

требуют новых сварочных материалов. Несмотря на это в результате мы должны получить однородный шов с соединяемыми деталями.

Важное значение в производстве сварочного дело имеет вид и толщина применяемого металла. Толстолистовый металл используется для транспортных средств; тонколистовая сталь и алюминий для кузовных деталей легковых автомобилей; высокопрочные и беспосадочные стали для пассажирских салонов автобусов. В конструкции современных автомобилей все больше используются легкие и прочные материалы, которые при сохранении высокой прочности позволяют значительно снизить вес машины. Как известно, снижение веса деталей в конечном итоге позволяет существенно уменьшить расходы горючего и даже себестоимость автомобиля. Наиболее целесообразным в этом плане для автомобилестроения являются сплавы алюминия, меди, магния и других легких элементов. Таким образом, проблема получения высококачественных сварных соединений однородных и разнородных деталей из легкого сплава является актуальной задачей [3, 4].

В настоящее время достигнуты определенные достижения в сварочном хозяйстве, поскольку решением этой проблемы занимаются не только научно-исследовательские и производственные предприятия, но и различные отечественные и зарубежные фирмы собственных концернов.

Так, передовые автомобильные концерны БМВ, Ауди, Мерседес, Тойота и другие проводят работы не только по широкому применению облегченных конструкционных материалов, но и используют методы сварки трения с перемешиванием.

Промышленное применение также нашли следующие способы сварки: горячим газом; контактным нагревом, трением, высокочастотная и ультразвуковая сварка. Выбор способа сварки обуславливается природой металла, конструкцией соединяемых деталей, требованиями сварному соединению, условиями работы изделия, а также необходимой производительностью.

На ряду с другими наибольшее применение имеют такие способы соединения конструкционных материалов, как контактная, точечная и шовная сварки. Такие методы сварки применяются в массовом производстве из-за высокой производительности и качества соединений.

На рис. 1 показана классификация процессов электроконтактной сварки, являющейся наиболее важным процессом контактной сварки, используемой на производстве



Рисунок 1. Классификация процессов электроконтактной сварки

При выполнении точечной сварки электрический ток подается на определенные места соединяемых частей, что обеспечивает местный нагрев и переводит металл в пластическое или расплавленное состояние затем, при приложении давления эти части соединяются между собой.

В производстве автомобильного транспорте также применяется сварка в среде защитного газа вольфрамовым электродом (рис. 2). В этом процессе электрическая дуга поддерживается между свариваемыми деталями и жестким неплавящимся вольфрамовым электродом.

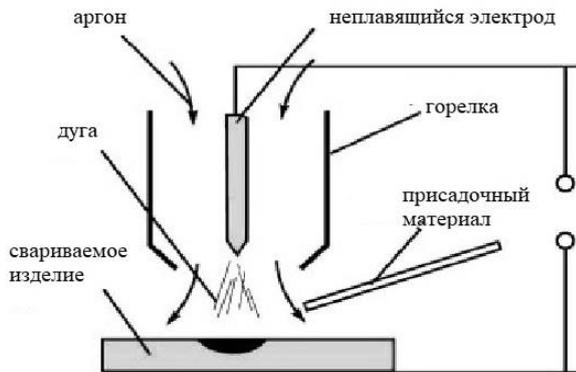


Рисунок 2. Принципиальная схема сварки с вольфрамовым электродом в сфере инертного газа

В этом процессе электрическая дуга поддерживается между свариваемыми деталями и жестким неплавящимся вольфрамовым электродом. В качестве

защитного газа применяется аргон или гелий. Электрическая дуга образуется между плавящимся концом пруткового электрода (подаваемого в зону сварки) и свариваемыми деталями под флюсом.

Для элементов кузовов, рам мотоциклов, сидений и выхлопных систем используются легкие материалы, которые свариваются посредством WIG-процесса небольшим количеством подводимого тепла. Это обеспечивает хорошее качество шва и гладкость. В случае особо тонкого места можно воспользоваться плазменной сваркой или пайкой.

В зависимости от объемов производства и сварочной задачи в автомобилестроении используются ручной, частичное или полностью механизированный сварочный процесс. В этом плане AVICOR BINZEL разработал надежные в производстве ручные и роботизированные сварочные горелки как для лазерной, так и для плазменной сварки.

Как известно, ремонтные работы требуют частую смену позиций и производится обычно ручной сваркой. Поэтому для таких работ применяют легкие, прочные и подвижные горелки.

В автомобилестроении на современном этапе наблюдается тенденция к выбору легковесных и алюминиевых деталей. Учитывая высокие расходы на персонал и дефицита квалифицированных кадров по сварке основными тенденциями в отрасли автомобилестроения становятся механизированный и автоматизированный сварочные процессы.

В мировом опыте крупных автомобильных концернов находит широкое применение наряду с другими и лазерная сварка. Лазерная сварка и пайка не только улучшает конструкционные характеристики автомобиля и внешний вид сварного шва, но и сокращает время технологических циклов. Однако внедрение новых технологических процессов в поточное производство связано с применениями новых конструкционных материалов с изменениями как в проектной документации, так и в технологических процессах с последовательным проведением большого количества испытаний и согласований. Этим и объясняется то, что от первого появления идей до внедрения новой технологии в поточные линии могут пройти годы. Такие трудности испытывают и крупные мировые концерны, в этом плане, даже и Российские автогиганты отстают от мировой практики несмотря на то, что в мировом опыте автомобилестроения начали использовать лазерные технологии сварки.

Лазерные технологии в автомобильной промышленности используют для: раскроя на стадии заготовки детали, лазерная маркировка деталей; сварка и пайка. Лазерная сварка и пайка в основном применяются в следующих процессах, указанных в таблице 1. [6]

Таблица 1.

Процессы, в которых применяется лазерная сварка и пайка

Место применения	Процесс	Задача
Нижний шов порога (сварка наружной и внутренней части порога.)	Лазерная сварка	Оптимизация угловой жесткости кузова не скручивание и изгиб.
Верхний шов порога (сварка наружной и внутренней части порога)	Лазерная сварка	Оптимизация угловой жесткости кузова на скручивание
Сварка заднего крыла с внешней части порога	Лазерная сварка	Сварка при возможности доступа с одной стороны.
Сварка стойки рамы лобового стекла	Лазерная сварка	Доступ с одной стороны
Сварка стойки рамы ветрового стекла и поперечного ребра жесткости	Лазерная пайка	Видимый шов

Следует отметить что приведенные в таблица-1 данные не являются ограничением места приложения сварки. Лазерная сварка и пайка может быть примерена и на других конструктивных частях автомобиля.

Основным способом сварки элементов кузовов автомобилей является точечная контактная сварка, которая имеет ряд достоинств, также как возможность обеспечения автоматизации и механизации са-

мого процесса сварки, обеспечивает высокую производительность сварки. Однако, при формировании сварной точки к электродам прикладывается значительное давление, которое с одной стороны улучшая качество сварки, с другой может привести появлению напряжений (рис.3) и нежелательных зазоров между соединяемыми элементами, щелей и даже могут привести к нарушению проектной геометрии [2, 4].

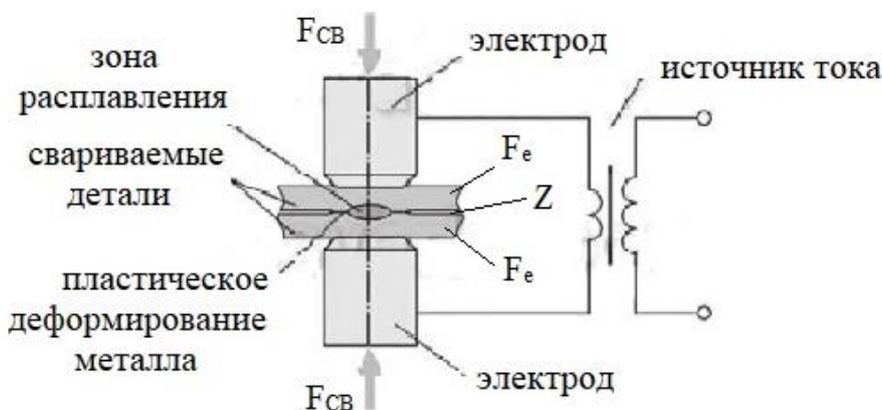


Рисунок 3. Образование дефектов при контактной сварке

$F_{св}$ -площадь давления при сварке, F_e –площадь возникновения напряжений, Z -зазорообразование

Таким образом, анализ технологии сварочного процесса показывает, что в производстве автомобильного транспорта, так и при его эксплуатации применяется широкий круг сварочного комплекса, среди которых наибольшее массовое применение имеет сварка давлением т.е электроконтактная точечная и другие однотипные виды сварки. Однако, все вышерассмотренные виды сварочных процессов

вместе со своими прогрессивными достоинствами имеют также и свои резервные зоны для дальнейшего улучшения качества, как сварочной технологии, так и оборудования. На ряду с этим требуется создать широкий круг работ по подготовке высококвалифицированных специалистов сварочного процесса с одновременным снижением производственных расходов.

Список литературы:

1. Лупачев В.Г. Общая технология сварочного производства М. Высшая школа 2011 – 288 с.
2. Рыжков. Г.Л., Хазов. Б.Ф, Отказы и предельное состояние технологического оборудования сварки кузовов в массовом производстве автомобилей. Сварка в машиностроении и приборостроении 2007. Ю № 10 С. 14-24.
3. Томас К.И., Илященко Д.П., технология сварочного производств Томск. ТПУ.2011й. 247 с.
4. Фетисов Г.П. Сварка и пайка в авиационной промышленности № Юрайт, 2018, 229 с.
5. Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Window edu.ru>resource (дата обращения 10.09.2020).
6. Industrial laser solution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.industrial-lasers.com/> (дата обращения 09.09.2020).

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ НАГРЕВА ПРИ МИКРОВОЛНОВОЙ ОБРАБОТКЕ
УПОРНОГО ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА***Фузайлов Омон Убайдуллоевич**докторант**Навоийского государственного горного института,**Республика Узбекистан, г. Навои**E-mail: omonfuzaylov@gmail.com***STUDY OF THE INFLUENCE OF THE MINERAL COMPOSITION
ON THE HEATING INTENSITY DURING MICROWAVE TREATMENT
OF REFRACTORY GOLD-CONCENTRATE***Omon Fuzaylov**Doctoral student**of the Metallurgy Department, Navoi State Mining Institute,**Uzbekistan, Navoi***АННОТАЦИЯ**

Статья представляет результаты исследования влияния минерального состава упорного золотосодержащего флотоконцентрата на скорость нагрева при микроволновом излучении. Показано, что при микроволновой обработке флотоконцентрата основным фактором интенсивности процесса нагрева является содержание пирита. Предпочтительное минимальное содержание пирита для эффективного протекания процесса микроволнового обжига составляет 21%. По течению процесса пирит окисляется, образуя оксиды железа, магнетит и гематит. Учитывая, что магнетит нагревается лучше, чем пирит при МВ излучении, далее он будет поддерживать температуру обжига до завершения процесса.

ABSTRACT

The paper presents the results of a study of the influence of the mineral composition of refractory gold-bearing flotation concentrate on the heating rate under microwave irradiation. It is shown that during the microwave treatment of the flotation concentrate, the main factor in the intensity of the heating process is the pyrite content. The preferred minimum pyrite content for efficient microwave roasting is 21%. In the course of the process, pyrite is oxidized to form iron oxides, magnetite and hematite. Considering that magnetite heats up better than pyrite under MW irradiation, then it supports the roasting temperature to the end of the process.

Ключевые слова: Упорный флотоконцентрат, золото, пирит, микроволновая обработка, обжиг, магнетит, сульфиды.

Keywords: Refractory flotation concentrate, gold, pyrite, microwave treatment, roasting, magnetite, sulfides.

Введение

Извлечение золота из технологически упорных руд и концентратов является важной проблемой золоторудной промышленности. В упорном концентрате золото находящиеся в минералах (пирит и арсенопирит) как правило, находится в мелкодисперсном состоянии. По этому, Сорбционное цианирование малоэффективно влияет на их кристаллическую решетку и золото не растворяется. В связи с этим, исследователи применяют предварительно различные способы разрушения кристаллической решетки сульфидов [1]. Одним из этих способов является

окислительный обжиг в результате которого происходит окисление этих сульфидов до промежуточной формы магнетита (Fe_3O_4) и затем в конечном итоге до гематита (Fe_2O_3) [2]. Золото в гематите более подвержено выщелачиванию на следующей стадии, поскольку гематит имеет высокую пористость и площадь поверхности, что позволяет свободным цианид-ионам в растворе получить доступ к частицам золота. В последние годы в научно-технической литературе опубликован ряд статей, посвященных микроволновому обжигу сульфидных руд и концентратов [3-10].

Микроволновый обжиг флотоконцентрата возможен только благодаря сульфидным минералам, в виде пирита и арсенопирита обладающих высоким коэффициентом диэлектрических потерь, т.е. чем больше сульфидных минералов, тем интенсивнее и эффективнее будет протекать процесс окисления. Наличие большого количества породообразующих минералов, в составе которых имеются минералы с меньшими диэлектрическими свойствами не способны нагреваться в микроволновом поле, а лишь рассеивают тепло. Если в составе имеется гиперактивный минерал – магнетит, он будет нагреваться намного интенсивнее, чем пирит, и тем самым, будет интенсифицировать процесс обжига. В связи с

этим исследование по изучению влияния состава флотоконцентрата на интенсивность микроволнового обжига представляет особый интерес и является актуальной задачей. Этот материал представляет результаты изучения влияния состава упорного золотосодержащего флотоконцентрата на скорость нагрева при микроволновом излучении.

Материалы и методы

Микроволновой обработке подвергался упорный золотосодержащий флотоконцентрат с содержанием серы и органического углерода 18,2 и 2,2 % соответственно. На рисунке 1. представлены результаты рентгенофазного анализа флотоконцентрата.

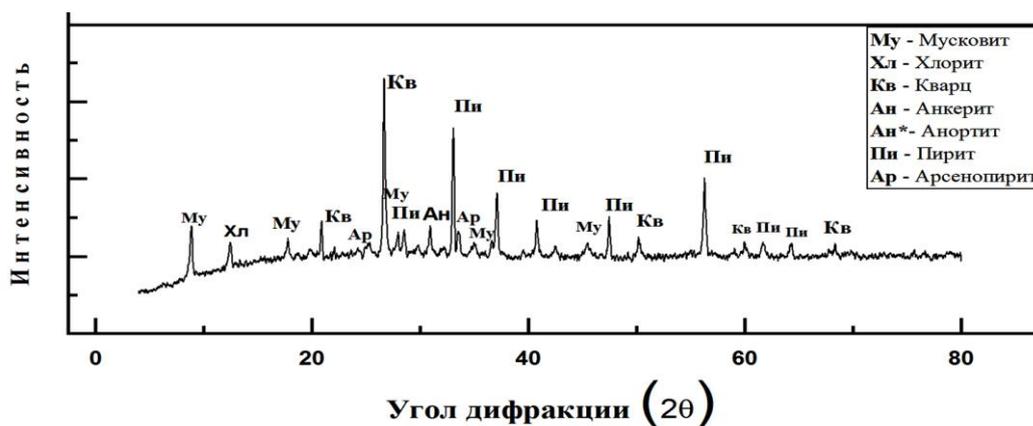


Рисунок 1. Дифрактограмма упорного золотосодержащего концентрата

Как показывает дифрактограмма, основные минералы, представленные в концентрате, кварц (19,6%) и пирит (21,09%), также были обнаружены мусковит (29,4%), хлориты (4,97), анортит (8,94), арсенопирит (3,41%) и анкерит (4,43%).

Для определения влияния минерального состава материала на процесс обжига подготовили 7 проб с

разным минеральным составом. Для снижения содержания сульфидных минералов в пробы добавили кварц. Для изучения влияние магнетита на процесс обжига добавили огарок после МВ обработки данного концентрата. Характеристики вышеуказанных проб представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики проб для микроволновой обработки

№	Масса флотоконцентрата	Масса добавленного кварца	Масса добавленного огарка	Содержание пирита	Содержание магнетита
1	15	15	-	11,0	-
2	20	10	-	14,5	-
3	25	5	-	18,3	-
4	30	-	-	22,0	-
5	25	-	5	18,3	2,3
6	20	-	10	14,5	4,6
7	15	-	15	11,0	7,0

Во всех образцах температуру измеряли с интервалом в 20 секунд. Процесс остановили после того как образцы приобретали ярко-бурый цвет, что свидетельствовало об окислении железа в составе пирита и арсенопирита. Все пробы подвергались химическому анализу для определения содержания $C_{общ}$, $C_{орг}$, $S_{общ}$, S_s , As и железа.

Обсуждение результатов

Результаты исследования влияния содержания пирита и магнетита на скорость нагрева образца при мощности излучения 1000 Вт представлены на рисунке 2. Показано заметное увеличение скорости нагрева с увеличением содержания пирита. Кроме того, образцы, содержащие магнетит нагревались более интенсивно, чем образцы с пиритом.

Как показано, даже малое содержание магнетита (2,3%; 4,6%; 7,0%) в пробе оказывает существенное влияние на интенсивность нагревания при МВ обработке. Кривые №: 1; 2; 3; 4 явно показали увеличение скорости нагрева с увеличением содержания пирита.

Кривые №: 5; 6; 7 показали, что с уменьшением содержания пирита и вместо этого увеличением содержания магнетита интенсивность нагрева всё равно увеличивается.

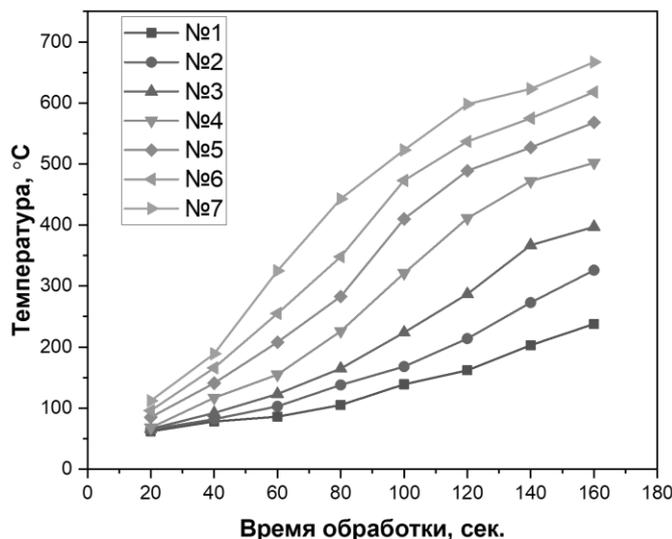


Рисунок 2. Изменение температуры образцов разного состава при обработке микроволнами мощностью 1000 Вт

Таким образом, опыты показали, что при микроволновой обработке флотоконцентрата основным фактором интенсивности процесса нагрева является содержание пирита. Предпочтительное минимальное содержание пирита для эффективного протекания процесса микроволнового обжига составляет 21%.

По течению процесса пирит окисляется, образуя оксиды железа, магнетит и гематит. Учитывая, что магнетит нагревается лучше, чем пирит при МВ излучении, далее он будет поддерживать температуру обжига до завершения процесса.

Список литературы:

1. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: монография в 2 т. Иркутск: Изд-во Иргиредмет. Т. 1, 1999. 342 с. Т. 2, 2000. 452 с.
2. Санакулов К.С., Фузайлов О.У., Кенбаева Ж.А. Микроволновая обработка сульфидных золотосодержащих концентратов // Горный вестник Узбекистана. – 2020 – no 1 – С. 53-56.
3. Amankwah, R.K., Pickles, C.A., 2008, Microwave roasting of a carbonaceous sulphidic gold, MEI Conference, Microwave Technology, Cape Town, South Africa
4. Haque, K.E., 1987b. Microwave irradiation pretreatment of a refractory gold concentrate. In: Salter, R.S., Wyslouzil, D.M., McDonald, G.W. _Eds., Proc. Int. Symp. on Gold Metallurgy. Winnipeg, Canada, pp.327–339.
5. Ma, S.J., Mo, W., Su, X.J., Liu, P., Yang, J.L., 2010. Removal of arsenic and sulfur from a refractory gold concentrate by microwave heating. Min. Eng. 23 (1), 61–63
6. Ma, S., Luo, W., Mo, W., Su, X., Liu, P., Yang, J., 2008, Desulfur and de-arsenic of refractory gold concentrate by microwave roasting, MEI Conference, Microwave Technology, Cape Town, South Africa.
7. Marsden J.O., and House C.I. "Pyrometallurgical Oxidation." The Chemistry of Gold Extraction. SME, 2006. 205-224.
8. Nanthakumar B., Pickles C.A., Kelebek S., 2007. Microwave pretreatment of a double refractory gold ore. Min. Eng. 20 (11), 1109–1119.
9. Pearce C.I., Patrick R.A.D, Vaughan D.J. 2006, Electrical and Magnetic Properties of Sulfides, Rev. Mineral. Geochem. 61.
10. Qu Z.L., 2011. The Study on Pretreatment Refractory Gold Concentrate by Microwave Roasting. (Master's Thesis). Shenyang Ligong University, China.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ
БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ*****Акбаров Илхомжон Гуломжанович****ст. преподаватель
Наманганского инженерно-строительного института,
Республика Узбекистан, г. Наманган****Азизов Замон Ахмаджонович****ст. преподаватель
Наманганского инженерно-строительного института,
Республика Узбекистан, г. Наманган****Негматов Сойибжон Содикович****д-р. техн. наук, профессор ГУП «Фан ва Тараққиёт» при ТГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент****Бойдадаев Муротбек Бойдада угли****ст. преподаватель
Наманганского инженерно-строительного института,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: murotboy@mail.ru***DEVELOPMENT OF OPTIMAL TECHNOLOGICAL MODES
FOR OBTAINING BITUMEN-RUBBER COMPOSITIONS*****Ithomjon Akbarov****Senior Lecturer,
Namangan Institute of Civil Engineering,
Uzbekistan, Namangan****Azizov Zamon****Senior Lecturer,
Namangan Institute of Civil Engineering,
Uzbekistan, Namangan****Soyibjon Negmatov****Doctor of Technical Science, State Unitary Enterprise "Fan va Taraqqiyot",
Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent****Murotbek Boydadayev****Senior Lecturer,
Namangan Institute of Civil Engineering,
Uzbekistan, Namangan***АННОТАЦИЯ**

В статье определен оптимальный технологический режим получения битумно-резиновых композиций. Проведены необходимые исследования, которые подтвердили теоретические и практические предпосылки о структурообразовании битумно-резиновой композиции, позволяющей разработать оптимальный состав и технологический режим получения битумно-полимерных композиций, с хорошими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

ABSTRACT

The article defines the optimal technological mode for producing bitumen-rubber compositions. The necessary studies have been carried out, which have confirmed the theoretical and practical prerequisites for the structure formation of the bitumen-rubber composition, which makes it possible to develop an optimal composition and technological mode for obtaining bitumen-polymer compositions with good physical, mechanical and operational characteristics.

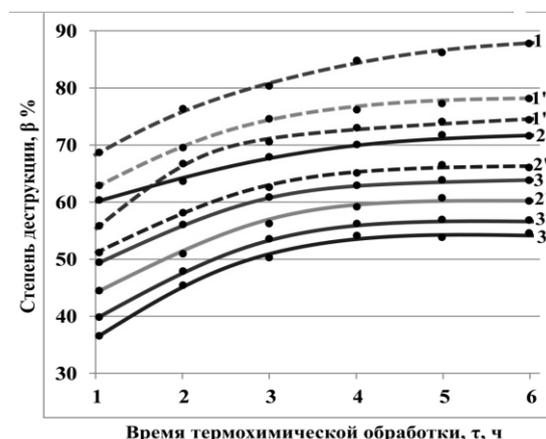
Ключевые слова: битум, технология, температура размягчения, температура хрупкости, эластичность.
Keywords: bitumen, technology, softening temperature, brittle temperature, elasticity.

Эластичность, прочность, водонепроницаемость, теплостойкость и долговечность рубероидов является важной и актуальной задачей. При решении данной задачи особое место отводится применению модифицированных битумных материалов, способных обеспечить эластичность, прочность, водонепроницаемость, теплостойкость и долговечность рубероидов в течение годового цикла. В связи с этим, возникает необходимость в разработке новых составов полимерно-битумных материалов с использованием минеральных ингредиентов для производства эффективных, долговечных, кровельных материалов и технологий их получения для применения в строительстве зданий и сооружений в условиях сухого и жаркого климата.

Анализ литературных данных и опыт эксплуатации кровельных покрытий из традиционных битуминозных рулонных материалов, показали, что в условиях сухого и жаркого климата они быстро теряют свои первоначальные свойства, преждевременно разрушаются вследствие влияния солнечных радиаций и интенсивного термического старения битумного вяжущего.

Кроме того, одним из приоритетных направлений развитая экономики Узбекистана является локализация производства и замена привозных материалов местными. Это в полной мере, относится и к кровельным материалам. Поэтому для экстремальных климатических условий Узбекистана возникает необходимость научного обоснования производства кровельных битуминозных материалов улучшенного качества, с повышенным сроком службы.

С целью определения оптимальных технологических режимов получения битумно-полимерных композиций были исследованы влияние времени термомеханической обработки, температуры процесса деструкции резинового порошка, и её содержания на степень деструкции резинового порошка, а также температура размягчения исходного битума и их содержания (рисунки 1.1-1.5).



(1, 2, 3 – 20 масс. ч, 1', 2', 3' – 30 масс. ч, 1'', 2'' и 3'' – 40 масс. ч и температура процесса термомеханической обработки (1, 1' и 1'' – 230°C; 2, 2' и 2'' – 210°C; 3, 3' и 3'' – 190°C).

Рисунок 1.1. Зависимость степени деструкции резинового порошка от времени термомеханической обработки в насосе-диспергаторе битумно-резиновой композиции при различном содержании резинового порошка

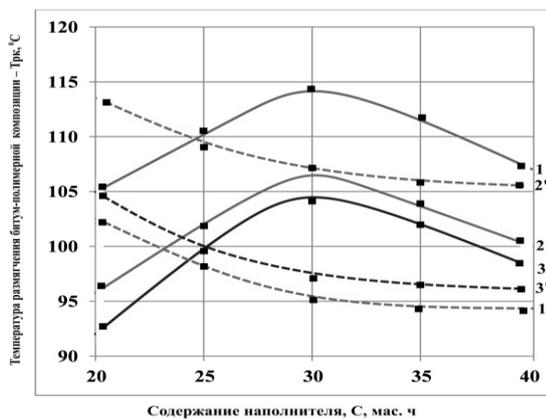
На рисунке 1.1 приведены результаты исследования зависимости степени деструкции резинового порошка от времени термомеханической обработки в насосе – диспергаторе битумно-резиновой композиции, при различном содержании резинового порошка (20 масс. ч; 30 масс. ч; 40 масс.ч) и температуры процесса обработки термомеханической обработки композиции (190°C, 210°C, 230°C).

Из кривых рисунка 1.1 видно, что во всех случаях, с увеличением времени термомеханической обработки, степень деструкции резинового порошка увеличивается во всех температурных режимах термомеханической обработки. При этом степень деструкции увеличивается от 40-68 до 55-88% соответственно. Также показано, что степень деструкции с повышением содержания резинового порошка уменьшается. Так, при увеличении содержание резинового порошка от 20 до 40 масс. ч. степень деструкции снижается с 88 до 70%. Наиболее на степень деструкции резинового порошка влияет температура процесса термической обработки. Так, при увеличении температуры, от 190°C до 230°C степень деструкции увеличивается с 68 до 88%, при 20% содержании резинового порошка [3]. Как видно, наибольшая степень деструкции наблюдается при температуре 200° – 230°C и времени обработки 4-6 часов. При этом температура исходного битума, нами была принята 38°C по определению КиШ.

Таким образом, оптимальным режимом приготовления модифицированной битумно-резиновой композиции, принята температура термомеханической обработки композиции – 220⁰С, в режиме обработки 5 часов и температуры исходного битума 38⁰С.

На рисунке 1.2 приведены результаты размягчения битумно-резиновых композиций, в зависимости от температуры исходного битума, при различном содержании и размера частиц резинового порошка.

С увеличением содержания резинового порошка, у всех исследованных параметров, как при различных содержаниях, так и размера частиц, температура размягчения с начало незначительно, а потом, резко повышаясь, стремится к стабилизации. В связи с этим, с учетом технологического и эксплуатационного процесса, нами были выбраны температуры размягчения исходного битума в пределах 38 – 40⁰С.



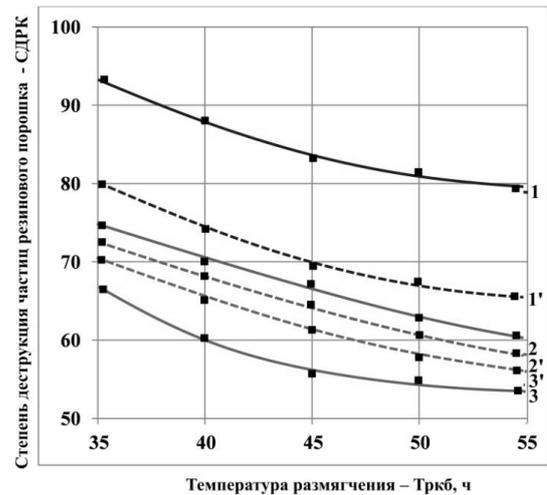
1 – 0,3мм; 2 – 0,6мм; 3 – 0,9 мм. 1I – 20 масс.ч; 2I – 30 масс.ч; 3I – 40 масс.ч.

Рисунок 1.2 Зависимость температуры размягчения битумно-полимерных композиций от содержания и размера частиц наполнителя – резинового порошка

На рисунке 1.2 приведены результаты исследований зависимости температуры размягчения битумно-полимерных композиций от содержания и размера частиц резинового порошка. Как видно, из кривых рисунка 1.2 температуры размягчения битумно-полимерных композиций в зависимости от содержания наполнителя, имеют экстремальный характер прохода через максимум, а в зависимости от размера частиц с увеличением дисперсности резинового порошка в начале резко, а потом медленно снижается.

На основе анализа, оптимальным размером частиц резинового порошка было принято 0,6 мм, а её содержание в пределах 28 – 30 масс.ч.

Таким образом, оптимальными для горячей битумно-резиновой композиции является: температура исходного битума – 40⁰С, содержание – 28 – 39 мас.ч., размер частиц резинового порошка 0,6 мм соответственно [2].



1-0,3 мм; 2-0,6 мм; 3-0,9 мм; 1I-20 мас.ч.; 2I-30 мас.ч.; 3I-40 мас.ч.

Рисунок 1.3 Зависимость степени деструкции резинового порошка от температуры размягчения исходного битума при различных размерах частиц и содержания резинового порошка

На рисунке 1.3 приведены результаты исследований зависимости степени деструкции резинового порошка от температуры размягчения исходного битума при различного размера частиц и содержания резинового порошка. Из кривых рисунка видно, что степень деструкции снижается с увеличением содержание наполнителя, как при различных размерах частиц, так и содержания резинового порошка. Как видно высокая деструкция резинового порошка в битумно-резиновой композиции наблюдается при размере частиц 0,3-0,6мм и 20 мас.ч. содержания.

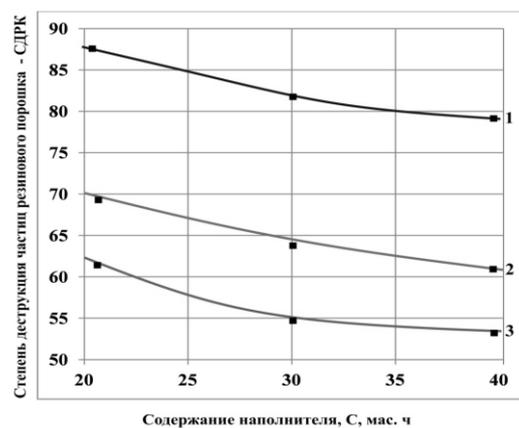


Рисунок 1.4. Зависимость степени деструкции резинового порошка от содержания наполнителя при различной температуре размягчения исходного битума: 1-38⁰С, 2-46⁰С, 3-54⁰С

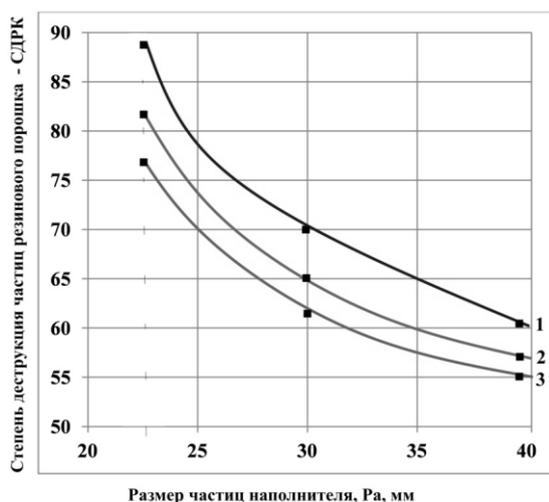


Рисунок 1.5. Зависимость степени деструкции резинового порошка от размера частиц при различном содержании: 1-20мас.ч; 2-30мас.ч; 3-40мас.ч.

На рисунках 1.4 и 1.5 приведены результаты исследований зависимости степени деструкции резинового порошка в битумно-резиновой композиции от содержания и размера частиц наполнителя при различной температуре и содержания и наполнителя соответственно.

Из кривых рисунков видно, что с увеличением содержания и размера частиц резинового порошка, у всех исследованных образцов деструкция резинового порошка снижается.

На основе комплексного анализа выше полученных результатов, учитывая технологический процесс степени деструкции, оптимальной температурой размягчения исходного битума является 38-40⁰С, содержание резинового порошка битумно-резиновой композиции 28-30 мас.ч. и размер частиц порошка 0,3-0,6 мм [1].

Количественные показатели степени деструкции резиновой крошки в битумно-резиновой композиции, в зависимости от продолжительности термомеханической активации и температуры размягчения исходного битума подтверждаются и качественными характеристиками структуры, определенными методом ИК-спектроскопии. С этой целью сняты ИК-спектры БРК состава 70% - битум + 30% резиновый порошок исходный битум имел исходную температуру размягчения: 38, 42, 16, 50 и 54⁰С, по КиШ.

Термомеханическую деструкцию БПК проводили при оптимальной температуре в насосе «Пластиком» в течение 6 ч. Через каждые 2 ч. отбирали пробы и снимали ИК – спектры. Анализ показал, что наиболее значительные изменения в ИК – спектрах, исследуемых БПК наблюдаются на полосе поглощения (ПП) с частотой 970см⁻¹. Это полоса обусловлена вне плоскостными деформационными колебаниями СН – групп и 1,4-трансдвойной связи, которая характерна для структуры каучуков. Поэтому относительное содержание двойных связей может служить мерой «растворения» каучука в битуме.

Известно, что пенетрация и температура хрупкости гидроизоляционных и кровельных материалов в определенной мере характеризуют их эластичность. С целью обоснования температуры размягчения исходного битума в битумно-резиновой композиции для кровельной композиции рубероида выполнены экспериментальные исследования. Их результаты показали, что наибольшая эластичность битумно-резиновой композиции достигается при использовании битума с исходной температурой равной 38 – и 42⁰С (таблица 1). Поэтому для получения битумно-резиновых кровельных композиций для дальнейших исследований приняты битумно-полимерные композиции, приготовленные на этом исходном битуме.

Таблица 1.

Показатели пенитрации и температуры хрупкости БРК

№	Т р исходные битума	Пен, х 0,1 мм	Т х р, - ⁰ С
1	38	72	35
2	42	64	30
3	46	54	28
4	50	43	26
5	54	38	24
6	62	33	22

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- наиболее значимым фактором, является температура размягчения исходного битума по КиШ. С увеличением Т_{р.исх.бит} возрастает и температура размягчения наполненной битумной композиции и за пределами исследуемой области. По техническим соображениям температуру размягчения исходного битума по КиШ следует ограничить и принять -38⁰С:

- вторым по значимости фактором является дисперсность (диаметр) резиновой крошки. Полученное значение оптимальной дисперсности резиновой крошки 0,35 мм;

- третьим по значимости фактором, но не менее важным, чем дисперсность резиновой крошки, оказывается степень наполнения модифицированной битумной композиции. В результате получено оптимальное значение степени наполнения композиции равное 28%.

Таким образом оптимальными параметрами состава модифицированной битумной композиции следует считать $D = 0,35$ мм. $C_v = 28\%$ и $Tr_{исх.бит} = 38^\circ\text{C}$, содержание битума – 72%.

Следовательно, проведенные исследования подтвердили теоретические и практические предпосылки о структурообразовании битумно-резиновой композиции, позволяющей разработать оптималь-

ный состав и технологический режим получения битумно-полимерных композиций, с хорошими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

Разработанные битумно-полимерные композиции можно использовать самостоятельно, как эластичную покровную композицию рубероида, так и для получения гидроизоляционных и кровельных материалов.

Список литературы:

1. Акбаров И.Г., Негматов С.С., Бойдадаев М.Б. Исследование особенностей и физико-химических свойств немодифицированных нефтяных битумных материалов // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 2(71). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8809>
2. Негматов С.С., Салимсаков Ю.А. и др. «Исследование варочных и физико-химических свойств местных базальтовых пород //Композиционные материалы, 2003. -№ 2. – С. 44.
3. Рузиева Б.Ю., Негматов С.С. и др. Перспективы использования базальтовых ингредиентов при разработке композиционных материалов. //Композиционные материалы, 2004. - № 2. – С. 60.

ТРАНСПОРТ

К АЛГОРИТМИЗАЦИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ
ПЕРЕВОЗОЧНОЙ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВОВ*Аблялимов Олег Сергеевич**канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,**и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»**Ташкентский государственный транспортный университет,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*TO ALGORITHMIZATION OF OPTIMIZATION PROBLEMS TRANSPORTATION
WORK OF LOCOMOTIVES*Oleg Ablyalimov**Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair**«Locomotives and locomotive economy»**Tashkent state transport university,**Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Обоснованы возможные схемы численных методов решения задач оптимизации по выбору оптимального управления режимом ведения поезда локомотивами дизельной и электрической тяги для реальных условий организации железнодорожных перевозок грузов и пассажиров в эксплуатации.

ABSTRACT

Possible schemes of numerical methods for solving optimization problems are substantiated for choosing the optimal control of the train driving mode by diesel and electric traction locomotives for real conditions of organizing railway transportation of goods and passengers in operation.

Ключевые слова: алгоритм, решение, поезд, задача, локомотив, перевозочная работа, вариант работы, шаг оптимизации, процесс.

Keywords: algorithm, solution, train, task, locomotive, transportation work, work option, optimization step, process.

В общем смысле алгоритмизация задач оптимизации перевозочной работы локомотивов представляет собой процесс составления алгоритмов с целью решения прикладных задач посредством определённого набора инструкций, описывающих последовательность действий некоторого исполнителя для достижения поставленного результата, то есть решения некоторой задачи за конечное, фиксированное число шагов.

В практических условиях приходится иметь дело с различными вариантами задач оптимизации, поэтому целью настоящего исследования является обоснование некоторых возможных схем решения задач по оптимизации перевозочной работы локомотивов для реальных условий организации железнодорожных перевозок, в том числе грузовых.

Перевозочная работа локомотивов (ПРЛ) складывается из отдельных поездок, выполняемых при определенных координатах материальной базы процесса Мб и организации работ Ор. Семейство поездок

в границах плеч работы локомотивных бригад можно объединить в варианты работы (ВР), имеющие неизменные координаты Мб и переменные координаты Ор. Комплекс вариантов работ образует общую перевозочную работу депо, регионального железнодорожного узла (НОД) и направлений железнодорожного транспорта, которые могут выполняться при самых разнообразных упомянутых выше координатах Мб и Ор, выбор которых следует производить на основе оптимальных решений.

В соответствии с вышеизложенным можно рассматривать задачи оптимизации поездки (ОП), оптимизации поездок варианта работы (ОПВР) и оптимизацию перевозочной работы депо, региональных железнодорожных узлов и железнодорожных направлений, в целом.

Оптимизация поездки имеет целью обеспечить наибольшую эффективность, в данном случае, по минимуму расхода энергии на касательную механическую работу локомотива ($\min E_k$) за счёт выбора

оптимального управления P_T^* . Минимум расхода энергии E_k соответствует $\min A_k$ – касательной механической работе локомотива и $\max \eta_b$ – к.п.д. рабочей цепи процесса. Решение возможно на основе применения различных комплексов оптимизации K_o , который включает принятый принцип решения и метод отыскания соответствующих решений [1], что приведёт к различным некоторым функциям управления f_y и даст разные результаты оптимизации (рис. 1), на основании которых следует выбирать наиболее корректный комплекс оптимизации K_o . Принятая величина комплекса оптимизации K_o , затем уже используется для решения всех других задач оптимизации перевозочной работы локомотивов.

На рис. 1 обозначено изменение расхода натурального дизельного топлива E_k , затраченного на реализацию касательной механической работы тепловоза A_k в зависимости от величины принятого комплекса оптимизации K_o для тепловоза 2ТЭ10Л со временем хода $t_n=23$ мин по перегону 3 – И.

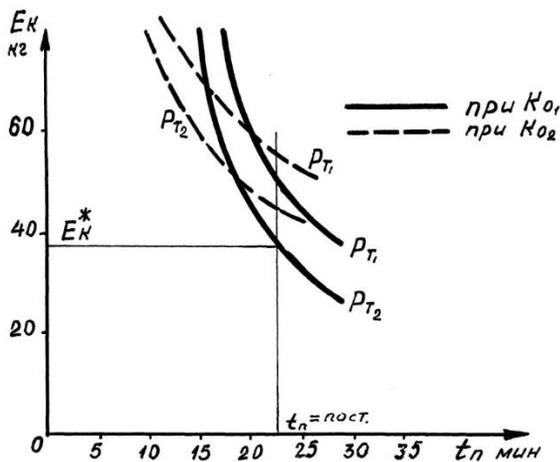


Рисунок 1. Динамика слагаемой расхода дизельного топлива E_k в зависимости от величины принятого комплекса оптимизации K_o

Приведённый тип задачи оптимизации (30) может быть использован и для определения наиболее подходящего комплекса оптимизации K_o , что при решении упомянутой выше задачи оптимизации численными методами является совершенно необходимым.

Задачи оптимизации поездок имеют большое практическое значение и встречаются весьма часто. Кроме этого, оптимизация поездок необходима для решения других случаев задач по оптимизации перевозочной работы локомотивов.

Задачи оптимизации поездок варианта работы (ОПВР), также, являются весьма распространёнными в практической работе. Как правило, при выполнении расчётов по оптимизации перевозочной работы локомотивов для депо и регионального железнодорожного узла, приходится выполнять комплекс расчётов по оптимизации поездок варианта работы.

Для варианта работы характерно, что материальная база процесса $M_b = \text{пост.}$, а координаты вектора организации работ O_p меняются в определенных пределах, при этом

$$O_p = (Q, m, t, z, t_c \text{ и пр}) \quad (1)$$

где Q – вес состава, который меняется для вариантов работ от наименьшего возможного значения Q_n до наибольшего Q_k при определённом и довольно таки устойчивом среднем, расчётном значении Q_p ;

m – число (количество) осей, тоже меняется от наименьшего m_n до наибольшего m_k значений при среднем их числе m_p ;

t – время движение поезда на участке для вариантов работ, обычно среднее его расчётное значение t_p принимается согласно расписания движения поездов с учётом практически возможных его отклонений на величину $\pm \Delta t$;

z – число (количество) остановок поезда на промежуточных отдельных пунктах, станциях и у сигналов. Среднее их число z_p берут согласно расписания и опыта работы, учитывая возможные отклонения их на величину $\pm \Delta z$;

t_c – время стоянок поезда на промежуточных станциях и у сигналов.

Вообще – то, каждая поездка варианта работы может быть оптимизирована для сложившихся условий её выполнения и затраченном времени $t = \text{пост.}$ порядком (последовательностью) приведённым выше. Но для каждого варианта работы число поездок за сутки бывает значительное, поэтому производить такие расчёты для всех поездок пока весьма затруднительно.

В связи с этим целесообразно выполнять расчёты по оптимизации поездок варианта работы следующим порядком.

Для задач оптимизации поездок варианта работы, когда время хода поезда $t = \sum t_n = \text{пост.}$ (задано), следует провести серию расчётов по оптимизации поездок, как было указано выше для ряда значений Q, m, z, t_c , охватывающих возможные колебания этих координат для варианта работы.

Цель таких расчётов – получить оптимальные траектории управлений P_T^* , которые затем можно выразить через средние характеристики оптимального режима: η_b – к.п.д. рабочей цепи процесса (силового преобразования слагаемой B_k во внешнюю работу); α – показатель совершенства траектории скорости движения от пути и β – показатель затрат энергии на торможения.

В результате выявлять оптимальные значения упомянутого силового преобразования B_k для семейства поездок на основании зависимости

$$B_k = B_k\{Q, m, t, z, \eta_b(Q, m, t, z), \alpha(Q, m, t, z), \beta(Q, m, t, z)\} \quad (2)$$

Использование зависимости (2) при соответствующих упрощениях её значительно облегчает подсчёты значений B_k , о чем будет сказано ниже.

Когда $t_n \neq \text{пост}$, то есть время хода поезда не задано, то цель оптимизации достигается по принятому параметру выигрышу (B) с выбором оптимальной величины времени хода по перегонам t_n^* и соответствующей оптимальной траектории управления P_T^* . В таких задачах обычно бывает заданным и годовой грузопоток Γ , т.е. нетто в год по каждому варианту работы (ВР).

Для решения таких задач необходимо при имеющихся координатах материальной базы процесса Мб на основании отчётных данных наметить по каждому варианту работы наиболее вероятные координаты Q_p, m_p, t_p, z_p и t_c , для которых и провести расчёты оптимизации поездки с указанной выше целью.

Выбор оптимальных величин t_n^* и P_T^* для принятых условий поездки следует производить на основе параметра выигрыша B стратегического типа – годовых приведённых народно – хозяйственных перевозочных расходов по перегону \mathcal{E}_n^* . Выполнять такие расчёты с использованием параметра выигрыша B тактического типа – по расходу энергии или денежных расходов по передвижению поезда на участке будет неоправданным.

На рис. 2 показан пример зависимостей при оптимизации для условия $t_n \neq \text{пост}$ – время хода поезда не задано. При этом решение соответствует значению B_i^* , как наименьшей величины для ряда найденных локальных значений B_1^*, B_2^*, B_3^* и т.д.

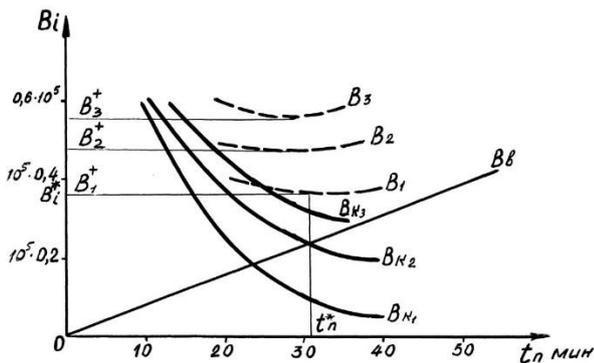


Рисунок 2. К выявлению величины B_i^* на шаге оптимизации (ШО) для задач оптимизации, когда время хода $t_n \neq \text{пост}$ поезда не задано

Для задачи оптимизации с заданными ограничениями параметра B по координате времени ($t_n = \text{пост}$) процесс оптимизации закрытый, так как ограничен условием $t_n = \text{пост}$. Для таких задач искомое значение B_K^* является безэкстремальной величиной и выбирается из ряда полученных вариантных значений, показанных на рис. 1.

Оптимизация перевозочной работы депо и регионального железнодорожного узла складывается из результатов оптимизации поездок варианта работы для соответствующих случаев работы и производится согласно вышеописанному порядку.

Расчёты по оптимизации перевозочной работы локомотивов для железнодорожных направлений (ОЖН) имеют целью выбор наиболее выгодных координат материальной базы процесса Мб и организации

работ Ор, сфера влияния которых охватывает рассматриваемое направление, так как в пределах направления оказывается влияние той или иной оптимизируемой координаты. Обычно это бывают направления, совпадающие с границами плеч работы локомотивов, станций формирования и расформирования поездов, участки реконструкций пути и т.д. Такие расчёты представляют наиболее общие случаи оптимизации процесса перевозочной работы локомотивов. Выигрыш принимается стратегического типа \mathcal{E}_T , при этом намечают определённые наиболее вероятные координаты материальной базы процесса Мб, а затем, используя существующие методы расчёта, определяют координаты организации работ Ор, которые уточняют на основании опыта работы до средних наиболее вероятных значений.

Исследованиям связи координат организации работ Ор, полученных принятыми методами расчётов с практически возможными, наиболее вероятными координатами, посвящено ряд работ [4 и другие], что облегчает выбор расчётных значений Q_p, m_p, t_p, z_p, t_c для каждого варианта работы, планируемого для оптимизации. При выбранных условиях расчёты проводят порядком описанным при оптимизации поездок варианта работы (ОПВР).

Меняя дискретно координаты материальной базы процесса Мб, число вариантов которых обычно ограничено 3 – 5 случаями, можно выявить наиболее выгодные координаты материальной базы процесса Мб* и соответствующие им, практически возможные координаты варианта работы Ор*, а также соответствующие им оптимальные времена хода t_n^* и режимы ведения поезда P_T^* .

Таким образом, рассмотренные выше схемы позволяют предложить следующие конкретные варианты задач оптимизации перевозочной работы локомотивов для их практического решения.

1. Выбор оптимальных режимов ведения поезда для семейства поездок того или иного варианта работы (разработка карт дифференцированных режимов ведения поезда);

2. Выявление оптимальных времён хода поезда по перегонам и участку при соответствующих оптимальных режимах ведения, что может значительно повысить эффективность перевозочной работы локомотивов, а полученные времена хода используются для составления графика движения поездов.

3. Разработка и внедрение новых методов нормирования расходов энергии на тягу поездов, учитывающих не только соответствующие координаты вектора поезда, но и возможности реализации оптимальных режимов ведения для сложившихся условий того или иного варианта работы.

4. Разработка и внедрение методов расчёта обоснованных норм расхода денежных средств (эксплуатационных расходов по передвижению поезда на участке, годовых приведённых народно – хозяйственных перевозочных затрат) для сложившихся средних, а также и конкретных по каждой поездке условий перевозочной работы локомотивов. В результате можно значительно уточнить расчёты затрат

денежных средств и провести их корректный анализ, что позволит более целенаправленно организовать мероприятия по их снижению.

5. Проведение анализа расходов энергии и денежных средств на перевозочную работу локомотивов с детальным их расчленением по факторам, влияющим на эти расходы и учётом влияния режима ведения, что позволит обоснованно намечать и осуществлять комплексные мероприятия по увеличению эффективности работы и снижению расходов.

6. Обоснованного выбора упомянутых выше координат M_b^* и O_p^* , увязанных с соответствующими оптимальными t_n^* и P_t^* значениями для тех или иных конкретных условий выполнения перевозочной работы локомотивов.

В результате сказанного, выбор необходимой мощности, силы тяги, профиля пути, ограничений скорости и т. д. будет наиболее обоснован, если учитывались конкретные условия работы и возможности реализации оптимальных режимов перевозочной работы локомотивов.

Кроме этого, примерами решения указанных вопросов может служить метод нормирования расхода энергии на тягу поездов [5] и результаты проведённых расчётов [2,3 и другие] по выбору оптимальной траектории движения объекта и оптимального управления.

Следует отметить, что все расчёты подтвердили достаточно высокую эффективность, предложенного метода решения перечисленных выше задач по оптимизации перевозочной работы локомотивов.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. К методу решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10707> (дата обращения: 07.09.2020).
2. Абляимов О.С. К вопросу решения задачи оптимизации режимов вождения поездов на основе различных принципов [Текст] / О.С. Абляимов, А.В. Толкачёв // Тр. ТашИИТ, вып. 157/5 – М.: ТашИИТ, 1979. – С. 40 – 46.
3. Абляимов О.С. О методах исследования перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // Науч. – техн. конф. «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». – Ташкент, 2011. – С. 79 – 85.
4. Тихонов К.К. Теоретические основы выбора оптимальных весовых норм грузовых поездов [Текст] / К.К. Тихонов // Тр. МИИТ, вып. 331 – М.: Транспорт, 1970. – С. 123 – 133.
5. Толкачёв А.В. Нормирование расхода топлива тепловозами с использованием ЭВМ [Текст] / А.В. Толкачёв // Тр. ТашИИТ, вып. 88 – Ташкент: ТашИИТ, 1972. – С. 87 – 97.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ

Абляимов Олег Сергеевич

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

Ташкентский государственный транспортный университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: o.ablyalimov@gmail.com

ABOUT EFFICIENCY OF SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS

Oleg Ablyalimov

Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair

«Locomotives and locomotive economy»

Tashkent state transport university,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Предложена методика расчёта показателей параметра выигрыша для задач оптимизации стратегического типа при железнодорожных перевозках различных по структуре, типу и виду грузов на участках железных дорог.

ABSTRACT

A methodology for calculating the indicators of the payoff parameter for strategic optimization problems for railway transportation of different structure, type and type of cargo on railway sections is proposed.

Ключевые слова: алгоритм, решение, грузопоток, локомотив, параметр выигрыша, вагон, задача оптимизации, перегон, стоянки, эффективность.

Keywords: algorithm, solution, freight traffic, locomotive, payoff parameter, carriage, optimization problem, haul, parking, efficiency.

Задачи оптимизации стратегического типа для локомотивного комплекса железных дорог, в том числе узбекских, направлены на достижение наибольшей эффективности использования локомотивного парка в реальных условиях организации железнодорожных перевозок грузов и пассажиров.

В работе [1] показано, что для железнодорожного транспорта в целом и отдельных его отраслей (служб, управлений) за критерий оценки эффективности работы можно и нужно принимать параметр выигрыша B – годовые приведённые народно – хозяйственных затраты.

Параметр выигрыша B следует брать (принимать) на заданный грузопоток Γ т нетто, которые можно записать так [2]:

$$\Theta_{\Gamma} = \Theta + \Theta_1 + \Theta_4 + \Theta_k \quad (1)$$

где Θ – годовые эксплуатационные затраты; Θ_1 – доля ежегодных отчислений по капитальным затратам на подвижной состав при соответствующем сроке окупаемости; Θ_4 – приведённые расходы, связанные со стоимостью груза на колёсах, скорости его доставки и нормативным сроком окупаемости; Θ_k – годовая приведённая доля капитальных вложений на участке (исключая подвижной состав) для улучшения условий работы или расширения объёма железнодорожных перевозок.

Полагая необходимым остановиться на принятом порядке счёта некоторых величин необходимых

для расчётов упомянутого параметра выигрыша для задач стратегического типа – годовых приведённых народно – хозяйственных затрат для перегона железнодорожного участка.

При заданном в исходных данных чистом времени хода по рассматриваемому перегону – t_n^i и коэффициенте участковой скорости по отношению к ходовой – β_y сумма общего времени простоя поезда на промежуточных станциях и дополнительного времени на разгон – замедления отнесенная к i – му перегону будет

$$\left(\sum t_c + \sum \Delta t_{пз}\right)_i = \frac{t_n^i}{\beta_y} - t_n^i \quad (2)$$

Время простоя поезда на участковых станциях, отнесённое к перегону длиной X_i x_i , км при длине участка счёта L_c , км может быть принято

$$t_y^i = \frac{X_i t_y}{L_c} \quad (3)$$

и соответствующее время на приём – сдачу локомотива (тепловоз, электровоз) локомотивными бригадами

$$t_6^i = \frac{X_i t_6}{L_c} \quad (4)$$

где t_y – общее время стоянок на участковых станциях рассматриваемого участка счёта, ч; t_6 – общее

время затрачиваемое локомотивными бригадами на приём – сдачу на участке счёта, ч

Если по опыту работу или графику движения поездов выявить среднее время простоя поездов на промежуточных станциях t_c^{cp} , а также на разгон – замедление Δt_{pz}^{cp} , то остановок отнесённых к i – му перегону будет

$$z_i = \frac{(\sum t_c + \sum \Delta t_{pz})_i}{t_c^{cp} + \Delta t_{pz}^{cp}}, \text{ остановок} \quad (5)$$

При известном среднем суммарном времени простоя локомотива в основном и оборотном депо за оборот t_l^0 , величина этого времени, отнесённая к i – му перегону будет

$$t_l^i = \frac{x_i t_l^0}{2L_n} \quad (6)$$

где L_n – длина плеча безоцепочной работы локомотива, км.

Время оборота локомотива, отнесённое к i – му перегону, полагая $t_y^i = t_6^i$ составит

$$t_0^i = t_n^i + t_b^i + t_l^i \quad (7)$$

где $t_b^i = (\sum t_c + \sum \Delta t_{pz}) + t_y^i$ – дополнительное время, отнесённое к перегону, ч.

Соответствующая затрата локомотивов на перегоне составит

$$M_l^i = \frac{t_0^i}{24} \cdot n_c \cdot K_l \quad (8)$$

где n_c – суточное число поездов в рассматриваемом направлении; K_l – коэффициент пересчёта эксплуатационного парка в инвентарный.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. О классификации задач оптимизации процессов [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 8 (77). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10627> (дата обращения: 09.09.2020).
2. Абляимов О.С. Экономические показатели эффективности локомотивов в условиях эксплуатации [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10713> (дата обращения: 09.09.2020).
3. Тихонов К.К. Техничко – экономические расчёты в эксплуатации железных дорог [Текст] / К.К. Тихонов // Монография. – М.: Изд-во МПС, 1962. – 252 с.

Потребное число вагонов инвентарного парка, отнесённое i – му перегону будет

$$M_B^i = M_{BX}^i + M_B^i \quad (9)$$

Число вагонов, зависящее от условий движения

$$M_{BX}^i = \frac{x_i \cdot n_b \cdot n_c \cdot K_B}{24 \cdot V_{yч}^i} \quad (10)$$

и число их, зависящее от стоянок на станциях

$$M_{BX}^i = 0,0415 \cdot M_{BX}^i \cdot t_B^i \quad (11)$$

где n_b – число вагонов в поезде; K_B – коэффициент пересчёта эксплуатируемого парка в инвентарный; $V_{yч}^i = \frac{x_i}{t_n^i + t_b^i}$ – средняя участковая скорость, отнесенная к i – му перегону, км/ч; 0,0415 – доля от вагоно – часов движения, учитывающая число вагонов в поездах, находящихся на станциях участка [3].

Таким образом, получены значения M_l^i и M_B^i , которые необходимы для подсчётов приведённых затрат по капитальным вложениям в подвижной состав и его реновацию.

Найденное значение z_i используется для определения затрат на стоянках, связанных с временными и энергетическими расходами денежных средств.

В результате сказанного, вычисление значения годовых приведённых народно – хозяйственных затрат по перегону производим на основании выражения (1), относя все расчёты его слагаемых к перегону.

ПУТИ ОПЕРАТИВНОГО ПОДСЧЁТА ПАРАМЕТРА ВЫИГРЫША ДЛЯ СЕМЕЙСТВА ПОЕЗДОВ

Абляимов Олег Сергеевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*

WAYS OF OPERATIONAL COUNTING WINNING PARAMETERS FOR A FAMILY OF TRIPS

Oleg Ablyalimov

*Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair
«Locomotives and locomotive economy»
Tashkent state transport university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Предложена упрощённая структура с постоянной материально – технической базой и изменяющимся режимом технологического процесса для разработки (расчёта) обобщённых таблиц варианта работы.

ABSTRACT

A simplified structure with a constant material and technical base and a changing mode of the technological process is proposed for the development (calculation) of generalized tables of a variant of work.

Ключевые слова: параметр выигрыша, вариант работы, обобщённая таблица, оптимальная траектория, характеристика режима, выбор.

Keywords: payoff parameter, work option, generalized table, optimal trajectory, mode characteristics, choice.

Обоснование по выбору параметра выигрыша в задачах оптимизации перевозочного процесса для локомотивов дизельной и электрической тяги в эксплуатации обозначено в исследовании [1], в котором совсем не изучались вопросы комплексного подхода к организации оперативного подсчёта величины оптимального выигрыша для семейства поездов.

В производственных условиях нередко необходимо производить массовые подсчёты величины того или иного возможного оптимального выигрыша для самых разнообразных случаев ведения процесса.

Такие подсчёты бывают необходимы для выявления нормированного значения параметра выигрыша B , что позволяет оценивать результаты работы отдельных локомотивных бригад и исполнителей, правильно расходовать денежные средства, а также вести финансирование производства. В итоге будет повышаться эффективность производства.

Таким образом, выявление путей удобных для определения результатов работы по принятому выигрышу с учётом возможностей наилучшего ведения процесса или, точнее, нормированных результатов имеет большое практическое значение.

В условиях производства, где количество различных процессов велико, производить соответствующие подсчёты параметра выигрыша B для каждого случая ведения процесса с выбором оптимального

решения даже с использованием ЭВМ не всегда возможно из – за сложности и необходимости больших затрат времени и средств.

В настоящее время, например, в локомотивных депо приходится вести выявление нормированного значения расходуемой энергии для 300 – 400 и более маршрутов, что потребует большой затраты времени на подготовку исходной информации и подсчётов на ЭВМ [2,3].

Целесообразно, видимо, выполнять заранее соответствующие расчёты на ЭВМ для выявления дополнительных зависимостей, используя которые можно будет составить соответствующие таблицы подсчёта параметра выигрыша B по поездкам с достаточной для практики точностью.

Вышеизложенное ставит вопрос о создании упрощённых методов подсчёта значений параметра выигрыша B для того или иного семейства процессов. Все количества процессов того или иного производства можно разделить на варианты работы (ВР), для которых элементы материальной технической базы $Mб$ остаются неизменными в процессе работы, а меняются только элементы организации работы Op и, соответственно, технология или режим ведения самого процесса. Если для каждого варианта работы ВР найти средние значения координат организа-

ции работы O_p (например, для каждого варианта работы ВР перевозочной работы локомотивов депо – средний вес состава Q_p , среднее число осей в составе m_p , среднее время хода на участке t_p , среднее число остановок на промежуточных станциях z_p и т.д., а затем выполнить подробные тягово – экономические расчёты на ЭВМ с оптимизацией процесса перевозочной работы локомотивов для средних условий, а также дополнительно для трёх – четырёх поездов, охватывающих весь диапазон возможных изменений координат варианта работы O_p , то можно получить данные, позволяющие выражать закономерности изменения оптимальной траектории (оптимального управления) P_T^* для семейства процессов варианта работы в зависимости от изменения координат варианта работы O_p . Полученную оптимальную траекторию P_T^* каждого случая варианта работы необходимо выразить через некоторые его характеристики, в качестве которых для поездов нами предлагаются: $\eta_B = \frac{a_B \cdot A_K}{B_K}$ среднее значение к.п.д. преобразования слагаемой B_K в механическую касательную работу A_K ; α – показатель совершенства траектории скорости от пути по основному сопротивлению и β – показатель затрат касательной механической работы локомотива A_K на работу тормозных сил поезда.

С учётом сказанного, для семейства поездов при $t = \text{пост}$ значение слагаемой параметра выигрыша B_K можно выразить сложной зависимостью от нескольких переменных, а именно:

$$B_K = f\{O_p, \eta_p(O_p), \alpha(O_p), \beta(O_p)\} \quad (1)$$

где O_p – вектор организации работы объекта. Полный дифференциал B_K будет

$$dB_K = \sum_{i=1}^k \frac{\partial B_K}{\partial O_i} dO_i + \sum_{i=1}^k \frac{\partial B_K}{\partial \eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial O_i} dO_i + \sum_{i=1}^k \frac{\partial B_K}{\partial \alpha} \frac{\partial \alpha}{\partial O_i} dO_i + \sum_{i=1}^k \frac{\partial B_K}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial O_i} dO_i \quad (2)$$

где i – число координат вектора организации работы O_p объекта, при этом $i = 1, 2, \dots, k$.

Решение системы (2) даёт интегральные зависимости вида

$$B_K = \sum_{i=1}^k B_{O_i} = B_{O_1}^1 + B_{O_2}^2 + \dots + B_{O_k}^k \quad (3)$$

Однако, составленные по этим зависимостям таблицы будут весьма сложными и малоприменимыми для практического использования.

С целью упрощения подсчётов B_K можно рекомендовать следующие приёмы упрощения:

1. Принять в (1) значения характеристик P_T^* в зависимости только от одной координаты варианта работы O_p , наиболее важной для данного параметра выигрыша слагаемого B_K , которые выявляются при анализе структуры B_K с целью расчленения его на ряд слагаемых.

Обозначив при этом характеристики $\eta_{O_p}^i, d_{O_p}^i, \beta_{O_p}^i$, можно записать частную производную через его слагаемые

$$\frac{\partial B_K}{\partial O_p^i} = \frac{\partial (B_K^1 + B_K^2 + \dots + B_K^k)}{\partial O_p^i} \quad (4)$$

Здесь, на основании сущности процесса может оказаться, что часть компонентов выпадает, когда $\left(\frac{\partial B_K^i}{\partial O_p^i} = 0\right)$, то есть частная производная данной слагаемой параметра выигрыша B_K по координате варианта работы O_p равна нулю.

Проведя такой анализ можно вместо (1) получить

$$B_K \approx f_1\{O_p^1, \eta_{O_p^1}(O_p^1), \alpha_{O_p^1}(O_p^1), \beta_{O_p^1}(O_p^1)\} + \dots + f_k\{O_p^k, \eta_{O_p^k}(O_p^k), \alpha_{O_p^k}(O_p^k), \beta_{O_p^k}(O_p^k)\} \quad (5)$$

интегральные зависимости, которой будут вида

$$B_K \approx B_{O_p^1}^1 + B_{O_p^2}^2 + \dots + B_{O_p^k}^k \quad (6)$$

Слагаемые $B_{O_p^1}^1, B_{O_p^2}^2, \dots$ зависят только от одной координаты и таблицы будут довольно простыми и удобными, а также для всех вариантов ведения данного вида процесса (для всех процессов данного производства) единичными, что представляет большие удобства.

Такого рода таблицы будем называть обобщенными таблицами (ОТ).

Отклонения результатов, полученных по данным ОТ, будут зависеть только от разницы изменений характеристик режима управления для принятого порядка, по сравнению с его точной зависимостью от всех координат варианта работы O_p . Во многих случаях предложенные упрощения позволяют иметь результаты вполне приемлемые для практического использования, позволяя с минимальными затратами времени находить необходимые данные.

2. Если принять в выражении (1) характеристики оптимального управления P_T^* (обозначим их через η_n, α_n и β_n), зависящими от двух координат сразу (например, от O_p^1 и O_p^2) при условии независимости их от прочих оставшихся координат варианта работы O_p – в этом случае вместо выражения (1), учитывая возможность расчленения полного дифференциала (2) имеем

$$B_K \approx f_n\{O_p^1, O_p^2, \eta_n(O_p^1, O_p^2), \alpha_n(O_p^1, O_p^2), \beta_n(O_p^1, O_p^2)\} + \Delta B_1 + \Delta B_2 + \dots + \Delta B_n \quad (7)$$

Это приводит к некоторому увеличению объёма и числа таблиц подсчёта параметра выигрыша B всех вариантов процесса производства, при соответствующем уточнении результатов подсчёта B_k по таким таблицам и сохранении простоты подсчётов.

Такого рода таблицы называем таблицами варианта работы (ТВР). При принятом упрощении интегральные зависимости будут такого вида

$$B_k \approx B_k^n + \Delta B_{O_p^3} + \Delta B_{O_p^4} + \dots + \Delta B_{O_p^n} \quad (8)$$

В отличие от выражения (3), здесь слагаемая B_k^n объединяет сразу два значения $B_{O_p^1}^1$ и $B_{O_p^2}^2$ и выражается следующей зависимостью

$$B_k^n = f_n \{ O_p^1, O_p^2, \eta_n(O_p^1, O_p^2), \alpha_n(O_p^1, O_p^2) + \beta_n(O_p^1, O_p^2) \} \quad (9)$$

Список литературы:

1. Абляимов О.С. Обоснование параметра выигрыша в задачах оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] / О.С. Абляимов // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10713> (дата обращения: 07.09.2020).
2. Абляимов О.С. Эффективность методов нормирования расхода энергии на тягу поездов [Текст] / А.В. Толкачёв, О.С. Абляимов // Тр. ТашИИТ, вып. 105 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1974. – С. 27 – 35.
3. Абляимов О.С. Показатели эффективности использования локомотивов в условиях эксплуатации [Текст] / О.С. Абляимов // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2020. № 9 (78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10700> (дата обращения: 09.09.2020).

при выявленных зависимостях η_n , α_n , и β_n , на основе производства (выполнения) тягово – экономических расчётов (ТЭР).

Слагаемые $\Delta B_{O_p^3}, \Delta B_{O_p^4} \dots$ в выражении (8) являются некоторыми поправочными величинами, уточняющими значения B_k при отклонении $O_p^3, O_p^4 \dots$ от их средних (расчётных) значений для данного варианта работы.

Полученная структура выражения (9) является весьма простой и удобной для составления алгоритма расчёта таблиц варианта работы, и будет использоваться в последующих исследованиях, связанных с прогнозированием и нормированием расхода энергии на тягу поездов локомотивами дизельной и электрической тяги, наряду с разработкой алгоритма расчёта данных для обобщённых таблиц вариантов работы.

К ОБОСНОВАНИЮ ГРАДАЦИЙ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕСА И ЧИСЛА ОСЕЙ СОСТАВОВ ПОЕЗДА

Абляимов Олег Сергеевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*

TO JUSTIFICATION OF DYNAMIC GRADATIONS CHANGES IN WEIGHTS AND NUMBERS OF AXES OF TRAIN COMPOSITIONS

Oleg Ablyalimov

*Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair
«Locomotives and locomotive economy»
Tashkent state transport university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Обозначен выбор градаций динамики изменения веса и числа осей составов, принятых при решении задачи оптимизации для перевозочной работы локомотивов при заданном времени хода поезда по перегонам.

ABSTRACT

The choice of the gradations of the dynamics of changes in the weight and the number of axles of the trains, adopted when solving the optimization problem for the transportation work of locomotives for a given time of the train running is indicated.

Ключевые слова: параметр выигрыша, вариант работы, режим управления, градация, время хода, выбор, состав, поезд.

Keywords: payoff parameter, work option, control mode, gradation, travel time, selection, composition, train.

На основе теории оптимального управления можно решать ряд важных практических задач оптимизации с целью достижения высокой эффективности перевозочной работы локомотивов в тех или иных конкретных условиях эксплуатационной деятельности железных дорог, в том числе узбекских.

Некоторые примеры решения конкретных практических задач подтверждают практическую ценность теоретических выводов работ [1-4].

В практических условиях приходится иметь дело с задачами, решаемыми с целью оптимизации режима управления P_T (известны все координаты материально – технической базы Мб и организации работы Ор), оптимизации режима управления P_T и времени хода t_n поезда по перегонам (известны все координаты материально – технической базы Мб и организации работы Ор за исключением упомянутого времени t_n), а также оптимизации O_y^i , то есть отдельных координат материально – технической базы Мб и организации работы Ор при соответствующей оптимизации режима управления P_T и времени хода t_n поезда по перегонам. Учитывая всё сказанное выше можно наметить следующие, целесообразные

в практических условиях конкретные задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов:

1. Выбор оптимальных режимов, как для отдельных конкретных поездов, так и для их семейства того или иного варианта работы ВР. Полученные рекомендации по выбору оптимального режима управления P_T^* должны выражаться в зависимости от конкретных величин Q, m, t, z (Здесь Q – вес или масса состава, m – число осей в составе, t – время хода поезда, z – число остановок поезда). Характерным здесь является наличие заданного времени хода $t_n = const.$ поезда по перегонам и необходимости иметь оптимальный режим управления P_T^* для любого сочетания веса (массы) Q состава и числа (количества) осей m в составе поезда.

2. Выбор оптимального режима управления P_T^* и оптимального времени хода t_n^* поезда по перегонам для условий того или иного варианта работы ВР. Особенностью этой задачи оптимизации является необходимость выявления оптимального времени хода t_n^* поезда по перегонам для наиболее типичных (средних) условий организации работы Ор каждого варианта работы ВР. Полученное время хода по перегонам, затем используется для составления и разработки графика движения поездов.

3. Разработка норм расхода энергии для поездок варианта работы ВР. Очевидно, дифференцированные нормы должны выражаться зависимостями, учитывающими влияние на расход энергии всех факторов, в том числе и режима ведения поезда, который должен быть наивыгоднейшим. Решение этой задачи оптимизации связано с отысканием технического оправданного расхода энергии для всех возможных вариантах изменения координат организации работы Ор. Вопросы нормирования расхода энергии локомотивами дизельной и электрической тяги имеют первостепенное значение для железнодорожного транспорта и рассмотрены нами в работах [5-7 и др.].

4. Аналогично нормированию расхода энергии, вопрос о нормировании денежных средств по поездкам, который пока ставится в порядке предложения для дальнейших исследований. Для поездок варианта работы ВР можно установить норму расхода денежных средств по передвижению и сравнить ее с фактическими расходами, определяемыми по отчетным данным, по документам. Для каждой поездки варианта работы ВР можно обчислить норму расхода денежных средств, а затем учесть фактические расходы, что облегчит проведение более точных анализов расхода средств и облегчит решение задачи оптимизации по повышению эффективности перевозочной работы локомотивов. Такого рода нормирование можно проводить для региональных железнодорожных узлов (НОД) и локомотивных депо.

5. Выбор оптимальных элементов материально – технической базы Мб и организации работы Ор, при соответствующих выбранных оптимальных значений (величин) P_T^* и $t_{п}^*$, является наиболее сложной практической задачей оптимизации, решение которой позволит выбрать наивыгоднейшую серию локомотивов, тип вагонов, профиль пути участка, ограничение скорости и т.д. Характерным для такого рода задач оптимизации будут изменяющиеся вышеупомянутые элементы Мб, Ор и $t_{п}$, из которых необходимо выявить соответствующие, оптимальные координаты материально – технической базы Мб* и организации работы Ор*, и оптимальные режимы управления P_T^* .

Для всех случаев оптимизации, приведены выше, решения включают расчеты по оптимизации поездки для тех или иных конкретных координат материально – технической базы Мб и организации работы Ор.

Далее рассмотрим вопрос, касающийся выбору градаций динамики изменения веса (массы) и числа (количества) осей составов.

В большинстве случаев, решения задач оптимизации перевозочной работы локомотивов приходится иметь дело с семейством поездок. Выполнение при этом для каждой поездки полных тягово – энергетических расчётов (ТЭР) с оптимизацией является нецелесообразным, о чём было сказано выше. Кроме того, приводить рекомендации о режимах управления P_T для каждого сочетания величин Q, m, t, z , также практически невозможно. Все это ставит

вопрос о выборе соответствующих градаций динамики изменения веса (массы) и числа осей составов с целью облегчения практического решения задачи.

Приводим вариант выбора градаций принятых нами при решении задачи выбора P_T^* для варианта работы ВР, имея в виду достаточно стабильные значения расчётного времени хода $t_p = \sum t_{п}$ поезда по перегонам.

Рекомендации по выбору оптимального режима управления P_T^* должны охватывать все возможные случаи сочетаний величин Q и m данного варианта работы ВР, при этом имеем $t_{п} = const.$, то есть заданным согласно графика движения поездов. Для принятого варианта работы ВР всю зону (диапазон изменения) значений $Q_n - Q_k, m_n - m_k$ делим по градациям, исходя из условия принятия приблизительно постоянным, полного суммарного сопротивления движению W_k поезда, значение которого будет

$$W_k = P_0(\alpha w'_0 + i_{kc}) + Q(\alpha c + i_{kc}) + \alpha c_v m \quad (1)$$

Величину W_k при заданном времени хода $t_p = \sum t_{п}$ поезда по перегонам подсчитываем для разных значений Q и m , и строим зависимость $W_k = f(Q, m)$, приведённую на рис. 1. Выбрав предел колебания $\Delta W_k = 500 - 1000$ кгс, можно наметить градации изменения веса (массы) Q и числа осей m состава для данного варианта работы ВР в пределах которых приближённо будем считать возможным принятие среднего оптимального режима управления P_T^* .

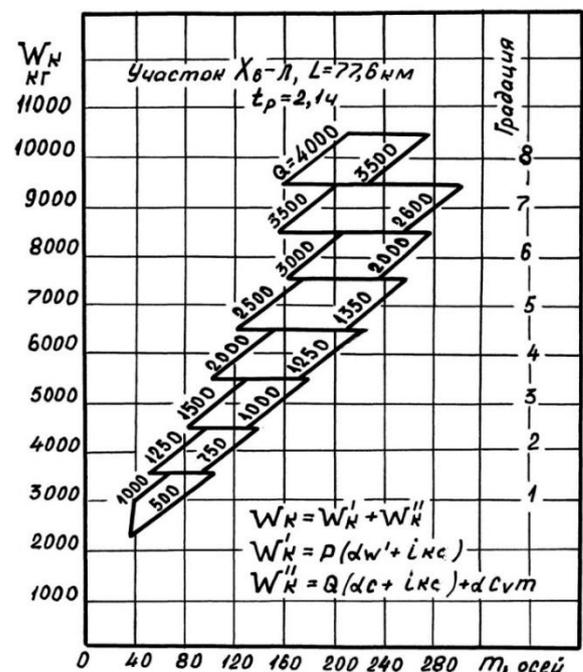


Рисунок 1. К выбору градаций поездов по условию $W_k = const.$

Таким образом, для каждого сочетания значений Q и m будет свой оптимальный режим управления P_T^* , что позволит значительно облегчить выбор режимов

для всех возможных случаев ведения поездов на участках. Для каждой градации конкретные данные о позициях оптимального режима управления P_T^*

находят на основе проведённых тягово – энергетических расчётов с оптимизацией на электронно – вычислительных машинах (компьютерах).

Список литературы:

1. Абляимов О.С. О решении задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 9(78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10698> (дата обращения: 09.09.2020).
2. Абляимов О.С. Обоснование метода решения задачи оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 9(78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10699> (дата обращения: 09.09.2020).
3. Абляимов О.С. Показатели эффективности использования локомотивов в условиях эксплуатации [Текст] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 9(78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10700> (дата обращения: 09.09.2020).
4. Абляимов О.С. Обоснование параметра выигрыша в задачах оптимизации перевозочной работы локомотивов [Текст] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 9(78). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10700> (дата обращения: 09.09.2020).
5. Абляимов О.С. Эффективность методов нормирования расхода энергии на тягу поездов [Текст] / А.В. Толкачёв, О.С. Абляимов // Тр. ТашИИТ, вып. 105 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1974. – С. 27 – 35.
6. Толкачёв А.В. Расчёты норм расхода энергии на перевозочную работу локомотивов методом расчленения [Текст] / А.В. Толкачёв // Тр. ТашИИТ, вып. 100 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1973. – С. 43 – 54.
7. Толкачёв А.В. Исследование возможностей снижения расхода топлива тепловозами на тягу поездов за счёт оптимальных режимов вождения поездов на САЗ ж.д. [Текст] / А.В. Толкачёв, О.С. Абляимов // Научно – технический отчёт ТашИИТ, ВНИТЦ № 79028894, инв. № Б836191 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д трансп. – Москва, 1979. – 67 с.

РЕЖИМНЫЕ КАРТЫ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ СОСТАВЛЕНИЯ*Абляимов Олег Сергеевич**канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,**и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»**Ташкентский государственный транспортный университет,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: o.ablyalimov@gmail.com***MODE CARDS DRIVING OF THE TRAINS AND OF FEATURES OF THEIR DRAFTING***Oleg Ablyalimov**Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair**«Locomotives and locomotive economy»**Tashkent state transport university,**Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

Приведены алгоритм разработки режимных карт вождения поездов локомотивами и решение задачи оптимизации по выбору оптимального режима ведения поезда на одном из перегонов реального участка железной дороги.

ABSTRACT

An algorithm for the design of regime maps for driving trains by locomotives and the solution of the optimization problem for choosing the optimal mode of running a train on one of the stages of a real section of the railway are presented.

Ключевые слова: режимная карта, вариант работы, режим ведения, управление, градация, время хода, выбор, состав, разработка, поезд.

Keywords: regime map, control mode, management, payoff parameter, work option, control mode, gradation, travel time, selection, composition, drafting, train.

Режимные карты вождения поездов используются для повышения квалификации машинистов локомотивов и обучения их рациональным приёмам ведения поезда во многих депо локомотивного комплекса железных дорог, в том числе узбекских. Разрабатываются режимные карты для наиболее устойчивых поездов с унифицированной (графиковой) массой составов определенных направлений и железнодорожных участков, при выполнении (реализации) которых обеспечивается минимальный расход электрической энергии или натурального дизельного топлива при соблюдении установленного времени в пути следования подвижного состава и безопасности движения.

Режимные карты составляют на основе тяговых расчётов и статистического анализа эксплуатации поездов на конкретных участках железных дорог. В режимных картах рекомендуются наиболее целесообразные приёмы управления локомотивом на конкретных перегонах движения поезда с целью: выдержки перегонного времени хода, скорости движения, преодоления трудных участков профиля и плана пути, места проверки эффективности торможения, возможности экономии электрической энергии или дизельного топлива и другие указания.

Режимные карты содержат рекомендательный характер по вождению поездов, так как даже один и

тот же поезд по графику и один и тот же локомотив и даже одна и та же бригада не сможет провести поезд абсолютно одинаковым режимом. Это связано с множеством непредвиденных заранее случайностей и условий, сопутствующих конкретно движущемуся поезду, например – изменения погоды.

Профиль железнодорожных участков, имеющих ограничения в использовании мощности локомотивов по сцеплению, характеризуется наличием подъёмов большой крутизны, но относительно небольшой протяжённости. Поэтому при разработке режимных карт с целью рациональных приёмов вождения поездов на таких участках с реализацией наибольших сил тяги важно обеспечивать максимальное использование кинетической энергии движущегося поезда. Следовательно, при подходе к тяжёлым элементам профиля скорость поезда должна быть наибольшей, что даёт возможность проследовать часть подъёма за счёт накопленной на предыдущих элементах профиля кинетической энергии. Преодолевая подъём, скорость движения падает и возникает опасность боксования колёсных пар локомотива. Чтобы предотвратить боксование колёсных пар, необходимо своевременно подавать песок в зону контакта колёс и рельсов.

На локомотивах с электрической передачей при снижении скорости движения ниже расчётной и

максимальной реализации силы тяги, в энергетической цепи повышается ток, вызывая интенсивный нагрев электродвигателей. В режимных картах даются рекомендации машинистам, обеспечивая правильные приёмы управления локомотивом в этой ситуации и тем самым сохраняя исправность локомотива.

Режимные карты рекомендуют рациональное ведение поезда при наименьших энергетических затратах. Тяговые электродвигатели локомотивов преобразуют подводимую к ним электрическую энергию в механическую работу, затрачиваемую на передвижение поезда, преодолевая силы сопротивления движению. В тоже время, часть электрической энергии теряется в тяговых электродвигателях, передачах, преобразовательных установках и других элементах энергетической цепи. С увеличением скорости движения поезда растут как энергетические затраты самого локомотива, так и основное сопротивление движению подвижного состава, которое нелинейно возрастает от скорости движения поезда.

Режимные карты рекомендуют машинистам поддерживать определённую скорость движения поезда на определённых участках перегонов без применения регулировочного торможения. Так как при каждом торможении поезда происходят потери кинетической энергии поезда, а, следовательно, нерационально увеличивается расходование натурального дизельного топлива или электрической энергии локомотивами.

Выбор оптимальных режимов ведения поезда является одним из наиболее действенных и часто применяемых средств сокращения расхода энергии и денежных средств на участках. Нередко за счёт

выбора оптимальных режимов ведения поезда достигается снижение расхода энергии до 10 – 15 процентов, поэтому выбору таких режимов уделяется на дорогах большое внимание, а совершенствование методов выявления оптимального режима управления P_T^* является весьма желательным.

Проведённые ранее крупные исследования [2-5 и другие] по выбору режимов вождения поездов локомотивами пока не дают полностью законченных оптимальных рекомендаций, и они используются на практике не очень часто.

Общий порядок разработки и составления режимных карт вождения поездов локомотивами нами принят следующий. После выбора градаций веса Q и числа осей m состава поезда для варианта работы ВР, берут средние значения величин Q_c и m_c для каждой градации (обычно принимают 8 – 10 случаев), а также соответствующую прочую (другую) исходную информацию и выполняют тягово – энергетические расчёты на ЭВМ с выдачей по каждому случаю расчёта данных оптимального режима управления P_T^* .

Результаты по всем случаям упомянутого расчёта заносятся в таблицу режимов ведения поезда (табл. 1).

Режимная карта дифференцированного режима ведения поезда, построенная по градации для одного из варианта работы ВР, представлена в табл. 1. При использовании такими режимными картами машинист локомотива всегда может уточнить необходимый режим ведения поезда, переходя на соседнюю строку градации, если режим, принятый по данным маршрутам оказался неудовлетворенным.

Таблица 1.

Дифференцированные режимы ведения поездов на участке Хв – Л. Тепловоз 2ТЭ10Л (В), направление четное

Раздельные пункты; S, км; Время хода $t_{п+\Delta t_p}^{+\Delta t_p}$, мин.		Варианты режимов							
		1				5			
		Q, т 500-750	m, осей 50-80 25-110			Q, т 1500-2500	m, осей 120-180 200-270		
Хв 1,9	S, км	2,0	2,3	4,1	4,5	2,1	4,1	4,9	7,1
	с ост.	1-7	6	xx,т 45-25	6	1-9	xx,т 45-25	9	xx
12 ⁺² ₊₂	без ост.	7	6	xx,т 45-25	6	9	xx,т 45-25	9	9
	S, км	7,0	9,0	10,3	-	9,0	10,3	-	-
Ш 10,3	с ост.	xx	т 40-25	т Ш-0	-	т 40-25	т Ш-0	-	-
	без ост.	6	6	6,Ш45	-	9	9,Ш45	-	-
Ф 60,4	S, км	71,7	76,8	77,1	79,3	71,7	76,8	77,1	75,3
	с ост.	xx	т 78-35	xx	т 40-20-0	xx	т 78-35	xx	т 40-20-0
14 ⁺³ ₊₂	без ост.	xx	т 78-35	xx	т 40-20-0 Л	xx	т 78-35	xx	т 40-0 Л
	79,6 Л	xx	т 78-35	xx	т 40-20-0 Л	xx	т 78-35	xx	т 40-0 Л
Расход дизельного топлива, кг		390-460		830-910					

2. Ерофеев Е.В. Определение оптимального режима движения поезда при заданном времени хода [Текст] / Е.В. Ерофеев // Научный журнал «Вестник ВНИИЖТ» / Всесоюзный науч-иссл. ин-т. ж-д транспорта. – М.: Трансжелдориздат, 1969, № 1. – С. 54 – 57.
3. Никулин М.А. Оптимальные режимы ведения поездов тепловозами [Текст] / М.А. Никулин, И.Л. Шегалов // Тр. ЛИИЖТ, вып. 184 / Ленинградский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Л., 1962. – С. 37 – 45.
4. Новиков А.П. Рациональные режимы работы тепловоза / А.П. Новиков // Автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Московский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Москва, 1966. – 38 с.
5. Сидельников В.М. Выбор оптимальных режимов управления локомотивом с использованием ЭЦВМ [Текст] / В.М. Сидельников // Научный журнал «Вестник ВНИИЖТ» / Всесоюзный науч-иссл. ин-т. ж-д транспорта. – М.: Трансжелдориздат, 1965, № 2. – С. 52 – 58.
6. Толкачёв А.В. О выборе оптимального управления движением поезда [Текст] / А.В. Толкачёв // Тр. ТашиИИТ, вып. 134 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1976. – С. 63 – 74.

ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ РЕЖИМЫ ВОЖДЕНИЯ ПОЕЗДОВ ЛОКОМОТИВАМИ

Аблялимов Олег Сергеевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*

OPTIMIZED DIFFERENTIATED DRIVING MODES OF THE TRAINS OF LOCOMOTIVES

Oleg Ablyalimov

*Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair
«Locomotives and locomotive economy»
Tashkent state transport university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Предложены оптимизированные дифференцированные режимы вождения поездов с унифицированной массой составов тепловозами 2ТЭ10М на участке Коканд – Маргелан Узбекской железной дороги, разработанные методом динамического пошагового программирования.

ABSTRACT

Optimized differentiated modes of driving trains with a unified mass of trains by 2TE10M diesel locomotives on the Kokand – Margelan section of the Uzbek railway, developed by the method of dynamic step – by – step programming, are proposed.

Ключевые слова: режимная карта, оптимальный, режим вождения, дифференцированный, тепловоз, время хода, выбор, состав, разработка, поезд.

Keywords: regime map, optimal, driving mode, differentiated, diesel locomotive, running time, selection, composition, development, train.

Во многих депо локомотивного комплекса железнодорожной сети стран СНГ, в том числе узбекских железных дорог, накоплен определённый, немалый, опыт по разработке рациональных режимов вождения поездов тепловозами. Наиболее ценными данными для их разработки являются результаты тягово – теплотехнических испытаний с динамометрическими вагонами. Результаты испытаний показывают [2], что на отдельных участках железных дорог тепловозы работают в режиме тяги до шестидесяти процентов общего времени в пути следования, причем на 10 – 15-й позициях контроллера машиниста, то есть с повышенным расходом дизельного топлива тепловоз работает лишь 35 – 40 процентов. Время следования тепловозов в режиме тяги в одинаковых, сопоставимых условиях у разных машинистов между собой отличается до тридцати процентов, а отличие в расходах топлива у отдельных машинистов на наиболее трудных перегонах составляет 25 – 30 процентов и более.

Анализ данных опытных поездок подтверждает [2], что машинисты, имеющие лучшие результаты по расходу топлива, только на отдельных перегонах обслуживаемого участка железной дороги имеют

лучшие показатели. В этой связи, обоснование рациональных режимов вождения поездов по каждому перегону и участку железной дороги, в целом с учётом распространения их среди всех локомотивных бригад депо могут значительно улучшить показатели по расходу топлива не только у малоопытных, но и у передовых машинистов.

В табл. 1 показан вариант режимной карты табличного типа – карта оптимизированных дифференцированных режимов вождения грузовых поездов тепловозами 2ТЭ10М на участке Коканд – Маргелан Узбекской железной дороги, которая разработана и составлена на основе метода оптимизации управления движением поезда [1,3], позволяющая выбирать наилучшие режимы ведения грузовых поездов для различных условий организации поездной обстановки.

Карты оптимизированных дифференцированных режимов (КОДР) вождения поездов содержат сведения о отдельных пунктах (станциях), чистом времени хода t_x по перегонам и дополнительном на разгон Δt_p (индекс вверху t_x) – замедления Δt_z (индекс внизу t_x), средних скоростях движения по перегонам V_{cp} , расстояниях S (путь – км и пикеты), изменениях скорости движения $V_1 – V_2$ или моменте

включения позиции n_k контроллера машиниста на указанных расстояниях оптимальной траектории скорости движения $V(S)$, а также сведения о рекомендуемых наилучших позициях n_k контроллера машиниста. При этом позиции n_k контроллера машиниста расположены в строке и позиция n_k , записанная левее – по стрелке $\leftarrow \max \eta$, обеспечивает более высокий коэффициент полезного действия силовой цепи (дизель, генератор, тяговые электродвигатели).

Для унифицированной (графиковой), наиболее часто встречающейся) массы состава и количества осей, наилучшие (оптимальные) позиции n_k контроллера машиниста в картах оптимизированных дифференцированных режимов вождения поездов выделяются жирным шрифтом.

Например, на перегоне Коканд – Какир с момента трогания поезда со ст. Коканд до достижения скорости движения $V = 15$ км/ч следует использовать пятую позицию контроллера машиниста, затем с 193 километра девятого пикета перейти на одиннадцатую позицию контроллера машиниста. На 193 километре девятом пикете при скорости движения поезда равной $V = 41$ км/ч выполнить пробу тормозов на эффективность в сочетании с режимом холостого хода поезда. Далее, на 194 километре втором пикете набрать вновь одиннадцатую позицию контроллера машиниста и проследовать ст. Какир со скоростью движения поезда в $V = 55$ км/ч вплоть до 202 километра нулевого пикета, где необходимо снизить позицию контроллера машиниста до девятой позиции.

Таблица 1.

Карта оптимизированных дифференцированных режимов вождения грузовых поездов тепловозами 2ТЭ10М на участке Коканд – Маргелан Узбекской железной дороги, масса состава $Q_p = 3400$ т и число осей $m_p = 200$ осей в составе

Станция; время хода t_x , мин; средняя скорость V_{cp} движения, км/ч	Путь S – км, пикеты	Изменение скорости движения $V_1 - V_2$, км/ч	Позиция n_k контроллера машиниста $\leftarrow \max \eta$	Станция время хода t_x , мин; средняя скорость V_{cp} движения, км/ч	Путь S – км, пикеты	Изменение скорости движения $V_1 - V_2$, км/ч	Позиция n_k контроллера машиниста $\leftarrow \max \eta$
Коканд		0-15	4 5 7 11	Маргелан		0-23	4 5 7 9
$t_x=19$	190,9	15-32	5 9 11 13	$t_x=11^{+1}$	259,1	23-40	xx
$V_{cp}=36$		32-41	9 5 11 13	$V_{cp}=42$	257,0	40-25	пт
	193,9	41-31	пт,xx	Файзиабд	257,9	25-60	xx,тд,xx
	194,2	31-55	9 5 11 13	Файзиабд			
Какир				$t_x=10, V_{cp}=62$		60-79-63	xx,тд,xx
Какир				Алты-Арык			
$t_x=13$	202,0	55-62	7 9 13 11	$t_x=13, V_{cp}=60$		63-58	xx
$V_{cp}=66$	204,0	62-69	xx,тд,xx	Мехнатабад			
Фуркат				Мехнатабад		58-56	xx
Фуркат		69-68	xx	$t_x=11^{+2}$	227,8	56-43	9 7 5 11 15
$t_x=11$	220,8	68-62	7 9 13 11	$V_{cp}=57$	216,0	43-0	xx,тд
$V_{cp}=68$				Фуркат			
Мехнатабад				Фуркат		0-15	5 7 9 11 13
Мехнатабад				$t_x=5^{+3}$	215,2	15-60	9 5 11 13 15
$t_x=14$		62-52	9 7 11 13	$V_{cp}=47$			
$V_{cp}=55$				Какир			
Алты-Арык				$t_x=12^{+1}$		60-79-0	xx,тд,xx
$t_x=14$		52-40	9 7 5 11	$V_{cp}=55$			тд
$V_{cp}=44$				Коканд			
Файзиабд							
Файзиабд	241,3	40-50	7 9 5 11				
$t_x=12^{+2}$	252,8	50-33	9 7 5 11				
$V_{cp}=36,5$	259,7	33-0	xx,тд				
Маргелан							

С 204 километра нулевого пикета по 220 километр восьмого пикета использовать режим холостого хода и торможения, а ст. Фуркат со скоростью движения поезда равной $V = 69$ км/ч проследовать на режиме холостого хода. После этого, на девятой позиции контроллера машиниста, соблюдая траектории

скорости движения поезда 68-62-52-40-50 км/ч, проследовать станции Мехнатабад, Алты – Арык и Файзиабд. На 252 километре восьмом пикете повысить позицию контроллера машиниста до одиннадцатой и с целью остановки поезда по ст. Маргелан на 259

километре седьмом пикете перейти на режим холостого хода и торможения.

Указанные позиции контроллера машиниста в предлагаемых картах оптимизированных дифференцированных режимов вождения поездов носят ориентировочный характер и могут служить лишь только основой для выбора наилучших режимов вождения поездов.

Поэтому, каждая локомотивная бригада должна делать необходимые дополнения и поправки к рекомендуемым картам оптимизированных дифференцированных режимов вождения поездов, в которых, очевидно, непременно следует учесть и возможность применения чётных позиций контроллера машиниста.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. Режимные карты вождения поездов и особенности их составления [Текст] / О.С. Абляимов // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 10(79). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10699> (дата обращения: 09.09.2020).
2. Осипов С.И. Рациональные режимы вождения поездов и испытания локомотивов [Текст] / Под ред. С.И. Осипова. – М.: Транспорт, 1984. – 280 с.
3. Толкачёв А.В. О выборе оптимального управления движением поезда [Текст] / А.В. Толкачёв // Тр. ТаШИИТ, вып. 134 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1976. – С. 40 – 54.

К РАСЧЁТУ ВРЕМЕНИ ХОДА Поезда ПО ПЕРЕГОНАМ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Абляимов Олег Сергеевич

канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,

и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»

Ташкентский государственный транспортный университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: o.ablyalimov@gmail.com

TO THE CALCULATION OF MOVE TIME TRAIN ON THE SECTION OF RAILWAY

Oleg Ablyalimov

Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair

«Locomotives and locomotive economy»

Tashkent state transport university,

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Обозначен порядок расчёта времени хода поезда по перегону и приведён пример расчёта оптимального времени хода поезда на отдельных перегонах участка железной дороги.

ABSTRACT

The order is indicated for calculating the travel time of a train along a track and an example of calculating the optimal travel time of a train on separate hauls of a section of a railway is given.

Ключевые слова: оптимизация, режим вождения, тепловоз, время хода, выбор, перегон, участок, состав, поезд.

Keywords: optimization, driving mode, diesel locomotive, running time, selection, haul, section, composition, train.

Время хода поезда по перегонам во многом определяет пропускную способность участков, себестоимость перевозок, потребность в локомотивах, вагонах, локомотивных бригадах и прочее. При уменьшении времени хода по труднейшему перегону увеличивается пропускная способность участка, поэтому при расчётах оптимального времени хода поезда по перегонам необходимо соблюдать условие

$$t_n \leq t_{пр} \quad (1)$$

где $t_{пр}$ - время хода поезда по труднейшему перегону, определяющее пропускную способность участка.

Следует заметить, что обычно на участках только один или два перегона определяют пропускную способность, а остальные перегоны имеют время хода поезда меньше $t_{пр}$.

В настоящее время расчёт времени хода поезда t_n по перегонам производят для унифицированного веса (массы) состава (графикового) согласно указаний [1] с применением расчётной номинальной позиции n_k^p контроллера машиниста. Принимаемое для графика время хода поезда обычно больше рассчитанного, а средний вес (масса) состава на участке меньше унифицированного [2].

В силу сказанного, в большинстве случаев локомотивы работают при вождении поездов на промежуточных позициях контроллера машиниста и

редко используются расчётные позиции контроллера машиниста.

Поэтому, проводимые на дорогах тяговые расчёты и их результаты не полностью отражают фактическое состояние процесса перевозочной работы локомотивов и имеют целью выявить возможности ведения процесса, а не фактические средние условия. Результаты этих расчётов чаще служат ориентиром при выборе фактического времени хода поезда, величина которого тесно связана с опытом работы и экономическими показателями перевозочной работы локомотивов.

Выбор времени хода поезда по перегонам должен быть увязан с экономикой железнодорожных перевозок, а также учитывать средние наиболее часто встречающиеся условия работы. Всё это ставит задачу выбора оптимального времени хода поезда t_n^* по перегонам для варианта работы ВР по средним, типичным и достаточно устойчивым, условиям, а именно: среднем весе (массе) состава Q_p , числе осей m_p , числе (количестве) остановок z_p времени стоянок t_c , времени на разгон Δt_p и замедление Δt_3 .

Для каждого варианта работы ВР уже сложились эти средние условия и они легко выявляются по данным отчетностей ТХО1, ЦО4, расписанию движения поездов и прочее. На рис. 1 представлена зависимость среднего веса (массы) Q_p состава и среднего фактического e_f расхода натурального дизельного

топлива по месяцам года для одного из участков Среднеазиатской (Узбекской) железной дороги, подтверждающая сказанное.

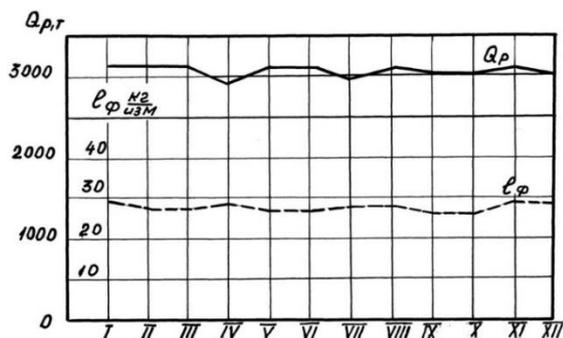


Рисунок 1. Изменение среднего веса (массы) Q_p составов и среднего фактического e_{ϕ} расхода натурального дизельного топлива на участке К – Л по данным ТХО1

Связь средних значений веса Q_p состава с унифицированным весом $Q^{ун}$ состава широко исследована в работе [2].

Расчёты по выбору оптимального времени хода поезда на отдельных перегонах (табл. 1) при единичных расходных ставках [3] позволяют иметь (обозначить) наглядную картину возможных оптимальных значений времени хода поезда t_n^* по перегону в зависимости от выбранного параметра выигрыша В (рис. 2 и рис. 3). Из приведённых данных видно (табл. 1), что на перегоне С - Ш с лёгким профилем пути за счёт оптимизации можно иметь (вариант 5) оптимальное время хода поезда $t_n^* = 12$ мин. по перегонам и приведённые народно - хозяйственные затраты равными 156713 руб., что на 1,1 процент меньше предшествующего варианта и на 12,2 процента меньше затрат для первого варианта, который выполнен при условии движения с наименьшим временем хода поезда по перегону. По показателю рентабельности наиболее выгодным оказался вариант 4.

Таблица 1.

Результаты расчётов по выбору оптимального времени хода поезда по перегонам С - Ш и Д - Ч, тепловозов 2ТЭ10Л, $Q_p = 2600$ т, $m_p = 192$ оси, $\Gamma = 17,5$ млн т нетто (нечетное), $d_y = 3.5$ коп/10 ткм нетто, $C_2 = 1,5$ коп/10 ткм нетто

Характеристика варианта и показатели	Варианты на перегоне С - Ш (лёгкий перевалистый профиль)					Варианты на перегоне Д - Ч (тяжёлый профиль)		
	1	2	3	4	5	1	2	3
Определяющая позиция n_k^c контроллера машиниста	15	15	15	13	9	15	13	9
Значения V_y , км/ч	50	30	20	20	20	20	20	20
Время хода t_n (чистое), мин	8,2	8,6	8,9	9,8	12,0	25,0	27,5	41,5
Расход натурального дизельного топлива E , кг	91,0	75,6	69,4	64,5	49,5	335,0	308,0	294,0
Годовые приведённые народно - хозяйственные затраты \mathcal{E}_r , руб/год	178416	163308	158435	158225	156713	482282	467340	503580
Эксплуатационные годовые расходы \mathcal{E}^n , руб/год	143086	136828	131485	129325	124283	414362	294690	404480
Рентабельность, эксплуатационная $\rho_э$, руб. прибыли/руб. основных фондов	0,157	0,1705	0,173	0,173	0,173	0,108	0,1145	0,102
Приведённая рентабельность ρ_n , руб. прибыли/руб. основных фондов	0,1335	0,144	0,149	0,152	0,1452	0,0775	0,0827	0,0615

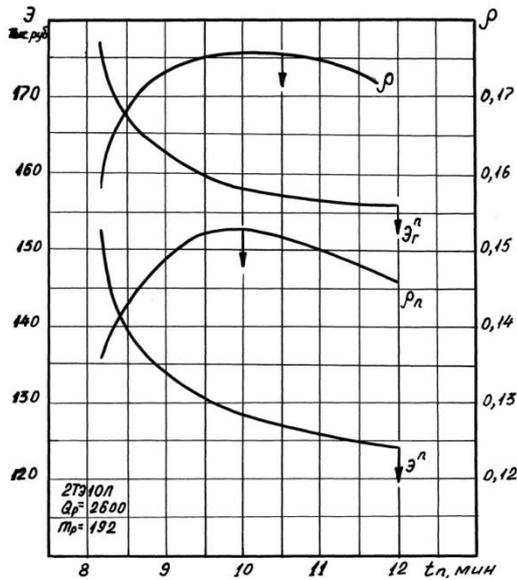


Рисунок 2. Значения величин $\mathcal{E}_г^n$, \mathcal{E}^n , ρ и ρ_n в зависимости от P_T и t_n для перегона С - Ш (профиль пути перевалистый)

Для второго, трудного по профилю железнодорожного пути перегона Д - Ч рассматриваемого участка железной дороги (табл. 1 и рис. 3), оказалось наиболее выгодным принять вариант 2 при оптимальном значении времени хода $t_n^* = 27,5$ мин по перегону, для которого величина $\mathcal{E}_г^n = 467340$ руб. в год и наибольшая рентабельность. Заметим, что для графика движения поездов дорога на этом перегоне принимает время хода поезда равное $t_n^r = 26$ мин, что близко к оптимальному времени хода поезда.

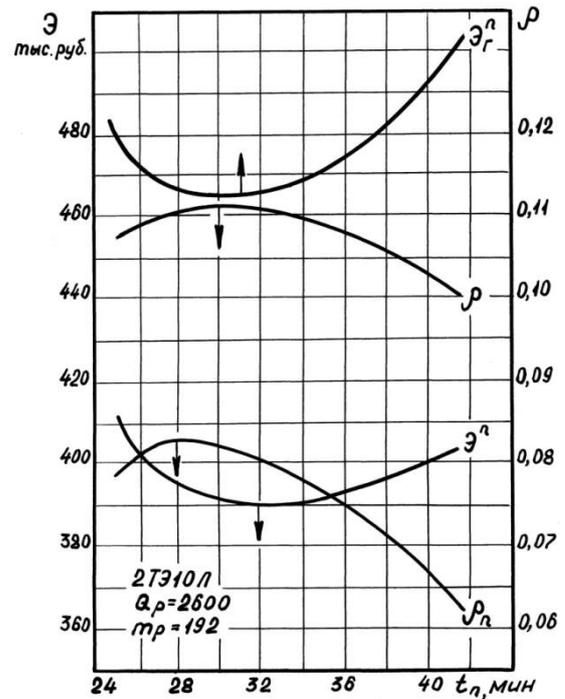


Рисунок 3. Значения величин $\mathcal{E}_г^n$, \mathcal{E}^n , ρ и ρ_n в зависимости от P_T и t_n для перегона Д - Ч (тяжёлый профиль пути)

В результате проведённых исследований предложена методика расчёта по выбору оптимального времени хода поезда на отдельном перегоне железнодорожного пути, использование алгоритма которой в дальнейшем позволит выполнить аналогичные расчёты для определения оптимального времени в пути следования поезда по всему участку железной дороги.

Список литературы:

1. Правила тяговых расчётов для поездной работы [Текст] / Всесоюзный научно – исследовательский институт железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
2. Тихонов К.К. Теоретические основы выбора оптимальных весовых норм грузовых поездов [Текст] / К.К. Тихонов // Тр. МИИТ, вып. 331 / Московский ин-т. инж. ж-д транспорта. – М., 1970. - С. 97 – 105.
3. Толкачёв А.В. Тягово - экономические расчёты на ЭВМ [Текст] / А.В. Толкачёв, С.Г. Упадышева // Тр., ТашиИИТ, вып. 43 / Ташкентский ин-т. инж. ж-д транспорта. – Ташкент, 1967. – С. 53 – 61.

АНАЛИЗ РАСЧЁТОВ ОПТИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ХОДА И РЕЖИМА ВЕДЕНИЯ ПОЕЗДА ПО УЧАСТКУ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Аблялимов Олег Сергеевич

*канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,
и.о. профессора кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство»
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: o.ablyalimov@gmail.com*

ANALYSIS OF CALCULATIONS OF THE OPTIMAL TRAVELTIME AND THE REGIME OF DRIVING MODE TRAIN ON THE RAILWAY SECTION

Oleg Ablyalimov

*Doctor of philosophy, chief worker, acting professor of the chair
«Locomotives and locomotive economy»
Tashkent state transport university,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты оптимизации перевозочной работы локомотивов дизельной тяги по времени хода и режимам ведения поезда в реальных условиях организации железнодорожных перевозок.

ABSTRACT

The results of optimization of the transportation operation of diesel traction locomotives in terms of travel time and modes of running a train in real conditions of organizing railway transportation are presented.

Ключевые слова: оптимизация, анализ, режим вождения, тепловоз, время хода, выбор, перегон, участок, состав, поезд.

Keywords: optimization, analysis, driving mode, diesel locomotive, running time, selection, haul, section, composition, train.

Настоящие исследования являются продолжением работы [1] и посвящены обоснованию эффективности перевозочной работы локомотивов за счёт оптимизации времени хода и режима ведения поезда в реальных условиях организации железнодорожных перевозок.

Расчёты оптимизации для участка (направления) включают оптимизации времён хода по всем перегонам, учёт необходимой пропускной способности и

выбор окончательного варианта оптимального времени хода и режима ведения поезда по минимуму годовых приведённых народно - хозяйственных затрат.

В табл. 1 и на рис. 1 показаны результаты расчёта для участков У - Ч и У - Х, свидетельствующие о целесообразности внедрения в практику работы железных дорог выбор оптимальных времён хода по перегонам.

Таблица 1.

**Результаты оптимизации перевозочной работы локомотивов
с выбором оптимального времени хода по перегонам на участках У - Ч и У - Х.
Тепловоз 2ТЭ10Л. Направление нечётное: $\Gamma = 13,6$ млн. т нетто/год $Q_p = 2300$ т, $m_p = 192$ оси;
направление чётное: $\Gamma = 19$ млн. т нетто/год, $Q_p = 2800$ т, $m_p = 192$ оси**

Участки	Направление	Вариант по расписанию		Оптимальный вариант		Экономия $\Delta \mathcal{E}_\Gamma$	
		t_x , мин	\mathcal{E}_Γ , руб/год	t_x , мин	\mathcal{E}_Γ , руб/год	руб/год	%
У - Ч	нечётное	109	2195560	119	2183750	-	-
	чётное	103	2050850	118	1820608	-	-
	в оба направления	212	4246410	237	4004358	242052	5,7
У - Х	нечётное	117	2515777	141	2314382	-	-
	чётное	115	2617225	136	2476026	-	-
	в оба направления	232	5133002	277	4790408	342594	6,7

Результаты расчётов и приведённые рекомендации в некоторой степени противоречат широко известной направленности в работе железнодорожного транспорта – скорейшей доставки грузов. Но это будет так, если исходить из параметра выигрыша В - времени доставки. Если же брать за параметр выигрыша В – обобщающий показатель - годовые приведённые народно - хозяйственных затраты \mathcal{E}_r , то окажется целесообразным внедрение оптимальных времён хода поезда. Конечно, очень важным при этом является использование оптимальных режимов ведения поезда.

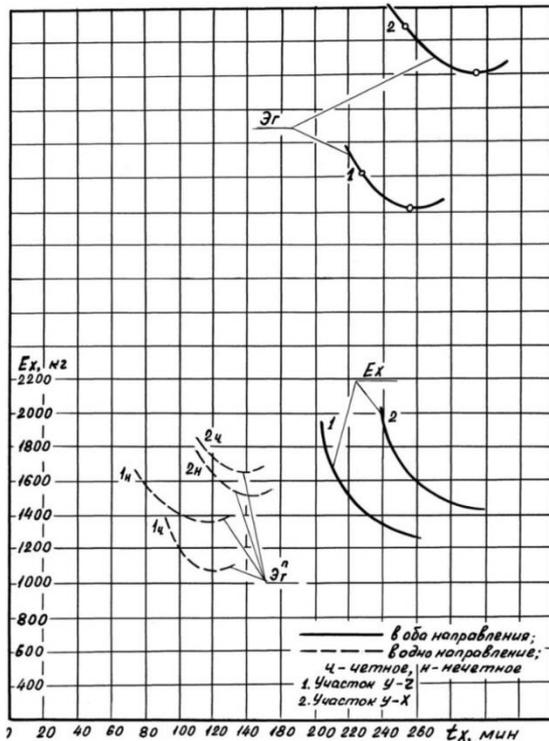


Рисунок 1. Изменение величин \mathcal{E}_r , \mathcal{E}_r^n , и E_x в зависимости от режима ведения и времени хода поезда на участках У - Ч и У - Х

Можно привести пример – для пассажирских поездов направления Т - А при тепловозе ТЭЗ, 1 секция, для $Q = 1000$ т и 10 пар в сутки по нормативам графика было принято $t^r = 194$ мин., расход топлива при этом $E_r = 630$ кг. Подсчёт величины годовых приведённых народно - хозяйственных затрат \mathcal{E}_r для графиковых условий работы дал значение $\mathcal{E}_r^c = 1126700$ руб. в год.

Проведённые расчёты с выбором оптимального времени хода и режима ведения поезда позволили получить общее время хода поезда $t_x = 198$ мин., расход натурального дизельного топлива тепловозом $E = 598$ кг и соответственно величину $\mathcal{E}_r^c = 1084400$ руб. в год, то есть меньше на 3,8 процента.

На участках, где имеются трудные по профилю пути перегоны, принятые по расписанию излишне большого времени хода приводит к сдвигу значений величины \mathcal{E}_r на этих перегонах "вправо" (см. рис. 1)

от оптимального времени хода поезда t_n^* , что подтверждает необходимость выявления оптимального времени хода расчётами с оптимизацией.

Данные практики, а также приведённые примеры показывают, что, как правило, перегонное время хода принимается для графика движения несколько больше времени, полученного тяговыми расчётами по рекомендациям ПТР [1], что связано со стремлением получить более низкую себестоимость перевозок и обеспечить определённую надёжность выполнения графика движения поездов.

Однако, эти изменения времени хода поезда производятся в основном на основании опыта работы без соответствующих технико - экономических обоснований.

Вышеописанная методика позволяет представить экономически целесообразные границы изменения перегонных времён хода поезда для конкретных условий, обеспечивающих наименьшие перевозочные затраты. Можно производить тяговые расчёты в Управлении железных дорог с применением наиболее вероятной определяющей позиции n_k^c для каждого перегона при среднем весе состава Q_p и среднем числе осей m_p в составе, что приблизит результаты их к реальным условиям и оптимальным решениям.

Выявление определяющей позиции контроллера машиниста производится по опыту работы и согласно данным, проведённых тягово - экономических расчётов на ЭВМ. При $Q \neq Q_p$ будет иметься возможность выполнения заданного времени за счёт соответствующего изменения позиций контроллера машиниста тепловоза.

Графисту можно давать не твёрдо фиксированное время хода поезда по перегонам, а пределы его изменения от наименьшего значения t_n^{min} , полученного при расчётной позиции контроллера машиниста, до оптимального времени хода поезда t_n^* . Когда качество графика не будет ухудшаться и не будет затруднений в прокладке ниток поездов или снижения пропускной способности – следует использовать оптимальное время хода поезда или близкое к нему.

Это даст возможность получить наибольший народно - хозяйственный эффект, обеспечивая заданный объём перевозочной работы локомотивов. При составлении графика движения поездов следует использовать все возможности приближения принятых перегонных времён хода к оптимальным их значениям.

Например, пусть расчётное время хода поезда по перегону в чётном направлении составляет $t_n^{min} = 12$ мин, а оптимальное время хода поезда - $t_n^* = 16$ мин. При составлении графика движения, прибывающий поезд имеет остановку и должен стоять 8 мин в ожидании встречного, нечётного поезда. В таком случае, целесообразно принять время хода по перегону чётного поезда не расчётное, а оптимальное и будет получена значительная экономия денежных средств без какого - либо ущерба для качества графика движения поездов. Время стоянки уже следует принять не 8 мин, а лишь 4 мин, что не вызовет каких - либо затруднений в работе. Наличие

возможного колебания перегонного времени в пределах от минимального $t_{п}^{min}$ до оптимального $t_{п}^*$ облегчает построение графика движения и повышает эффективность перевозочной работы. Желательно провести соответствующие опытные расчёты и практическую проверку данных предложений.

Выполняемые сейчас в управлениях дороги тяговые расчёты обеспечивают выявление наибольшей провозной способности участков, не отражая фактические средние условия выполнения заданного грузопотока. Фактическая организация перевозочной работы локомотивов может быть отражена в тяговых расчётах при условии проведения их по средним фактическим сложившимся условиям перевозочной

работы локомотивов на участках и учётом перспективы их улучшения.

Проведение расчётов для Q_p , m_p , z_p и n_c^e позволит учесть конкретные возможности улучшения их за счёт организации и технологии перевозочной работы локомотивов. Следует отделить расчёты, связанные с провозной способностью на участках от расчётов, связанных с выявлением наиболее выгодной организацией перевозочной работы локомотивов, что позволит значительно повысить эффективность её.

Для иллюстрации сказанного были проделаны тягово – энергетические расчёты на одном из участков результаты, которых представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты перевозочной работы тепловозов 2ТЭ10Л при различной организации и технологии её выполнения. Участок У – Х, протяжённость $L = 127,1$ км, $\Gamma = 19$ млн. т нетто в год

Варианты Q_p и T_p		$\frac{Q, т}{m, осей}$	$t_x, мин$	$E, кг$	$\frac{n_c}{\text{поездов}} / \text{сутки}$	$\Delta_x, \text{руб/поез. участ.}$	$\Delta_r, \text{руб/год}$
Не реальные варианты	1. Расчётный по ПТР [1] ($n_k^p, q_0 = 17т/ось, \delta = 0,675$)	$\frac{3400}{200}$	112	940	22,8	187,5	200050
	2. Принятый для графика ($q_0 = 16,7, \delta = 0,67$)	$\frac{3200}{192}$	115	910	24,3	186,0	2180225
Реальные варианты	3. Средние фактические условия ($q_0 = 14,55, \delta = 0,62$)	$\frac{2800}{192}$	115	870	30,1	177,5	2617225
	4. Оптимальный для средних условий: $P_T^*, t_{п}^*, q_0 = 14,55, \delta = 0,62$	$\frac{2800}{192}$	136	770	30,1	155,0	2476026

Как видно из этих данных, первые два варианта работы являются наиболее выгодными, но в тоже время они практически неосуществимы. Выполнить весь заданный грузопоток поездами весом 3400 т и 3200 т практически невозможно.

Практически этот заданный грузопоток будет выполняться поездами, имеющими средний вес 2800 т, что значительно снижает эффективность перевозочной работы локомотивов (вариант 3). Но этот практически возможный вариант работы можно оптимизировать и за счёт выбора оптимальных P_T^* и $t_{п}^*$ и снизить расход денежных средств на выполнение заданного грузового потока почти на 6 – 7 процентов.

Все сказанное подтверждает необходимость проведения расчётов с оптимизацией процесса пере-

возочной работы локомотивов и в этой связи, исследования по изучению возможностей снижения расхода топливно – энергетических ресурсов на тягу поездов за счёт использования оптимальных режимов ведения поезда на участках железных дорог, в том числе узбекских, являются своевременными и актуальными.

Поэтому указанные исследования необходимо продолжить с учётом последующего внедрения их результатов в практику работы предприятий локомотивного комплекса железнодорожного транспорта, опираясь на существующие и вновь разработанные математические методы теории оптимального управления.

Список литературы:

1. Абляимов О.С. К расчёту времени хода поезда по перегонам участка железной дороги [Текст] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 10(79). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10729> (дата обращения: 29.09.2020).
2. Правила тяговых расчётов для поездной работы [Текст] / Всесоюзный научно – исследовательский институт железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 10(79)
Октябрь 2020

Часть 1

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@7universum.com
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3
16+